

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO ORTODONTIA

MARCOS ADRIANO SABATOSKI

**RUGOSIDADE NATURAL DO ESMALTE E SUA INFLUÊNCIA NA
RESISTÊNCIA ADESIVA**

CURITIBA

2008

MARCOS ADRIANO SABATOSKI

**RUGOSIDADE NATURAL DO ESMALTE E SUA INFLUÊNCIA NA
RESISTÊNCIA ADESIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Odontologia – Área de Concentração em Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Hiroshi Maruo

CURITIBA

2008

Aos meus pais,

Dionísio Sabatoski e Ana Cléia Farago Sabatoski, pelo amor, carinho e dedicação em todos os momentos. Vocês são meus exemplos de vida, simplicidade e persistência. Obrigado por me apoiarem em mais uma etapa da minha vida.

Aos meus irmãos,

Ana Regina Sabatoski e Cláudio Vinícius Sabatoski pelo apoio, incentivo e amizade constante.

DEDICO

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. Hiroshi Maruo, pela orientação segura e inestimável contribuição a minha formação ortodôntica, pela amizade e confiança construída ao longo desta jornada, a minha gratidão.

AGRADECIMENTOS

A Pontifícia Universidade Católica do Paraná pela oportunidade de realizar este mestrado e bolsa de estudos parcial concedida.

Ao Diretor do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Prof. Dr. Sérgio Vieira, pelo apoio e atenção dispensados.

Ao Prof. Dr. Orlando Tanaka, pelo exemplo contagiante de dedicação, pelos conhecimentos transmitidos e por sua amizade.

Ao Prof. Dr. Odilon Guariza Filho, pelos ensinamentos transmitidos, pela amizade construída ao longo desta jornada e pelos momentos bem humorados.

À Prof^a. Dra. Elisa Souza Camargo, pelo agradável convívio, conhecimentos transmitidos, dedicação e responsabilidade.

Aos meus colegas Bruno, Fernanda, Jucienne, Luciana, Luégia, Luís Filipe, Mariana, Raul, Ricardo, Saulo e Taís, pela amizade, momentos compartilhados e conhecimentos adquiridos em grupo.

Aos doutorandos em Ortodontia da PUCPR, Armando e Ivan, pelo convívio agradável.

Ao Prof. Dr. Sérgio Aparecido Ignácio, pelo convívio, atenção e competência ao realizar a análise estatística deste trabalho.

A todos os professores das áreas conexas, pelos ensinamentos transmitidos.

A todos os meus amigos, que sempre estiveram comigo, torcendo e vibrando pelas minhas conquistas.

Ao técnico do laboratório de Ensaios de Materiais da Engenharia Mecânica, Jaison Sanders, pela disposição e boa vontade na realização deste trabalho.

À Neide Reis Borges, secretária do Programa de Pós-Graduação da PUCPR, pelo carinho, e atenção prestada.

Às estagiarias Aline Wiens e Paula Maiza de Marchi, pela disponibilidade para ajudar sempre que necessário.

À funcionária da clínica de Ortodontia da PUCPR, Silvana Casagrande Gabardo, pela preciosa atenção dispensada.

Aos funcionários da PUCPR, pelo profissionalismo e dedicação que tornam possível o trabalho em laboratórios e clínicas.

SUMÁRIO

1. ARTIGO EM PORTUGUÊS.....	2
PÁGINA TÍTULO.....	3
RESUMO.....	4
INTRODUÇÃO.....	5
MATERIAL E MÉTODOS.....	7
RESULTADOS.....	10
DISCUSSÃO.....	11
CONCLUSÃO.....	14
REFERÊNCIAS.....	15
TABELAS.....	19
FIGURAS.....	20
 2. ARTIGO EM INGLÊS.....	 22
TITLE PAGE.....	23
ABSTRACT.....	24
INTRODUCTION.....	25
MATERIAL AND METHODS.....	26
RESULTS.....	29
DISCUSSION.....	31
CONCLUSIONS.....	33
REFERENCE.....	34
TABLES.....	38
FIGURES.....	39
 3. ANEXOS.....	 41
ANEXO1- REVISÃO DE LITERATURA.....	42
ANEXO 2- TERMO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA.....	53
ANEXO 3- MATERIAL E MÉTODOS.....	55
ANEXO 4- ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	57
ANEXO 5- NORMAS DA REVISTA AMERICAN JOURNAL OF ORTHODONTICS & DENTOFACIAL ORTHOPEDICS.....	59

1. ARTIGO EM PORTUGUÊS

PÁGINA TÍTULO

RUGOSIDADE NATURAL DO ESMALTE E SUA INFLUÊNCIA NA RESISTÊNCIA ADESIVA

Marcos Adriano Sabatoski

Mestrando em Odontologia – Área de Concentração em Ortodontia

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Hiroshi Maruo

Professor Titular do Programa de Pós-Graduação em Odontologia – Área de Concentração em Ortodontia

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Endereço para correspondência:

Prof. Dr. Hiroshi Maruo

Programa de Pós-Graduação em Odontologia - Ortodontia

Rua Imaculada Conceição, 1155

Cep: 80215-901 – Curitiba-PR-Brasil

Telefone: 55 41 3271-1637 / Fax: 55 41 3271-1405

e-mail: h.maruo@pucpr.br

RESUMO

Introdução: O objetivo deste trabalho foi determinar e comparar os parâmetros da rugosidade longitudinal e transversal da superfície do esmalte de dentes bovinos e, avaliar a influência desses parâmetros na resistência adesiva (RA). **Métodos:** Foram utilizados 90 incisivos permanentes bovinos. A rugosidade da superfície do esmalte foi mensurada com rugosímetro. Para cada dente foram realizadas 5 leituras no sentido longitudinal e 5 no transversal ao longo eixo do dente em uma área igual a dimensão da base do *bracket*. Os *brackets* metálicos foram colados com Transbond XT e após 24h, avaliou-se a RA em máquina universal de ensaios. **Resultados:** O teste de correlação linear de Pearson mostrou correlação estatisticamente significativa ($p < 0,01$) entre as rugosidades longitudinal e transversal. A correlação entre as rugosidades longitudinal e transversal com a RA não foi estatisticamente significativa ($p > 0,05$). O mesmo resultado foi observado para a correlação entre rugosidade total (Ra longitudinal e Ra transversal) e RA. O teste *t* de *Student* demonstrou haver diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre rugosidade longitudinal e transversal. **Conclusões:** A rugosidade transversal foi maior que a longitudinal; existe forte correlação entre rugosidade longitudinal e transversal; não há correlação entre rugosidade do esmalte e RA.

Palavras-chave: resistência adesiva, rugosidade, esmalte dentário, braquetes ortodônticos.

INTRODUÇÃO

A colagem direta dos *brackets* ortodônticos na face vestibular dos dentes idealizada por Newman,¹ em 1965, com a finalidade de eliminar as bandas metálicas só se tornou possível devido ao conceito do condicionamento ácido do esmalte introduzido por Buonocore,² em 1955. Este condicionamento ácido possibilitou a colagem de acessórios ortodônticos por meio do uso de sistemas adesivos com alta resistência de união, para resistir às forças exercidas durante a mastigação e às forças geradas pelo tratamento ortodôntico.

A partir de então, pesquisas estão sendo realizadas, com o objetivo de analisar a resistência adesiva das técnicas de colagem direta em Ortodontia, variando o sistema adesivo,³⁻⁷ o tipo e tempo de condicionamento do esmalte^{6,8} e tipos de *brackets* ortodônticos.^{9,10}

O trabalho de Powers e Messersmith¹¹ mostra que vários são os fatores que podem interferir na resistência de união entre o esmalte e o *bracket*, incluindo o tipo de dente, alta concentração de fluoretos (fluorose), concentração e tempo de condicionamento ácido, sistema adesivo e base do *bracket*. Nota-se assim que, nos testes de resistência adesiva, grande ênfase é dada à concentração e ao tipo de ácido, tempo de condicionamento, sistema adesivo e tipos de *brackets*, e pouca ou nenhuma atenção às características da superfície do esmalte. Segura *et al*¹² referiram-se à rugosidade, como uma característica do esmalte que está intimamente ligada ao brilho, reflexão da luz e ao acúmulo e retenção da placa bacteriana. A literatura mostra trabalhos que avaliaram a rugosidade de dentes decíduos e permanentes humanos¹³, o efeito da microabrasão na rugosidade de superfície de materiais restauradores, na dentina e no esmalte,^{14,15} a correlação entre rugosidade do esmalte e molhamento,¹⁶ e ainda, a influência de vários

métodos de condicionamento de superfícies cerâmicas na rugosidade e na resistência adesiva de *brackets* metálicos.^{17,18}

A rugosidade é definida como o conjunto de irregularidades, isto é, pequenas saliências e reentrâncias que caracterizam a superfície e que podem ser avaliadas por meio de aparelhos eletrônicos, a exemplo do rugosímetro. Jung *et al*¹⁹ levantaram a hipótese da rugosidade resultar em maior área de adesão facilitando o escoamento do adesivo, mas que irregularidades profundas e estreitas poderiam levar a inclusão de bolhas entre o esmalte e o compósito enfraquecendo a resistência adesiva. Assim, ao se considerar que o condicionamento ácido transforma a superfície lisa e suave do esmalte em uma superfície irregular, permitindo que os monômeros resinosos dos materiais restauradores penetrem dentro das irregularidades por atração e copolimerizem-se entre si, promovendo adesão²⁰, deve-se considerar a possibilidade ou a hipótese da rugosidade da superfície do esmalte interferir na resistência adesiva dos *brackets*.

Considerando que a colagem dos *brackets* ortodônticos é largamente utilizada na clínica de Ortodontia, é relevante testar esta hipótese que pode influenciar diretamente na eficiência da colagem. Além do mais, como os experimentos de resistência adesiva de *brackets* colados à superfície do esmalte até o momento testados não consideraram a rugosidade do esmalte natural, dependendo dos resultados deste trabalho podem comprometer os resultados, atribuídos aos tipos de *brackets*, sistemas adesivos, concentração e tempo de condicionamento ácido.

Por estas razões o objetivo deste trabalho foi determinar e comparar os parâmetros da rugosidade longitudinal e transversal da superfície do esmalte de dentes bovinos e, avaliar a influência desses parâmetros na resistência adesiva.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi submetido à apreciação do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) sob registro nº 293, tendo sido aprovado, parecer nº 214/07.

Para a realização desta pesquisa foram utilizados 90 incisivos inferiores permanentes bovinos com esmalte íntegro, ausência de descalcificação, trincas e fraturas. Após serem extraídos, os dentes foram mantidos em solução de Cloramina T 0,5% para desinfecção durante uma semana. Durante este período os tecidos moles foram removidos, a raiz seccionada no terço médio e a polpa dentária retirada. Em seguida os dentes foram armazenados em água destilada, trocada periodicamente, conforme ISO-TR 11405.²¹

De maneira a avaliar a diferença de rugosidade da superfície do esmalte, cada dente foi numerado e neles realizados demarcações da área a ser avaliada, objetivando a padronização dos testes. Foram utilizados *brackets* metálicos (*standard edgewise dyna-lock*) para incisivos inferiores, com *slot* retangular 0,022"x0,025" (018-504, 3M Unitek®, Monrovia, CA). Considerando-se que a área da base do *bracket* é de 9,35mm², no terço incisal de cada dente foi demarcada esta área utilizando uma caneta a prova d'água (figs 1A e 1B, página 20). Com o auxílio de um rugosímetro (*Taylor Hobson Ltd, Form Talysurf series 2, Leicester, England*) (Anexo 2, fig 1, página 53), foram realizadas as mensurações da rugosidade da superfície delimitada da seguinte maneira: 5 linhas paralelas longitudinais ao longo eixo e 5 linhas paralelas transversais ao longo eixo do dente, totalizando 10 linhas (figs 1C, 1D, página 20). O parâmetro de rugosidade analisado foi a rugosidade média (Ra), que é a média aritmética dos valores absolutos das ordenadas de

afastamento, dos pontos do perfil de rugosidade em relação à linha média, dentro do percurso de medição.

Após este passo, a região da futura colagem foi submetida a profilaxia com pasta de pedra pomes e água por 10 segundos utilizando-se taça de borracha acionada por um micromotor em baixa rotação. Cada taça foi utilizada em 5 dentes evitando seu desgaste excessivo. Na seqüência foi realizado enxágüe dos dentes com jato de água destilada da seringa tríplice por 20 segundos e secos com ar comprimido isento de umidade ou óleo por 20 segundos. Em seguida a superfície do esmalte foi condicionada com ácido fosfórico 37% (Dentsply, Petrópolis, Brasil) por 30 segundos, enxágüe por 20 segundos com jatos de água e seca por 20 segundos com ar comprimido isento de umidade ou óleo (Anexo 2, fig 2, página 53).

A colagem dos *brackets* foi realizada segundo as instruções do fabricante do cimento resinoso Transbond XT (3M Unitek®, Monrovia, CA) (Anexo 2, fig 3, página 53). Os *brackets* foram posicionados na área previamente demarcada na superfície do terço incisal da face vestibular do dente, com o *slot* paralelo ao longo eixo do dente, para que, durante o teste de cisalhamento fosse minimizado o fator “deformação das aletas”. Foi aplicada força correspondente a 400gf com dinamômetro (ETM®, Monróvia, CA,) sobre o *bracket*, para padronizar a espessura do material de colagem. O excesso de material escoado foi removido com sonda exploradora. Ainda com o dinamômetro em posição, realizou-se a fotopolimerização com o aparelho fotopolimerizador Optilux 500® (Demetron Kerr®, Danbury, CT) com irradiância de 600 mW/cm², durante 20 segundos, sendo 10 segundos na interface mesial e 10 segundos na interface distal do *bracket*, a uma distância de 5mm entre o feixe de luz e o *bracket*. A intensidade de luz foi aferida por meio de radiômetro do próprio aparelho (Anexo 2, fig 2, página 53).

Para o preparo dos corpos de prova foi utilizado um dispositivo metálico de aço inoxidável (Anexo 2, fig 4A e 4B, página 54) para garantir o paralelismo do *slot* do *bracket* em relação ao plano vertical e também para que a superfície de colagem ficasse perpendicular ao plano horizontal e paralela à direção da força a ser aplicada no ensaio de cisalhamento após a inclusão do dente na resina acrílica. Este dispositivo foi confeccionado com um fio de aço inoxidável retangular 0,021" x 0,025" (3M Unitek®, Monróvia, CA) soldado em 90º em relação à sua base, e neste fio o *bracket* foi fixado por uma ligadura elástica (3M Unitek®, Monróvia, CA). Em seguida a raiz dentária foi incluída em resina acrílica autopolimerizável Ortoglass (Clássico®, São Paulo, Brasil) no anel metálico de inclusão com 2,5 cm de diâmetro e 2,0 cm de altura (figs 2A, 2B, 2C, 2D e 2E, página 20). Os corpos de prova ficaram armazenados em água destilada à temperatura de 37°C por 24 horas, quando se realizou o teste de cisalhamento dos *brackets*.

Para avaliar a resistência adesiva os corpos de prova foram submetidos ao teste de cisalhamento em uma máquina universal EMIC® DL 500 (Equipamento de ensaio Ltda., São José dos Pinhais, Brasil) (Anexo 2, fig 4C, página 54), com célula de carga de 50 kgf, velocidade de 0,5 mm/min no sentido ocluso-gengival, até a ruptura do *bracket* (fig 2F, página 20). Um computador conectado à máquina registrou o resultado da ruptura em MPa, de cada dente submetido ao teste em relação a área de cada *bracket*. Uma vez que todos os dentes estavam numerados foi possível avaliar, após o ensaio mecânico, a correlação da resistência adesiva dos *brackets* ortodônticos com a rugosidade da superfície de esmalte.

Imagens representativas da área da colagem do *bracket* foram obtidas com Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) (SSX 550 Superscan, Shimadzu®, Kyoto, Japan) (fig 3, página 21), após a metalização, e captadas com máquina fotográfica

(EOS Rebel XTi, Canon[®], Tokyo Japan) adaptada com objetiva macro 50mm f/2.8 EX DG (Sigma[®]).

A análise estatística foi feita com o *software Statistical Package for Social Science 13.0 for windows* (SPSS, Inc., Chicago, IL) e utilizou-se os seguintes testes estatísticos: teste de Kolmogorov-Smirnov, teste de correlação de Pearson e teste “t” de *Student*.

RESULTADOS

Foi encontrado o valor médio de 2,287 μm para rugosidade longitudinal, e 16,756 μm para rugosidade transversal, que resultaram numa rugosidade média total (Ra longitudinal e Ra transversal) de 9,521 μm .

Após a colagem dos *brackets* e preparados os corpos de prova, foi avaliada a resistência adesiva por meio do teste de cisalhamento e obtido o valor médio de 13,317 MPa. Os resultados da rugosidade e da resistência adesiva estão ilustrados na tabela I (página 19).

Visando avaliar se existia correlação entre as medidas da rugosidade longitudinal e transversal ao longo eixo do dente para uma amostra de $n = 90$, inicialmente testou-se a normalidade dos dados para ambas as variáveis utilizando o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov a uma significância de 5%. O resultado do teste indicou que ambas as variáveis apresentavam distribuição normal, uma vez que $p > 0,05$ (Anexo 3, tabela I, página 55).

O teste de correlação linear de Pearson mostrou correlação entre as medidas da rugosidade média longitudinal e transversal de $r = 0,632$ ($p < 0,01$), indicando que existe correlação estatisticamente diferente de zero e que esta correlação é forte (Anexo 3, fig 1, página 55). Para a correlação entre as medidas da rugosidade média

longitudinal e transversal com a resistência adesiva ao cisalhamento obteve-se $r=0,048$ ($p=0,656$) e $r=-0,064$ ($p=0,547$) respectivamente, mostrando que a variável resistência adesiva ao cisalhamento não apresenta correlação com a rugosidade longitudinal e transversal (Anexo 3, figs 2 e 3, página 56). O mesmo resultado foi observado para a correlação entre rugosidade média total (R_a longitudinal e R_a transversal) e resistência adesiva, mostrando que não há correlação estatisticamente significativa, uma vez que $p>0,05$ (Anexo 3, fig 4, página 56). Os resultados da correlação linear de Pearson estão ilustrados na tabela II (página 19).

Para avaliar as diferenças entre as rugosidades longitudinal e transversal, utilizou o teste “t” de *Student* para amostra pareada, que demonstrou haver diferença estatisticamente significativa entre as variáveis ($p<0,05$), sendo a rugosidade média transversal maior que a longitudinal.

DISCUSSÃO

Para a realização desta pesquisa foram utilizados incisivos inferiores permanentes bovinos, pois o esmalte destes dentes é semelhante aos dos humanos em sua composição e propriedades físicas, tornando-os uma alternativa válida nas pesquisas como substituto dos dentes humanos.^{22,23}

Para avaliar a resistência adesiva foi utilizado o teste de cisalhamento pelo fato deste ensaio mecânico proporcionar sobre os *brackets* forças mais próximas às submetidas na boca, durante os movimentos ortodônticos.²⁴

O processo de adesão é responsável por várias situações na Odontologia, principalmente nos procedimentos restauradores de resina composta e na colagem de *brackets* ortodônticos. Um dos requisitos para se obter boa adesão é a formação de microporosidades causada pelo condicionamento ácido. No entanto, pode-se

encontrar na literatura trabalhos que além de usarem o condicionamento ácido, também utilizam, previamente à colagem, outras formas de preparo da superfície aderente, com o propósito de aumentar a rugosidade superficial e avaliar a influência desta na resistência adesiva.^{19,25,26}

Powers e Messersmith¹¹ afirmaram que a resistência adesiva entre o esmalte e o *bracket* pode sofrer influência devido ao tipo de dente, alta concentração de fluoretos (fluorose), concentração e tempo de ataque ácido, sistema adesivo e base do *bracket*, porém não consideraram a rugosidade da superfície do esmalte como um fator que também poderia interferir nesta união.

Eick *et al*²⁷ presumiram que as superfícies mais rugosas e irregulares poderiam promover maior adesividade pelo fato de apresentarem maior área de superfície, e conseqüentemente, a resistência adesiva entre a superfície aderente e o adesivo seria maior. Porém, a excessiva rugosidade poderia impedir o total molhamento do adesivo e provocar a formação de bolhas de ar na interface adesivo esmalte. Portanto, a topografia do dente poderia ter um papel importante na adesão, uma vez que, a presença de bolhas entre o adesivo e a superfície dental poderia enfraquecer a adesão. Essa hipótese deveria ser testada, pois nesta pesquisa, foi encontrada uma diferença significativa entre rugosidades no sentido longitudinal e transversal e o valor médio de resistência foi de 13,3 MPa, valor este bem maior que o recomendado por Reynolds²⁸ de 5,9 a 7,8 MPa para as necessidades clínicas de resistência adesiva.

Jung *et al*¹⁹ avaliaram a influência da rugosidade do esmalte após a utilização de diferentes instrumentos rotatórios na resistência adesiva ao cisalhamento de um compósito. Os resultados mostraram que a superfície que apresentou maior rugosidade não resultou em maior resistência adesiva, observando não haver

correlação entre rugosidade causada por instrumentos rotatórios e resistência adesiva ao cisalhamento. Resultado semelhante foi encontrado por Ariyaratnam *et al*²⁵ que estudaram a correlação da morfologia do esmalte com resistência adesiva de um compósito, utilizando o laser de Nd:YAG em diferentes parâmetros e o ácido fosfórico 37% para preparo da superfície do esmalte, e concluíram que não há correlação entre rugosidade e resistência adesiva.

Os resultados do presente estudo, não foram diferentes, mostrando que não existiu correlação entre rugosidade da superfície do esmalte e resistência adesiva, ou seja, as superfícies mais ou menos rugosas não interferiram na resistência adesiva. Portanto, este resultado está de acordo com os trabalhos de Jung *et al*¹⁹ e Ariyaratnam *et al*²⁵ que variaram a rugosidade do esmalte previamente a colagem, por meio de diferentes instrumentos rotatórios, laser e condicionamento ácido.

Desta forma, todos estes trabalhos não confirmaram a hipótese levantada por Eick *et al*²⁷ de que a topografia da superfície aderente poderia afetar a adesão do sistema adesivo.

Como neste trabalho, o teste de correlação linear de *Pearson* mostrou não haver correlação entre rugosidade e resistência adesiva, não existe justificativa para a comparação entre superfície de esmalte mais ou menos rugosa com a resistência adesiva.

Poderia se comentar que o alto desvio padrão é um indicativo de que não é estatisticamente confirmatório que as diferentes variações de mineralização e estrutura do esmalte poderiam influenciar nos valores da resistência adesiva.¹⁹ Embora, esta pesquisa também tenha apresentado um elevado desvio padrão, a diferença da rugosidade não pode ser utilizada como argumento, uma vez que os

resultados mostraram não existir correlação estatisticamente significativa entre rugosidade e resistência adesiva.

CONCLUSÃO

Considerando a rugosidade média da superfície do esmalte de dentes bovinos e a influência desta na resistência adesiva de *brackets* metálicos pode-se concluir que:

- 1- A quantidade de rugosidade transversal é maior que a longitudinal.
- 2- Existe forte correlação entre rugosidade longitudinal e transversal.
- 3- Não há correlação entre rugosidade do esmalte e resistência adesiva.

REFERÊNCIAS

1. Newman G. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1965; 51: 901-12.
2. Buonocore M. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling material to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955; 34: 849-53.
3. Al Shamsi A, Cunningham JL, Lamey PJ, Lynch E. Shear bond strength and residual adhesive alter orthodontic bracket debonding. *Angle Orthod* 2006; 76: 694-99.
4. Arhun N, Arman A, Sesen Ç, Karabulut E, Korkmaz Y, Gokalp S. Shear bond strength of orthodontic brackets with 3 self-etch adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129: 547-50.
5. Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Comparison of shear bond strength of two self-etch primer/adhesive systems. *Angle Orthod* 2006; 76: 123-26.
6. Pithon MM, Santos RL, Oliveira MV, Ruellas ACO, Romano FL. Metallic brackets bonded with resin-reinforced glass ionomer cements under different enamel conditions. *Angle Orthod* 2006; 76: 700-04.
7. Vicente A, Bravo LA, Romero M, Ortíz AJ, Canteras M. Effects of 3 adhesion promoters on the shear bond strength of orthodontic brackets: An in-vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 129: 390-95.
8. Godoy-Bezerra J, Vieira S, Oliveira JHG, Lara F. Shear bond strength of resin-modified glass ionomer cement with saliva present and different enamel pretreatments. *Angle Orthod* 2006; 76: 470-74.

9. Bishara SE, Olsen M, Von Wald LV. Comparisons of shear bond strength of precoated and uncoated brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 112: 617-21.
10. Cozza P, Martucci L, De Toffol L, Penco SI. Shear bond strength of metal brackets on enamel. *Angle Orthod* 2006; 76: 851-56.
11. Powers JM, Messersmith ML. Enamel etching and bond strength. In: Brantley WA, Eliades T, editors. *Orthodontics materials: scientific and clinical aspects*. New York: Thieme Stuttgart; 2001. p. 310.
12. Segura A, Donly KJ, Wefel JS, Drake D. Effect of enamel microabrasion on bacterial colonization. *Am J Dent* 1997; 10: 272-74.
13. Arman A, Cehreli SB, Ozel E, Arhun N, Çetinsahin A, Soyman M. Qualitative and quantitative evaluation of enamel after various stripping methods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130: 131.e7-14.
14. Chan DCN, Lemke KC, Howell ML, Barghi N. The effect of microabrasion on restorative materials and tooth surface. *Oper Dent* 1996; 21: 63-68.
15. Reisner KR, Levitt H, Mante F. Enamel preparation for orthodontic bonding: A comparison between the use of a sandblaster and current techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 111: 366-73.
16. Al-Omari WM, Mitchell CA, Cunningham JL. Surface roughness and wettability of enamel and dentine surfaces prepared with different dental burs. *J Oral Rehabil* 2001; 28: 645-50.
17. Schmager P, Nergiz I, Herrmann W, Özcan M. Influence of various surface-conditioning methods on the bond strength of metal brackets to ceramic surfaces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 123: 540-46.

18. Saraç YS, Elekdag-Turk S, Saraç D, Turk T. Surface conditioning methods and polishing techniques effect on surface roughness of feldspar ceramic. *Angle Orthod* 2007; 77: 723-28.
19. Jung M, Wehlen LO, Klimek J. Surface roughness and bond strength of enamel to composite. *Dent Mater* 1999; 15: 250-56.
20. Asmussem E, Munrsgaard EC. Bonding of restorative materials to dentine: status of dentine adhesives and impact on cavity design and filling techniques. *Int Dent J* 1988; 38: 97-104.
21. International Organization For Standardization. Technical Specification. Dental Materials – Testing of adhesion to tooth structure. ISO/TS 11405, Second edition, 2003 (E).
22. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res* 1983;10:1076-81.
23. Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK. The use of bovine enamel in bonding studies. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998; 114: 514-19.
24. Oilo G. Bond strength: what does it mean? *Int Dent J* 1993; 43: 492-98.
25. Ariyaratnam MT, Wilson MA, Mackie IC, Blinkhorn AS. A comparison of surface roughness and composite/enamel bond strength of human enamel following the application of the Nd:YAG laser and etching with phosphoric acid. *Dent Mater* 1997; 13:51-55.
26. Canay S, Kocadereli I, Akça E. The effect of enamel air abrasion on the retention of bonded metallic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 117: 15-19.

27. Eick JD, Johnson LN, Fromer JR, Good RJ, Neumann AW. Surface topography: its influence on wetting and adhesion in a dental adhesive system. *J Dent Res* 1972; 51: 780-88.
28. Reynolds RA. Review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975; 2: 171-78.

TABELAS

TABELA I- Estatísticas descritivas da rugosidade e da resistência adesiva

<i>Grupos</i>	<i>n</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>DP</i>
Rugosidade longitudinal	90	2,287	2,295	0,702	4,372	0,831
Rugosidade transversal	90	16,756	16,020	8,372	28,526	4,640
Rugosidade total	90	9,521	9,157	4,855	20,364	2,902
Resistência adesiva	90	13,317	11,997	3,401	25,706	5,415

DP- Desvio padrão

Resultados da rugosidade em μm e da resistência adesiva em MPa

A rugosidade total foi obtida a partir da média entre os valores longitudinais e transversais.

TABELA II- Correlação de pearson para as variáveis resistência adesiva e rugosidades longitudinais e transversais

<i>Variáveis</i>	<i>Correlação</i>	<i>P</i>
Rugosidade longitudinal X Rugosidade transversal	0,632	0,000
Rugosidade longitudinal X Resistência adesiva	0,047	0,656
Rugosidade transversal X Resistência adesiva	-0,064	0,547
Rugosidade total X Resistência adesiva	-0,045	0,669

Valor $p < 0,05$ indica que existe correlação estatisticamente diferente de zero entre as variáveis.

A rugosidade total foi obtida a partir da média entre os valores longitudinais e transversais.

FIGURAS

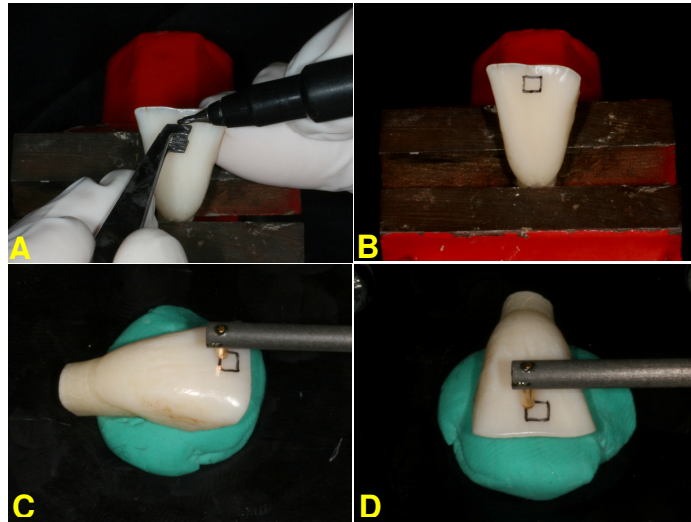


Fig 1. Seqüência da mensuração da rugosidade. **A**, Demarcação da área a ser mensurada; **B**, Área demarcada; **C** e **D**, Mensuração da rugosidade longitudinal e transversal no longo eixo do dente.

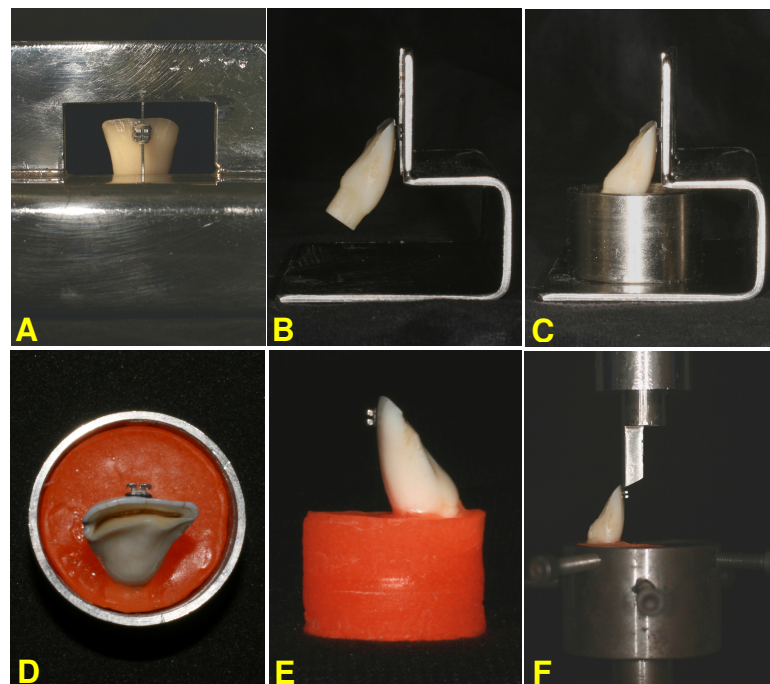


Fig 2. Seqüência do preparo dos corpos de prova. **A** e **B**, Dente preso no fio ,021"x,025" com ligadura elástica, mantendo o *slot* do *bracket* paralelo a força de cisalhamento e perpendicular ao plano horizontal; **C**, Dispositivo com o anel de inclusão posicionado; **D**, Preenchimento com acrílico autopolimerizável; **E**, Corpo de prova com o *bracket* perpendicular à base e paralelo à direção da força de cisalhamento; **F**, Ensaio da Resistência Adesiva ao cisalhamento.

FIGURAS

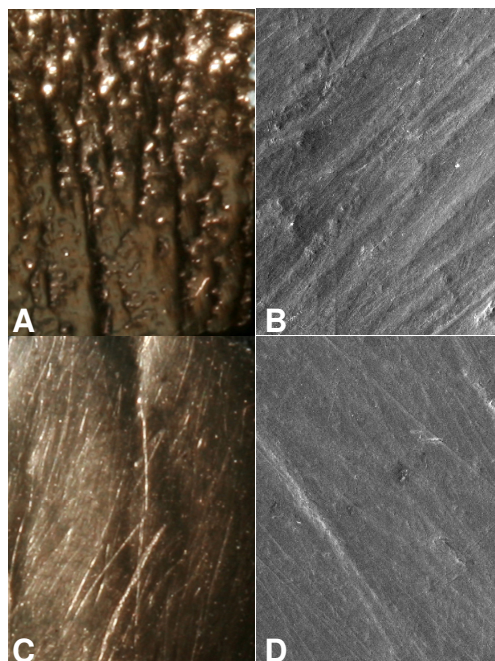


Fig 3. Imagens obtidas com máquina fotográfica e MEV (500X). **A e B**, Superfície mais rugosa; **C e D**, Superfície menos rugosa.

2. ARTIGO EM INGLÊS

TITLE PAGE

NATURAL ENAMEL ROUGHNESS AND ITS INFLUENCE ON BOND STRENGTH

MARCOS ADRIANO SABATOSKI, DDS

Postgraduate Dentistry Program, Orthodontics

Master of Science Student

Pontifical Catholic University of Paraná, Curitiba, Brazil

HIROSHI MARUO, DDS, MSD, PHD

Senior Professor, Postgraduate Dentistry Program, Orthodontics

Pontifical Catholic University of Paraná, Curitiba, Brazil

Corresponding author

Hiroshi Maruo

PONTIFICAL CATHOLIC UNIVERSITY OF PARANÁ

Orthodontic Graduate Program

Rua Imaculada Conceição, 1155

80215-901 – Curitiba-Paraná-Brazil

Phone: 55 41 3271-1637 / Fax: 55 41 3271-1405

e-mail: h.maruo@pucpr.br

ABSTRACT

Introduction: The aim of this study was to determine and compare the longitudinal and transversal roughness parameters of the enamel surface of bovine teeth and evaluate the influence of these parameters on bond strength (BS). **Methods:** Ninety bovine incisors were used. The surface roughness of enamel was measured with a profilometer. For each tooth, five readings were taken in the longitudinal plane and five in the transversal plane of the long axis of the tooth in an area equal to the size of the bracket base. The metal brackets were bonded with Transbond XT and the BS was evaluated in a universal test machine. **Results:** There was a statistical correlation ($P < 0.01$) between the longitudinal and transversal roughness measurements. There was no correlation between roughness measurements (longitudinal and transversal) and BS ($P > 0.05$). The same result was observed for the correlation between total roughness (longitudinal Ra and transversal Ra) and BS. The Student's-*t* test showed that there was a statistical difference ($P < 0.05$) between longitudinal and transversal roughness. **Conclusions:** The transversal roughness is greater than the longitudinal roughness, there is a strong correlation between longitudinal and transversal roughness, and there is no correlation between enamel roughness and BS.

INTRODUCTION

Direct bonding of orthodontic brackets to the labial face of teeth, as presented by Newman¹ in 1965 with the purpose of eliminating the metal bands, only became possible due to the concept of enamel etching, introduced by Buonocore² in 1955. Enamel etching enabled orthodontic accessories to be bonded by means of an adhesive system with high bond strength, in order to resist the forces exerted during mastication and those generated by orthodontic treatment.

Since these findings, research has been conducted with the aim of analyzing the bond strength of direct bonding techniques in Orthodontics by varying the adhesive system,³⁻⁷ type and time of enamel etching^{6,8} and types of orthodontic brackets.^{9,10}

The study of Powers and Messersmith¹¹ showed that there are various factors that can interfere in the bond strength between the enamel and bracket, including the type of tooth, high fluoride concentration (fluorosis), concentration and time of enamel etching, adhesive system, and bracket base. Thus, in bond strength tests, great emphasis is placed upon the concentration and type of acid, etching time, adhesive system, and types of brackets, while little or no attention is paid to the characteristics of the enamel surface. Segura *et al.*¹² referred to roughness as a characteristic of enamel that is closely connected with shininess, light reflection, and the accumulation and retention of bacterial plaque. Studies in the literature have evaluated the roughness of human primary and permanent teeth¹³, the effect of microabrasion on the surface roughness of restorative materials, dentin and enamel,^{14,15} the correlation between enamel roughness and wettability,¹⁶ as well as the influence of various methods of ceramic surface etching on roughness and the bond strength of metal brackets.^{17,18}

Roughness is defined as the set of irregularities - that is, small saliencies and re-entries that characterize the surface and that can be evaluated by means of electronic appliances, such as the roughness meter. Jung *et al.*¹⁹ raised the hypothesis of roughness resulting in a larger bonding area, facilitating the flow of the adhesive, but noted that deep and narrow irregularities could lead to bubbles between the enamel and the composite, weakening the bond strength. Thus, when considering that etching transforms the smooth and even surface of the enamel into an irregular surface that allows for penetration of the resinous monomers of the restorative materials into the irregularities by attraction and their co-polymerization, thus promoting bonding²⁰, one must consider the hypothesis that enamel surface roughness interferes in the bond strength of brackets.

Considering that orthodontic bracket bonding is widely used in the orthodontic practice, it is relevant to test this hypothesis, which could have a direct influence on bonding efficiency. Furthermore, as current experiments regarding the bond strength of brackets bonded to the enamel surface have not considered the natural roughness of enamel, depending on the results of this study, the results attributed to the types of brackets, adhesive systems, concentration, and time of acid etching could be compromised.

For these reasons, the aim of this study was to determine and compare the longitudinal and transversal roughness parameters of the enamel surface of bovine teeth and to evaluate the influence of these parameters on bond strength.

MATERIAL AND METHODS

The present study was submitted to the Ethics Committee on the Use of Animals (CEUA) of the Catholic Pontifical University of Paraná (PUCPR), registration N. 293 for appreciation, and was approved, Report N.214/07.

To conduct this research, 90 bovine mandibular permanent incisors with whole enamel and no decalcification, cracks, or fractures were used. After being extracted, the teeth were kept in a 0.5% Chloramine T solution for disinfection for one week. During this period, the soft tissues, the root section at the middle third and the dental pulp were removed. After this, the teeth were stored in distilled water, which was periodically changed in accordance with ISO-TR 11405.²¹

In order to evaluate the difference in enamel surface roughness, each tooth was numbered and the area to be evaluated on the tooth was delimited for the purpose of standardizing the tests. Metal brackets (standard edgewise dyna-lock™) for mandibular incisors with a 0.022" x .025" rectangular slot were used (018-504, 3M Unitek™, Monrovia, CA). Considering that the area at the base of the bracket is 9.35 mm², this area was demarcated with a water-proof pen in the incisal third of each tooth (Figs. 1A and 1B). Using a profilometer (*Taylor Hobson Ltd, Form Talysurf series 2™, Leicester, England*), the roughness measurements of the delimited surface were made in the following manner: 5 longitudinal lines parallel to the long axis and 5 transversal lines parallel to the long axis of the tooth, totaling 10 lines (Figs. 1C and 1D). The roughness parameter analyzed was the average roughness (Ra), which is the arithmetical mean of the absolute values of the ordinates of distance from the points of the roughness profile in relation to the midline, within the measurement run.

Afterwards, in accordance with all the procedures adopted for bracket bonding in the clinic, the future bonding region was submitted to prophylaxis with pumice stone paste and water for 10 seconds using a rubber cup driven by a low speed hand piece. Each cup was used on five teeth, preventing its excessive wear. After this, the teeth were rinsed with jets of distilled water with a triple syringe for 20 seconds and then dried with compressed air, free of humidity or oil, for 20 seconds. Next, the

enamel surface was etched with 37% phosphoric acid (Dentsply™, Petrópolis, Brazil) for 30 seconds, rinsed for 20 seconds with jets of water and dried for 20 seconds with compressed air free of humidity or oil.

The brackets were bonded in accordance with the Transbond XT resinous cement manufacturer's instructions (3M Unitek™, Monrovia, CA). The brackets were placed in the area previously demarcated on the surface of the incisal third of the labial face of the tooth, with the slot parallel to the long axis of the tooth, so that the factor of "wing deformity" would be minimized during the shear test. Force corresponding to 400 gf was applied on the bracket with a dynamometer (ETM™, Monróvia, CA), to standardize the bonding material thickness. The excess run-off material was removed with an exploratory probe. With the dynamometer still in place, light polymerization was performed with the Optilux 500™ light polymerization device (Demetron Kerr™, Danbury, CT) with an irradiance of 600 mW/cm² for 20 seconds, 10 seconds of which were at the mesial and 10 seconds at distal interface of the bracket, at a distance of 5 mm between the light beam and bracket. The light intensity was checked with the radiometer of the device.

To prepare the test specimens, a stainless steel metal device was used to guarantee the parallelism of the bracket slot in relation to the vertical plane and also for the bonding surface to remain perpendicular to the horizontal plane and parallel to the direction of the force to be applied in the shear test, after the tooth was embedded in acrylic resin. This device was made with a rectangular stainless steel wire measuring 0.021" x 0.025" (3M Unitek™, Monróvia, CA) welded at an angle of 90° to its base and the bracket was fixed to this wire with an elastic ligature (3M Unitek™, Monróvia, CA). After this, the tooth root was embedded in Ortoglass self-polymerizing acrylic resin (Clássico™, São Paulo, Brazil) in a metal ring 2.5 cm in

diameter and 2.0 cm high (Figs. 2A-E). The test specimens were stored in distilled water at a temperature of 37°C for 24 hours. The brackets were then debonded.

To evaluate the bond strength, the test specimens were submitted to a shear test in an EMIC[™] DL 500 universal test machine (Equipamento de ensaio Ltda., São José dos Pinhais, Brazil), with a 50 kgf load cell, at a speed of 0.5 mm/min in the occlusal-gingival direction, until the bracket ruptured (Fig. 2F). A computer connected to the machine recorded the rupture results, in MPa, of each tooth submitted to the test in relation to the area of each bracket. Since all the teeth were numbered, it was possible to correlate the bond strength of the orthodontic brackets with the surface roughness of the enamel after the mechanical test.

Representative images of the bracket bonding area were obtained by Scanning Electronic Microscopy (MEV) (SSX 550 Superscan, Shimadzu[™], Kyoto, Japan) after the teeth were gold coated, and images were captured with a photographic camera (EOS Rebel XTi, Canon[™], Tokyo Japan) fitted with a 50 mm f/2.8 EX DG macro objective (Fig. 3).

Statistical analysis was performed with the *Statistical Package for Social Science 13.0 for Windows* software using the following statistical tests: the Kolmogorov-Smirnov, Pearson's correlation, and Student's-*t* tests.

RESULTS

Mean values of 2.287 μm for longitudinal roughness and 16.756 μm for transversal roughness were found, resulting in a total mean roughness (longitudinal Ra and transversal Ra) of 9.521 μm .

After the brackets were bonded and the test specimens prepared, the bond strength was evaluated by means of the shear test and a mean value of 13.317 MPa was obtained. The roughness and bond strength results are shown in Table I.

In order to evaluate whether there was a correlation between the longitudinal and transversal roughness measurements along the long axis of the tooth for a sample size of $n=90$, the normality of the data for both variables was tested using the Kolmogorov-Smirnov test at a significance of 5%. The result of the test indicated that both variables presented a normal distribution, since $P > 0.05$.

Pearson's linear correlation test showed a correlation between the mean longitudinal and transversal roughness measurements of $r = 0.632$ ($P < 0.01$), indicating that there the correlation was strong and statistically different. For the correlation between the mean longitudinal and transversal roughness measurements and shear bond strength, values of $r = 0.048$ ($P = 0.656$) and $r = -0.064$ ($P = 0.547$), respectively, were obtained, indicating that the variable shear bond strength was not correlated with the longitudinal and transversal roughness. The same result was observed for the correlation between total mean roughness (longitudinal Ra and transversal Ra) and bond strength, showing that there was no statistically significant correlation ($P > 0.05$). The results of Pearson's linear correlation are shown in Table II.

To evaluate the mean differences between the variables longitudinal and transversal roughness, Student's-*t* test was used for paired samples and showed that there was a statistically significant difference between the variables ($P < 0.05$), with the mean transversal roughness being greater than the longitudinal roughness.

DISCUSSION

To conduct this research, bovine mandibular permanent incisors were used, as the enamel of these teeth is similar in composition and physical properties to that of human teeth, making them a valid substitute for research on human teeth.^{22,23}

To evaluate the bond strength, the shear test was used because this mechanical test exerts forces on the brackets similar to the ones that are experienced during orthodontic movements.²⁴

The bonding process is used in various dental procedures, particularly in composite resin restorative procedures and orthodontic bracket bonding. One of the requisites for obtaining good bonding is the formation of microporosities caused by etching. Nevertheless, studies can be found in the literature that, in addition to using etching, also used other forms of adherent surface preparation before bonding with the purpose of increasing surface roughness and evaluating its influence on bond strength.^{19,25,26}

Powers and Messersmith¹¹ affirmed that the bond strength between the enamel and bracket could be influenced by the type of tooth, high concentration of fluorides (fluorosis), concentration and time of etching, adhesive system, and bracket base, but that they did not consider enamel surface roughness as a factor that could also interfere in this bond.

Eick *et al.*²⁷ presumed that rougher and more irregular surfaces could promote greater adhesiveness because they presented a larger surface area and, consequently, that the bond strength between the adherent surface and the adhesive would be greater. Nevertheless, excessive roughness could impede total wetting of the adhesive and cause the formation of air bubbles at the adhesive/enamel

interface. Therefore, the topography of the tooth could have an important role in bonding since the presence of bubbles between the adhesive and the tooth surface could weaken the bond. This hypothesis should be tested, because this current study found a significant difference between the roughness characteristics in the longitudinal and transversal directions, and the mean bond strength was 13.3 MPa, a value that is much higher than the one recommended by Reynolds²⁸ (5.9 to 7.8 MPa) for clinical bond strength requirements.

Jung *et al.*¹⁹ evaluated the influence of enamel roughness on the shear bond strength of a composite using different rotary instruments. The results showed that the surface that had the highest roughness values did not result in higher bond strength and that there was no correlation between the roughness cause by rotary instruments and shear bond strength. A similar result was found by Ariyaratnam *et al.*²⁵, who studied the correlation of enamel morphology with the bond strength of a composite, using Nd:YAG laser at different parameters and 37% phosphoric acid to prepare the enamel surface and concluded that there was no correlation between roughness and bond strength.

The results of the present study were no different, showing that there was no correlation between the roughness of the enamel surface and bond strength, or that rougher or less rough surfaces did not interfere in bond strength. Therefore, this result is in agreement with the studies of Jung *et al.*¹⁹ and Ariyaratnam *et al.*²⁵, who varied the roughness of enamel before bonding by means of different rotary instruments, lasers, and etching.

Therefore, all these studies contradicted the hypothesis raised by Eick *et al.*²⁷ that the topography of the adherent surface could affect the adhesion of the adhesive system.

As in this study, Pearson's linear correlation test showed that there was no correlation between roughness and bond strength, thus there is no justification for the comparison of rougher or less rough enamel surface with bond strength.

One could mention that the high standard deviation is an indication that it is not statistically confirmative that the different variations in enamel mineralization and structure could influence the bond strength values.¹⁹ However, this research also had a high standard deviation. Thus, the difference in roughness cannot be used as an argument since the results showed that there was no statistically significant correlation between roughness and bond strength.

CONCLUSION

Considering the mean surface roughness of bovine tooth enamel and its influence on the bond strength of metal brackets, it can be concluded that:

- 1-The amount of transversal roughness is greater than the longitudinal roughness.
- 2- There is a strong correlation between longitudinal and transversal roughness.
- 3- There is no correlation between enamel roughness and bond strength.

REFERENCE

1. Newman G. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1965; 51: 901-12.
2. Buonocore M. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling material to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955; 34: 849-53.
3. Al Shamsi A, Cunningham JL, Lamey PJ, Lynch E. Shear bond strength and residual adhesive alter orthodontic bracket debonding. *Angle Orthod* 2006; 76: 694-99.
4. Arhun N, Arman A, Sesen Ç, Karabulut E, Korkmaz Y, Gokalp S. Shear bond strength of orthodontic brackets with 3 self-etch adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129: 547-50.
5. Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Comparison of shear bond strength of two self-etch primer/adhesive systems. *Angle Orthod* 2006; 76: 123-26.
6. Pithon MM, Santos RL, Oliveira MV, Ruellas ACO, Romano FL. Metallic brackets bonded with resin-reinforced glass ionomer cements under different enamel conditions. *Angle Orthod* 2006; 76: 700-04.
7. Vicente A, Bravo LA, Romero M, Ortíz AJ, Canteras M. Effects of 3 adhesion promoters on the shear bond strength of orthodontic brackets: An in-vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 129: 390-95.
8. Godoy-Bezerra J, Vieira S, Oliveira JHG, Lara F. Shear bond strength of resin-modified glass ionomer cement with saliva present and different enamel pretreatments. *Angle Orthod* 2006; 76: 470-74.

9. Bishara SE, Olsen M, Von Wald LV. Comparisons of shear bond strength of precoated and uncoated brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 112: 617-21.
10. Cozza P, Martucci L, De Toffol L, Penco SI. Shear bond strength of metal brackets on enamel. *Angle Orthod* 2006; 76: 851-56.
11. Powers JM, Messersmith ML. Enamel etching and bond strength. In: Brantley WA, Eliades T, editors. *Orthodontics materials: scientific and clinical aspects*. New York: Thieme Stuttgart; 2001. p. 310.
12. Segura A, Donly KJ, Wefel JS, Drake D. Effect of enamel microabrasion on bacterial colonization. *Am J Dent* 1997; 10: 272-74.
13. Arman A, Cehreli SB, Ozel E, Arhun N, Çetinsahin A, Soyman M. Qualitative and quantitative evaluation of enamel after various stripping methods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130: 131.e7-14.
14. Chan DCN, Lemke KC, Howell ML, Barghi N. The effect of microabrasion on restorative materials and tooth surface. *Oper Dent* 1996; 21: 63-68.
15. Reisner KR, Levitt H, Mante F. Enamel preparation for orthodontic bonding: A comparison between the use of a sandblaster and current techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 111: 366-73.
16. Al-Omari WM, Mitchell CA, Cunningham JL. Surface roughness and wettability of enamel and dentine surfaces prepared with different dental burs. *J Oral Rehabil* 2001; 28: 645-50.
17. Schmager P, Nergiz I, Herrmann W, Özcan M. Influence of various surface-conditioning methods on the bond strength of metal brackets to ceramic surfaces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 123: 540-46.

18. Saraç YS, Elekdag-Turk S, Saraç D, Turk T. Surface conditioning methods and polishing techniques effect on surface roughness of feldspar ceramic. *Angle Orthod* 2007; 77: 723-28.
19. Jung M, Wehlen LO, Klimek J. Surface roughness and bond strength of enamel to composite. *Dent Mater* 1999; 15: 250-56.
20. Asmussem E, Munrsgaard EC. Bonding of restorative materials to dentine: status of dentine adhesives and impact on cavity design and filling techniques. *Int Dent J* 1988; 38: 97-104.
21. International Organization For Standardization. Technical Specification. Dental Materials – Testing of adhesion to tooth structure. ISO/TS 11405, Second edition, 2003 (E).
22. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res* 1983;10:1076-81.
23. Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK. The use of bovine enamel in bonding studies. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998; 114: 514-19.
24. Oilo G. Bond strength: what does it mean? *Int Dent J* 1993; 43: 492-98.
25. Ariyaratnam MT, Wilson MA, Mackie IC, Blinkhorn AS. A comparison of surface roughness and composite/enamel bond strength of human enamel following the application of the Nd:YAG laser and etching with phosphoric acid. *Dent Mater* 1997; 13:51-55.
26. Canay S, Kocadereli I, Akça E. The effect of enamel air abrasion on the retention of bonded metallic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 117: 15-19.

27. Eick JD, Johnson LN, Fromer JR, Good RJ, Neumann AW. Surface topography: its influence on wetting and adhesion in a dental adhesive system. *J Dent Res* 1972; 51: 780-88.
28. Reynolds RA. Review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975; 2: 171-78.

TABLES

Table I- Descriptive statistics for the roughness (μm) and bond strength (MPa)

<i>Groups</i>	<i>n</i>	<i>Mean</i>	<i>Median</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximun</i>	<i>Standard Desviation</i>
Longitudinal roughness	90	2.287	2.295	0.702	4.372	0.831
Transversal roughness	90	16.756	16.020	8.372	28.526	4.640
Total roughness	90	9.521	9.157	4.855	20.364	2.902
Bond strength	90	13.317	11.997	3.401	25.706	5.415

Total roughness was obtained by the mean between the longitudinal and transverse values.

Table II- Pearson correlation for the longitudinal and transversal roughness and bond strength variables

<i>Variables</i>	<i>Correlation</i>	<i>P</i>
Longitudinal roughness X Transversal roughness	0.632	0.000
Longitudinal roughness X Bond strength	0.047	0.656
Transversal roughness X Bond strength	-0.064	0.547
Total roughness X Bond strength	-0.045	0.669

P<0,05 indicates statistically significant correlation between the variables

Total roughness was obtained by the mean between the longitudinal and transversal values.

FIGURES

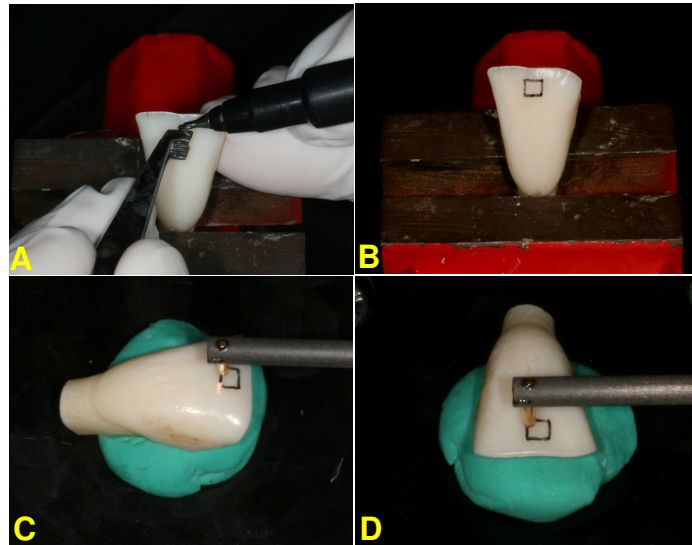


Fig 1. Sequence of the roughness measurement. **A**, Delimitation of the area to be measured; **B**, Delimited area; **C** and **D**, Measurements of the longitudinal and transversal roughnesses in the long axis of the tooth.

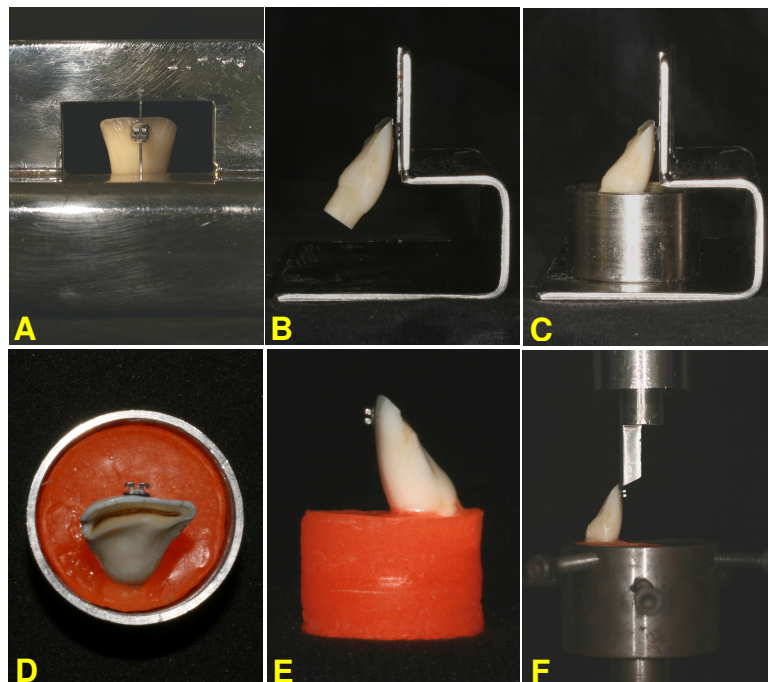


Fig 2. Sequence of mounting test specimens. **A** and **B**, The tooth is fixed to 0.021"x 0.025" wire with elastic ligature; **C**, Device with inclusion ring; **D**, The root embedded in chemically cure acrylic resin; **E**, Test specimen with bracket perpendicular to base and parallel to shear force direction; **F**, Shear bond strength test.

FIGURES

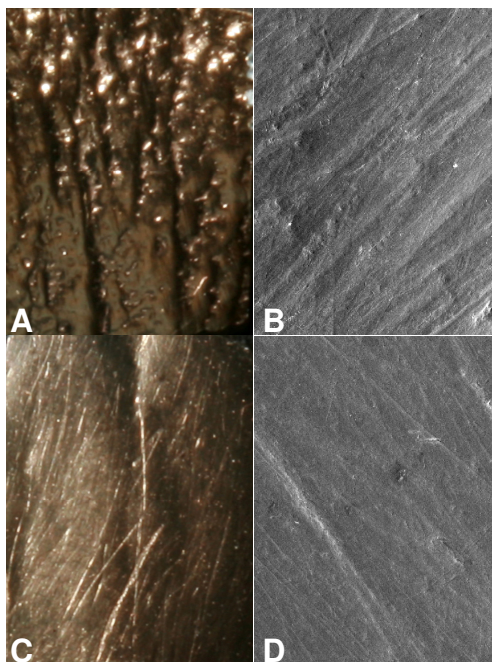


Fig 3. Images obtained with camera and SEM (500X). **A** and **B**, Higher surface roughness; **C** and **D**, Lower surface roughness.

3. ANEXOS

ANEXO 1- Revisão de Literatura

Buonocore, em 1955, apresentou um método para aumentar a adesão da resina acrílica à superfície de esmalte. Dois métodos foram usados para condicionamento de 15 superfícies do esmalte dentário: condicionamento com ácido fosfórico 85%, por 60 segundos e condicionamento com ácido oxálico, por 60 segundos. Posteriormente, foram fixados discos de resina acrílica com 5 mm de diâmetro por 2 mm de espessura. Constatou que a adesão de discos de resina acrílica, sobre à superfície do esmalte era maior quando este era condicionado com ácido fosfórico a 85% por 60 segundos, do que quando condicionado com ácido oxálico, antes da colocação da resina acrílica. Sugeriu algumas explicações para tal fenômeno como grande aumento da área de superfície devido à ação do condicionamento com ácido fosfórico e aumento da capacidade de umedecimento da superfície, permitindo assim, contato íntimo da resina acrílica com o esmalte.

Newman, em 1965, estudou a fixação de *brackets* de policarbonato sobre a superfície dentária com resina epóxica. Concluiu que: quanto maior a área da base do *bracket*, maior a força necessária para romper a união; o pré-tratamento da superfície com pedra pomes seguido de aplicação de ácido fosfórico a 40% aumenta a força de união; combinando resina epóxica de alto peso molecular com uma de baixo peso molecular, poderia acelerar a polimerização e reduzir o potencial de irritação; a reação dos dentes ao ácido fosfórico a 40% e a resultante das forças de união variadas, dependiam do tipo de superfície dental; teste biológicos em ratos indicaram que a composição dos adesivos usados não parecia causar sensibilidade à pele ou irritação à mucosa e eram seguros para o uso em humanos. O autor também testou a resistência adesiva sob ação de forças de cisalhamento, obtendo valores de 0,435 kgf/mm² e 0,576 kgf/mm² para dispositivos testados. Valores estes

que comprovam serem suficientemente fortes para suportar as forças exercidas pelo arco sobre os dentes durante o tratamento ortodôntico.

Reynolds, em 1975, através de uma revisão bibliográfica relatou as vantagens e desvantagens da colagem direta, sobre os procedimentos de colagem, adesivos, resinas acrílicas, selantes e tipos de *brackets*. Segundo o autor, o material adesivo deve apresentar resistência adesiva entre 5,9 MPa a 7,8 MPa para atender as necessidades clínicas, enquanto que, para estudos laboratoriais um valor aproximado de 4,9 MPa seria indicado.

Nakamichi, Iwaku e Fusayama, em 1983, compararam a resistência adesiva entre o esmalte humano e o bovino. A colagem foi realizada com: três tipos de cimentos de policarboxilato (Carlon, Unident, HY-bond), um cimento de ionômero de vidro (Fuji ionomer Tipo II-F), um cimento de fosfato de zinco (Crown Bridge & Inlay Ceram) e dois compósitos (Adaptic e Clearfil Bond System-F). Foram utilizados incisivos centrais e primeiro molares superiores humanos e incisivos inferiores bovinos. As superfícies vestibulares dos dentes foram lixadas com lixas de carbetto de silício. Os corpos de prova foram armazenados em água a 37°C durante uma semana, seguido do ensaio de resistência à tração numa velocidade de 0,8 mm/minuto. Não foi encontrada diferença estatística entre dentes humanos e bovinos. Concluíram que dentes recém extraídos apresentam menores valores de resistência adesiva do que dentes armazenados durante longos períodos. Dentes bovinos podem ser utilizados em substituição aos dentes humanos.

Chan, Lemke, Howell e Barghi, em 1996, fizeram um estudo com objetivo de avaliar a rugosidade do esmalte, da dentina e de materiais restauradores (amálgama, resina, ionômero e porcelana) após a microabrasão. A amostra foi constituída de três incisivos centrais e de três molares. A rugosidade foi avaliada

antes e após a aplicação do sistema de microabrasão (PREMA). De acordo com os resultados concluíram que: a rugosidade da superfície de esmalte não aumentou com o uso do PREMA como haviam concluído em outros trabalhos; a dentina e o ionômero de vidro tiveram aumento na rugosidade, o que contra-indica o uso dessa técnica; o amálgama ficou essencialmente polido; a porcelana foi a que mais resistiu aos efeitos da microabrasão.

Ariyaratnam, Wilson, Mackie e Blinkhorn, em 1997, realizaram um trabalho com objetivo de avaliar a morfologia do esmalte após aplicação do laser de Nd:YAG e do ácido fosfórico 37% e determinar a influência destes na resistência adesiva de um compósito. A amostra foi composta por 80 molares permanentes. Os dentes foram divididos em 8 grupos (n= 10): Grupo 1-controle; Grupos 2-7- laser com diferentes parâmetros (repetições e potência); Grupo 8- ácido fosfórico 37%. A rugosidade causada pelo laser e pelo ácido não foram estatisticamente significante, porém a resistência adesiva do compósito com aplicação do laser foi estatisticamente menor que a do esmalte tratado com ácido. Então, concluíram que o laser de Nd:YAD não pode ser recomendado como uma alternativa viável para o condicionamento do esmalte.

Bishara, Olsen e Von Wald, em 1997, avaliaram se as mudanças na composição do adesivo incorporado à base dos *brackets* pré-adesivados metálicos e cerâmicos afetam a força de adesão e os locais de falhas de colagem. Oitenta e quatro molares humanos foram extraídos e armazenados em solução de Timol a 0,1%. Os *brackets* foram divididos em 4 grupos, sendo 21 dentes colados com *brackets* cerâmicos Transcend convencionais, 21 com *brackets* cerâmicos Transcend pré-adesivados, 21 com *brackets* metálicos Victory Series convencionais e 21 com *brackets* metálicos Victory Series pré-adesivados. Após a realização do

teste de cisalhamento foram avaliados as forças médias dos grupos e o IAR. Comparando os *brackets* cerâmicos pré-adesivados e convencionais não houve diferença estatisticamente significativa na força de adesão, assim como no IAR. Já entre os *brackets* metálicos, os pré-adesivados apresentaram menor força de adesão em relação aos convencionais, e nenhuma diferença no IAR. Utilizando um microscópio eletrônico de varredura, foram avaliadas as bases dos *brackets*. A base do *bracket* cerâmico mostrou-se mais rugosa e com uma maior área retentiva. Concluíram que as diferenças na força de adesão nos *brackets* cerâmicos e metálicos foram devido às mudanças na composição do adesivo utilizado e nos mecanismos de retenção incorporados às bases dos *brackets*.

Reisner, Levitt e Mante, em 1997, estudaram a rugosidade da superfície do esmalte após o seu preparo com diferentes métodos e a influência na resistência adesiva ao cisalhamento. Inicialmente foi avaliada a rugosidade de 20 pré-molares divididos em 4 grupos (n=5): A- jateamento com óxido de alumínio; B- jateamento com óxido de alumínio e ataque ácido; C- broca de baixa rotação (1172) e ataque ácido; D- polimento com pedra pomes, taça de borracha e ataque ácido. Em seguida, os *brackets* foram colados na superfície do esmalte previamente preparadas de 67 pré-molares. Concluíram que o jateamento não danifica a superfície do esmalte e, portanto pode ser usada em substituição ao polimento com pedra pomes; O condicionamento ácido deve ser realizado para que a resistência adesiva seja efetiva.

Segura, Donly, Wefel e Drake, em 1997, avaliaram a capacidade de o *streptococcus mutans* colonizar na superfície dentária que sofreram microabrasão. A amostra foi composta de 20 molares seccionados no sentido buco-lingual. O lado mesial foi abrasionada 5 vezes por 20 segundo (Prema Compound) e a superfície

distal foi designada com grupo controle. Concluíram que as superfícies que foram submetidas a microabrasão tiveram menor presença de streptococcus mutans que as superfícies que não sofreram microabrasão e a microabrasão promoveu superfícies mais lisas.

Oesterle, Shellhart e Belanger, em 1998, compararam a resistência da colagem em esmalte humano (controle), esmalte bovino permanente e bovino decíduo. Detectaram que a resistência da colagem ao esmalte bovino decíduo foi significativamente maior que ao esmalte bovino permanente. A recolagem no esmalte bovino foi realizada cinco vezes, sem afetar significativamente os valores de resistência. Concluíram que o esmalte bovino pode ser utilizado e reutilizado em estudos laboratoriais sem afetar de forma significativa os resultados, embora a resistência da colagem quando se utilizou este tipo de dente, foi 21% a 44% inferior, quando comparado ao humano.

Jung, Wehlen e Klimek, em 1999, tiveram como objetivo avaliar a rugosidade do esmalte provocada por diferentes instrumentos rotatórios e a influência desta na resistência adesiva. A amostra foi formada por 90 terceiros molares que foram seccionados méso-distalmente. As superfícies vestibular e a seccionada foram aplainadas com disco de papel abrasivo. Isto resultou em duas espécimes de cada dente: superfície vestibular com a maior parte dos prismas de esmalte no sentido transversal e superfície seccionada com a maioria dos prismas de esmalte no sentido longitudinal. A metade do esmalte de cada dente foi preparada com diferentes instrumentos rotatórios: broca diamantada de 120 μm , 3 tipos de discos de polimento (30, 15 e 8 μm), 2 tipos de brocas de carbide tungstênio (8 e 30 lâminas) e 2 tipos de pedras de polimento (verde e branca). Cada superfície foi preparada por 20 segundos. A outra metade foi o grupo controle. A rugosidade foi

determinada por um perfilômetro. Somente duas amostras de cada grupo foram analisadas. Para realizar o teste de cisalhamento, dois cilindros de plástico foram colados em cada superfície do esmalte. Os valores da rugosidade variaram de 4,14 a 17,75 μm e o resultado do teste de cisalhamento variou entre 16,8 e 29,4 MPa. Concluíram que a variação da rugosidade do esmalte causada por diferentes instrumentos rotatórios não influenciou no teste de resistência ao cisalhamento.

Canay, Kocadereli e Akça, em 2000, compararam o condicionamento da superfície do esmalte com ácido fosfórico 37% e jateamento com óxido de alumínio na retenção de *brackets* metálicos. A amostra foi constituída de 80 pré-molares, divididos em 4 grupos (n=20): Grupo 1- ácido fosfórico; Grupo 2- jateamento; Grupo 3- pedra pomes e ácido fosfórico; Grupo 4- jateamento e ácido fosfórico. Concluíram que o grupo 2 apresentou resultado estatisticamente menor para a resistência adesiva que os grupos 1, 3 e 4; o grupo 4 apresentou maior resistência adesiva.

Al-Omari, Mitchell e Cunningham, em 2001, realizaram um estudo com objetivo de mensurar a rugosidade da superfície do esmalte e da dentina após o uso de diferentes instrumentos rotatórios. A amostra foi composta por 15 pré-molares superiores, divididos em 3 grupos: grupo 1- broca diamantada; grupo 2- broca carboneto de tungstênio; grupo 3- broca carboneto de tungstênio para acabamento. A superfície mesial e distal de cada dente foi desgastada com as respectivas brocas, a uma profundidade de 0,5mm no esmalte e 2mm na dentina. Após os resultados, concluíram que as diferenças de rugosidade causada pelos instrumentos rotatórios não tiveram influência significativa no molhamento das superfícies de esmalte e dentina.

Schmage, Nergiz, Herrmann e Özcan, em 2003, tiveram propósito de determinar a rugosidade da superfície cerâmica após vários métodos de

condicionamento e avaliar a resistência adesiva de *brackets* metálicos colados nesta cerâmica com ou sem aplicação de silano. As amostras foram divididas de acordo com o método de condicionamento: 1- broca diamantada de 30 µm; 2- jateamento com óxido de alumínio; 3- ácido fluorídrico 5%; 4- jateamento com Cojete-Sand (camada de sílica). Concluíram que: as superfícies cerâmicas preparadas com broca diamantada e jateamento de óxido de alumínio apresentaram maior rugosidade que com ácido fluorídrico e jateamento com Cojete-Sand; o uso do silano com ácido fluorídrico não aumentou a resistência adesiva significativamente, mas aumentou os resultados dos dois tipos de jateamento; a aplicação da camada de sílica resultou em uma resistência adesiva mais favorável entre todos os métodos testados.

Al Shamsi, Cunningham, Lamey e Lynch, em 2006, realizaram um trabalho em que um dos objetivos foi o de comparar a força de cisalhamento entre dois tipos de sistema adesivo. A amostra foi constituída de 60 pré-molares superiores, os quais foram divididos em dois grupos de 30 dentes cada: Grupo I- Fuji Ortho LC aplicado em meio úmido e Grupo II- sistema adesivo fornecido com os *brackets* pré-revestidos (APC *brackets*, 3M Unitek) aplicado em meio seco. Cada sistema adesivo foi usado de acordo com as recomendações do fabricante. Concluíram que a força de cisalhamento do grupo I é estatisticamente menor que a do grupo II, porém os valores obtidos no grupo I estão acima do valor sugerido na literatura para se conseguir uma adesão efetiva. Durante a análise estatística dos resultados observou-se uma grande variabilidade dos valores de resistência ao cisalhamento dentro de cada grupo.

Arhun, Arman, Sesen, Karabulut, Korkmaz e Gokalp, em 2006, realizaram um estudo em que um dos propósitos foi determinar e comparar a resistência ao cisalhamento entre três sistemas adesivos (Adper Prompt L-POP, Clearfil Protect

Bond e Transbond Plus). A amostra foi constituída de 36 pré-molares humanos, divididos em 3 grupos (n= 12). Concluíram que o sistema adesivo Clearfil Protect Bond apresentou um maior resistência ao cisalhamento quando comparado com os outros dois materiais testados.

Arman, Cehreli, Ozel, Arhun, Çetinsahin e Soyman, em 2006, avaliaram a morfologia e a rugosidade da superfície do esmalte de dentes decíduos e permanentes após vários métodos de *stripping*. A amostra foi constituída de 60 dentes decíduos e 60 dentes permanentes. Para a avaliação qualitativa (microscopia eletrônica de varredura) foram utilizados 30 dentes decíduos e 30 permanentes, e os demais dentes foram usados para a avaliação quantitativa (mensuração da rugosidade do esmalte). Os dentes foram divididos em 6 grupos de acordo com o método de desgaste interproximal: grupo 1, disco de stripping; grupo 2, disco diamantado; grupo 3, disco de stripping e *Sof-Lex*; grupo 4, disco diamantado e *Sof-Lex*; grupo 5, disco diamantado e ácido fosfórico 37% e grupo 6, controle. Concluíram que todos os métodos de stripping aumentaram significativamente a rugosidade da superfície do esmalte e a superfície com stripping que foi polida com *Sof-Lex* apresentou menor rugosidade.

Bishara, Ajlouni, Laffoon e Warren, em 2006, realizaram um estudo com propósito de avaliar e comparar a força de cisalhamento de dois sistemas adesivos usados para colagem de *brackets* ortodônticos. A amostra foi composta de 40 molares humanos, divididos em dois grupos de 20 dentes: Grupo I- sistema auto-condicionante Transbond Plus e Grupo II- sistema adesivo Maxcem. Concluíram que houve diferença estatisticamente significante entre os grupos e que o sistema adesivo Maxcem tem potencial para ser usado com sucesso na colagem dos *brackets* ortodônticos se sua força de adesão for melhorada. Durante a análise

estatística dos resultados observou-se uma grande variabilidade dos valores de resistência ao cisalhamento dentro de cada grupo.

Cozza, Martucci, Toffol e Penco, em 2006, compararam a resistência ao cisalhamento entre 5 tipos de *brackets* metálicos com diferentes bases retentivas (victory series, mini dyna-lock, mini sprint, topic e equilibrium 2). A amostra foi composta de 50 incisivos bovinos, divididos em 5 grupos (n=10). Concluíram que todos os *brackets* testados tiveram resultados aceitáveis com relação ao teste de cisalhamento, porém os *brackets* victory series e equilibrium 2 mostraram maior resistência quando os valores foram expressos em newtons.

Godoy-Bezerra, Vieira, Oliveira e Lara, em 2006, realizaram um estudo *in vitro* com propósito de avaliar a resistência ao cisalhamento do cimento de ionômero de vidro modificado em meio contaminado por saliva, utilizando três diferentes superfícies de esmalte: (1) condicionamento com ácido poliacrílico 10%; (2) condicionamento com ácido fosfórico 37%; e (3) sem condicionamento ácido. A amostra foi composta de 125 incisivos inferiores permanentes bovinos, divididos em cinco grupos (n= 25). Grupo I- ácido poliacrílico 10%, Fuji Ortho LC (FOLC) contaminado com saliva; grupo II- ácido fosfórico 37%, FOLC contaminado com saliva; grupo III- FOLC contaminado com saliva sem condicionamento ácido; grupo IV- ácido poliacrílico 10%, FOLC sem saliva; e grupo V (controle) ácido fosfórico 37%, Transbond XT em meio seco. Concluíram que: a) o esmalte condicionado com ácido fosfórico 37% aumento a resistência ao cisalhamento do FOLC contaminado com saliva, porém não houve diferença estatisticamente significativa em relação ao teste realizado com a resina Tranbond XT; b) o esmalte condicionado com ácido poliacrílico 10%, ou sem condicionamento, tiveram menor resistência ao cisalhamento, sem diferença estatisticamente significativa entre eles.

Pithon, Santos, Oliveira, Ruellas e Romano, em 2006, realizaram um estudo com propósito de avaliar a força de cisalhamento de *brackets* metálicos colados com Fuji Ortho LC e Ortho Glass LC com a superfície do esmalte em diferentes condições. A amostra foi composta de 105 incisivos inferiores bovinos, divididos em sete grupos (n= 15), isto é, Grupo 1 (Controle) esmalte condicionada com ácido fosfórico 37% por 15 segundos, lavado e seco pelo mesmo período de tempo, *primer* e *brackets* colados com Tranbond XT; Grupo 2- esmalte sem condicionamento ácido e *brackets* colados com Fuji Ortho LC; Grupo 3- esmalte condicionada com ácido fosfórico 37% por 15 segundos, lavado e seco pelo mesmo período de tempo e *brackets* colados com Fuji Ortho LC; Grupo 4- esmalte condicionado com sistema auto-condicionante Tranbond Plus por 3 segundos. Os *brackets* colados com Fuji Ortho LC; Grupo 5- esmalte sem condicionamento ácido e *brackets* colados com Ortho Glass LC; Grupo 6- esmalte sem condicionamento ácido e *brackets* colados com Fuji Ortho LC; Grupo 3- esmalte condicionada com ácido fosfórico 37% por 15 segundos, lavado e seco pelo mesmo período de tempo e *brackets* colados com Ortho Glass LC e Grupo 7- esmalte condicionado com sistema auto-condicionante Tranbond Plus por 3 segundos. Os *brackets* colados com Ortho Glass LC. Concluíram que : a) Transbond XT e Fuji Ortho LC obtiveram resultados satisfatórios com relação a força de cisalhamento quando foram colados em superfície de esmalte condicionada com ácido fosfórico a 37% ou com sistema auto-condicionante Tranbond Plus; b) O Fuji Ortho LC e o Ortho Glass LC, mostraram baixa adesividade para a superfície do esmalte não condicionada; c) Independentemente do tipo de superfície de esmalte, a média da força de cisalhamento obtida para o Fuji Ortho LC for maior que a do Ortho Glass LC.

Vicente, Bravo, Romero, Ortíz e Canteras, em 2006, realizaram um estudo com propósito de determinar o efeito de 3 agentes de união (*Orthosolo*, *All-bond2* e *Ehance L.C*) na resistência ao cisalhamento de *brackets* metálicos e no índice de adesivo remanescente. A amostra foi constituída de 100 pré-molares, divididos em 6 grupos (n=25) de acordo com o tipo do agente de união e de resina (transbond XT e light bond). Concluíram que nenhum agente de união aumentou significativamente a força de cisalhamento ou a quantidade de resina remanescente após a descolagem.

Saraç, Elekdag-Turk, Saraç e Turk, em 2007, investigaram os efeitos de três métodos de condicionamento de superfície na resistência adesiva de *brackets* metálicos e os efeitos destes condicionamentos na rugosidade da cerâmica felDSPática. Trinta amostras de cerâmicas foram divididas em 3 grupos (n=10) de acordo com o método de condicionamento: grupo A: jateamento trióxido de alumínio; grupo H: ácido fluorídrico; grupo AH: jateamento e ácido fluorídrico. Sessenta e três espécimes de cerâmica foram divididas em 3 grupos (n=21) de acordo com o método de condicionamento, para avaliar a rugosidade. Concluíram que os valores encontrados para a resistência adesiva foram acima da média preconizada (6-8MPa), exceto para o grupo H e os grupos A e AH apresentaram superfícies mais rugosas que o grupo H.

ANEXO 2- Aprovação do Comitê de Ética no Uso de Animais



PUCPR

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ

NÚCLEO DE BIOÉTICA
COMITÊ DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

PARECER DE PROTOCOLO DE PESQUISA

Parecer nº: 214/07 CEUA PUCPR

Registro do projeto no CEUA: 293

Data do parecer: 26/11/2007

Título do Projeto:

A influência da rugosidade do esmalte na resistência ao cisalhamento de brackets metálicos

Pesquisador responsável:

Hiroshi Maruo

Equipe da pesquisa:

Marcos A. Sabatoski

Instituição:

PUCPR

Categoria do Experimento - Categoria A

Espécie de Animal	Sexo	Idade ou peso	Quantidade
Pesquisa com dentes bovinos	indeterm	500 kg	20

O colegiado do CEUA em reunião no dia 22/11/2007, avaliou o projeto e emite o seguinte parecer: **APROVADO**.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEUA-PUCPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

Se a pesquisa, ou parte dela for realizada em outras instituições, cabe ao pesquisador não iniciá-la antes de receber a autorização formal para a sua realização. O documento que autoriza o início da pesquisa deve ser carimbado e assinado pelo responsável da instituição e deve ser mantido em poder do pesquisador responsável, podendo ser requerido por este CEUA em qualquer tempo.

Lembramos ao senhor pesquisador que é obrigatório encaminhar o relatório anual parcial e relatório final da pesquisa a este CEUA.

Curitiba, 6 de dezembro de 2007

Atenciosamente



Profa. Gracinda Maria D'Almeida e Oliveira
Coordenadora do CEUA
PUC PR



ANEXO 3 - Material e Métodos

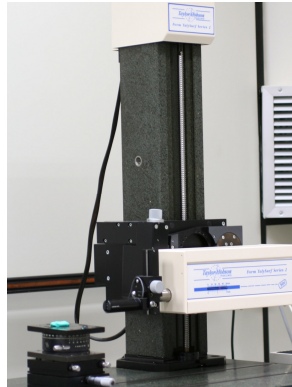


Fig 1. Rugosímetro Taylor Hobson, Form Talysurf series 2, Leicester, England.

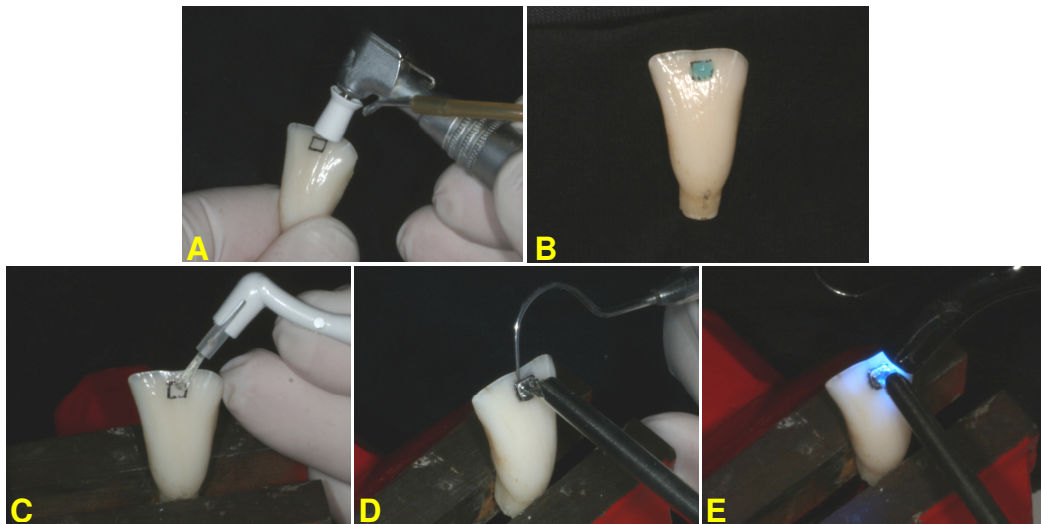


Fig 2. Sequência da colagem direta de *brackets*. **A**, Profilaxia; **B**, Condicionamento ácido; **C**, Aplicação do *primer*; **D**, Remoção dos excessos de resina com sonda exploradora, mantendo a pressão de 400gf com o dinamômetro; **E**, Fotopolimerização com o dinamômetro em posição.

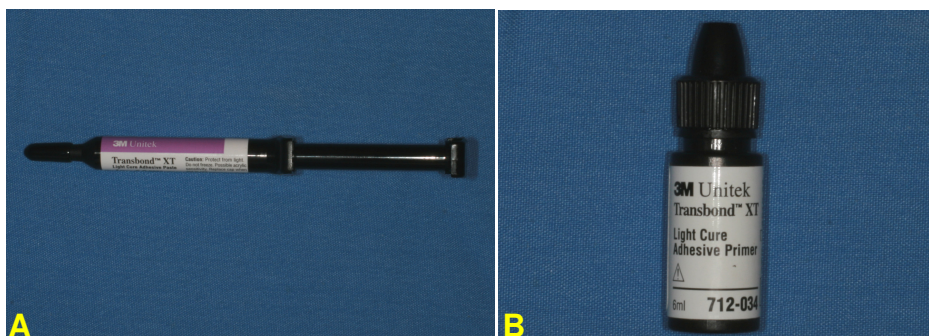


Fig 3. Sistema adesivo Transbond® XT (3M Unitek®, Monróvia, CA). **A** e **B**, Cimento resinoso e Primer Tranbond® XT.

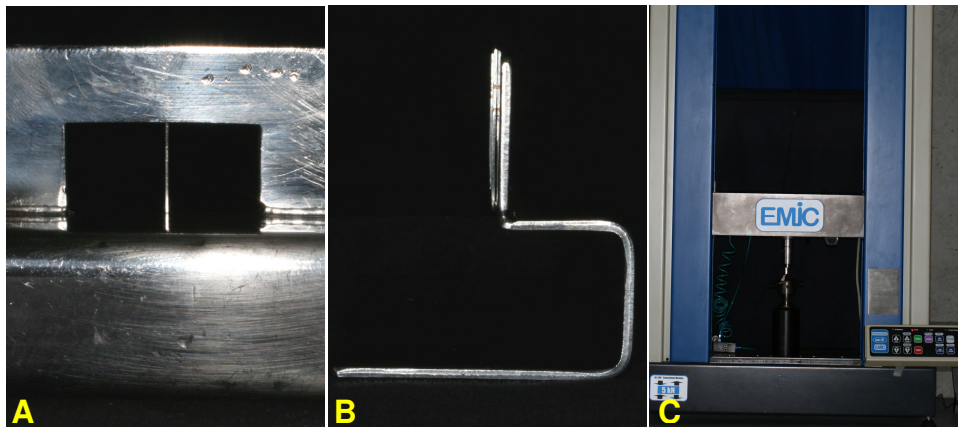


Fig 4. **A e B,** Dispositivo idealizado para montagem dos dentes nos anéis de inclusão; **C,** Máquina universal de ensaios EMIC®DL 500.

Anexo 4- Análise Estatística

TABELA I-TESTE DE NORMALIDADE DE KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA TODOS OS GRUPOS ESTUDADOS, PUCPR-2008

GRUPOS	ESTATÍSTICA	n	VALOR p
Rugosidade longitudinal	0,0680	90	0,2000
Rugosidade transversal	0,0920	90	0,0578

NOTA: Distribuição normal para $p > 0,05$.

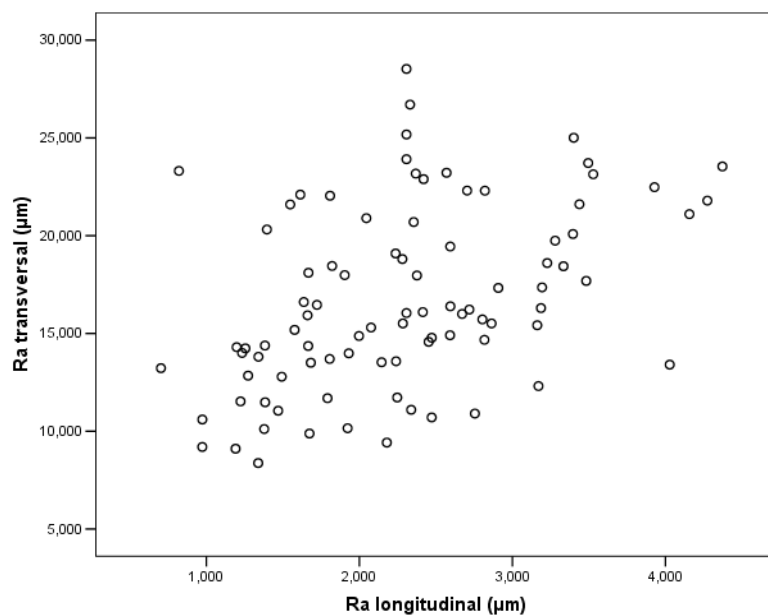


Fig 1. Diagrama de dispersão para as variáveis Ra transversal e Ra longitudinal.

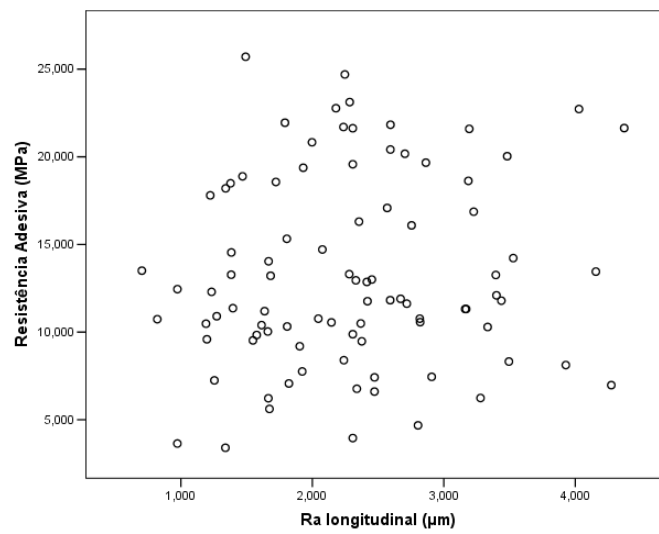


Fig 2. Diagrama de dispersão para as variáveis Ra longitudinal e RA.

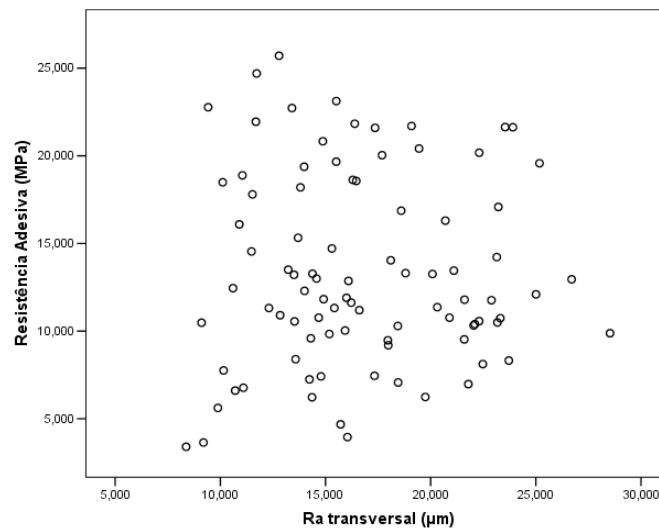


Fig 3. Diagrama de dispersão para as variáveis Ra transversal e RA.

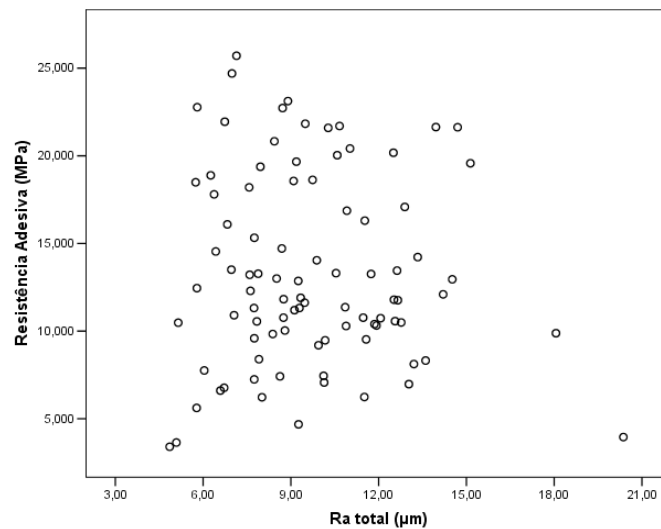


Fig 4. Diagrama de dispersão para as variáveis Ra total e RA.

Anexo 5 - Normas do American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics

Information for Authors

Electronic manuscript submission and review

The *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* now uses *Editorial Manager*, an online manuscript submission and review system. To submit or review an article, please go to the **AJO-DO** Editorial Manager website: ees.elsevier.com/ajodo.

Send other correspondence to:

Dr David L. Turpin, DDS, MSD,
Editor-in-Chief *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*
University of Washington
Department of Orthodontics, D-569
HSC Box 357446
Seattle, WA 98195-7446
Telephone (206)221-5413 Fax (206)221-5467
E-mail: dlturpin@aol.com

General Information

The *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* publishes original research, reviews, case reports, clinical material, short communications, and other material related to orthodontics and dentofacial orthopedics.

Submitted manuscripts must be original, written in English, and not published or under consideration elsewhere. Manuscripts will be reviewed by the editor and consultants and are subject to editorial revision. Authors should follow the guidelines below.

Statements and opinions expressed in the articles and communications herein are those of the author(s) and not necessarily those of the editor(s) or publisher, and the editor(s) and publisher disclaim any responsibility or liability for such material. Neither the editor(s) nor the publisher guarantees, warrants, or endorses any product or service advertised in this publication; neither do they guarantee any claim made by the manufacturer of any product or service. Each reader must determine whether to act on the information in this publication, and neither the *Journal* nor its sponsoring organizations shall be liable for any injury due to the publication of erroneous information.

Guidelines for Original Articles

Submit Original Articles via the online Editorial Manager: ees.elsevier.com/ajodo. Organize your submission as follows.

1. Title Page. Put all information pertaining to the authors in a separate document. Include the title of the article, full name(s) of the author(s), academic degrees, and institutional affiliations and positions; identify the corresponding author and include an address, telephone and fax numbers, and an e-mail address. This information will not be available to the reviewers.

2. Abstract. Structured abstracts of 200 words or less are preferred. A structured abstract contains the following sections: Introduction, describing the problem; Methods, describing how the study was performed; Results, describing the primary results; and Conclusions, reporting what the authors conclude from the findings and any clinical implications.

3. Manuscript. The manuscript proper should be organized in the following sections: Introduction and literature review, Material and Methods, Results, Discussion, Conclusions, References, and figure captions. Express measurements in metric units whenever practical. Refer to teeth by their full name or their FDI tooth number. For style questions, refer to the *AMA Manual of Style*, 9th edition. Cite references selectively, and number them in the order cited. Make sure that all references have been mentioned in the text. Follow the format for references in "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" (Ann Intern Med 1997;126:36-47); <http://www.icmje.org>. Include the list of references with the manuscript proper. Submit figures and tables separately (see below); do not embed figures in the word processing document.

4. Figures. Digital images should be in TIF or EPS format, CMYK or grayscale, at least 5 inches wide and at least 300 pixels per inch (118 pixels per cm). Do not embed images in a word processing program. If published, images could be reduced to 1 column width (about 3 inches), so authors should ensure that figures will remain legible at that scale. For best results, avoid screening, shading, and colored backgrounds; use the simplest patterns available to indicate differences in charts. If a figure has been previously published, the legend (included in the manuscript proper) must give full credit to the original source, and written permission from the original publisher must be included. Be sure you have mentioned each figure, in order, in the text.

5. Tables. Tables should be self-explanatory and should supplement, not duplicate, the text. Number them with Roman numerals, in the order they are mentioned in the text. Provide a brief title for each. If a table has been previously published, include a footnote in the table giving full credit to the original source.

6. Model release and permission forms. Photographs of identifiable persons must be accompanied by a release signed by the person or both living parents or the guardian of minors. Illustrations or tables that have appeared in copyrighted material must be accompanied by written permission for their use from the copyright owner and original author, and the legend must properly credit the source. Permission also must be obtained to use modified tables or figures.

7. Copyright release. In accordance with the Copyright Act of 1976, which became effective February 1, 1978, all manuscripts must be accompanied by the following written statement, signed by all authors: *"The undersigned author(s) transfers all copyright ownership of the manuscript [insert title of article here] to the American Association of Orthodontists in the event the work is published. The undersigned author(s) warrants that the article is original, does not infringe upon any copyright or other proprietary right of any third party, is not under consideration by another journal, has not been previously published, and includes any product that may derive from the published journal, whether print or electronic media. I (we) sign for and accept responsibility for releasing this material."* Scan the printed copyright release and submit it via the Editorial Manager, or submit it via fax or mail.

8. Conflict of interest statement. Report any commercial association that might pose a conflict of interest, such as ownership, stock holdings, equity interests and consultant activities, or patent-licensing situations. If the manuscript is accepted, the disclosed information will be published with the article. The usual and customary listing of sources of support and institutional affiliations on the title page is proper and does not imply a conflict of interest. Guest editorials, Letters, and Review articles may be rejected if a conflict of interest exists.

Other Articles

Follow the guidelines above, with the following exceptions, and submit via Editorial Manager.

Case Reports will be evaluated for completeness and quality of records, quality of treatment, uniqueness of the case, and quality of the manuscript. A high quality manuscript will include the following sections: introduction; diagnosis; etiology; treatment objectives, alternatives, progress, and results; and discussion. The submitted figures should include extra oral and intraoral photographs and dental models, panoramic radiographs and tracings from both pretreatment and posttreatment, and progress or retention figures as appropriate.

Short Communications should not exceed 2000 words, including the bibliography, and should include a minimal number of figures or tables. Priority will be given to communications relating to primary research data, preferably clinical but also basic. This section permits time-sensitive material to be published within 6 months of submission.

Techno Bytes items report on emerging technological developments and products for use by orthodontists.

Litigation, Legislation, and Ethics items report legal and ethical issues of interest to orthodontists.

Miscellaneous Submissions

Letters to the Editor and Ask Us questions and answers appear in the Readers' Forum section and are encouraged to stimulate healthy discourse concerning the profession. Send letters or questions directly to the editor, via e-mail: dlturpin@aol.com. Submit a signed copyright release with the letter, or fax or mail separately.

Brief, substantiated commentary on subjects of interest to the orthodontic profession is occasionally published as a Guest Editorial or Special Article. Send Guest Editorials or Special Articles directly to

the editor, via e-mail: dlturpin@aol.com. Submit a signed copyright release with the editorial, or fax or mail separately.

Books and monographs (domestic and foreign) will be reviewed, depending on their interest and value to subscribers. Send books to the Editor of Reviews and Abstracts, Dr Alex Jacobson, University of Alabama School of Dentistry, 1919 7th Ave S, Box 23, Birmingham, AL 35294. They will not be returned.

Checklist for authors

____ Title page, including full name, academic degrees, and institutional affiliation and position of each author, and author to whom correspondence and reprint requests are to be sent, including address, business and home phone numbers, fax numbers, and e-mail address

____ Abstract

____ Article proper, including references and figure legends

____ Figures, in TIF or EPS format

____ Tables

____ Copyright release statement, signed by all authors

____ Photographic consent statement(s)

____ Conflict of interest statement

____ Permissions to reproduce previously published material