

**Avaliação *in vitro* das propriedades físicas de *brackets* cerâmicos**

Alinny do Nascimento Cruz<sup>1</sup> Lucas Tamanini Hesse<sup>2</sup>, Sara Saramago Gobi<sup>3</sup>, Guilherme de Araujo Almeida<sup>4</sup>, Daniel Jardim Taveira Privado<sup>5</sup>, Maria Cecília Monteiro Marques Magalhães<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Discente em odontologia da Universidade de Rio Verde, Goiás, Brasil. Aluna de Iniciação Científica - PIVIC

<sup>2</sup>Discente em odontologia da Universidade de Rio Verde, Goiás, Brasil

<sup>3</sup>Discente em odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

<sup>4</sup>Docente em odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

<sup>5</sup>Docente da Universidade de Rio Verde, Goiás, Brasil

<sup>6</sup>Docente da Universidade de Rio Verde, Goiás, Brasil (mariacecilia@unirv.edu.br)

**Reitor:**

Prof. Dr. Alberto Barella Netto

**Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação:**

Prof. Dr. Carlos César E. de Menezes

**Editor Geral:**

Prof. Dra. Andrea Sayuri Silveira Dias Terada

**Editores de Seção:**

Profa. Dra. Ana Paula Fontana

Prof. Dr. Hidelberto Matos Silva

Prof. Dr. Fábio Henrique Baia

Profa. Dra. Muriel Amaral Jacob

Prof. Dr. Matheus de Freitas Souza

Prof. Dr. Warley Augusto Pereira

**Fomento:**

Programa PIBIC/PIVIC UniRV/CNPq 2023-2024

**Resumo:** Como alternativa aos *brackets* metálicos, surgiram os *brackets* cerâmicos, que podem ser policristalinos ou monocristalinos. Este estudo *in vitro* teve como objetivo avaliar e comparar as propriedades físicas e mecânicas dos *brackets* cerâmicos. A amostra foi constituída por 10 *brackets* de cerâmica policristalina, e 10 *brackets* de cerâmica monocristalina que foram colados na face vestibular de dentes bovinos padronizados em incisivos centrais e laterais, incluídos em resina Epoxi com angulação padronizada de 90°. Todas as amostras foram armazenadas em água destilada, dentro de estufa bacteriológica. A transmissão de calor para polpa durante a fotoativação foi avaliada com uso do Termopar, em três momentos (antes, imediatamente após e 5 minutos após a colagem do *bracket*). O cisalhamento foi realizado com uma célula de carga de 100kgf a uma velocidade constante de 0,5mm/min para determinar os níveis de força necessários para remoção dos *brackets*. *Software Image J* foi utilizado para avaliar a propagação de trincas no esmalte antes, imediatamente após, e 5 minutos após a colagem do *bracket*. Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas na transmissão de calor e na força de cisalhamento entre os tipos de *brackets*. No entanto, a região mesio incisal dos dentes apresentou maior risco de novas trincas, com todas as trincas geradas em sentido vertical, além de um aumento no tamanho das trincas em dentes já fragilizados.

**Palavras-Chave:** Adesivo ortodôntico.  
Cisalhamento. Contração pós gel.

**Title:** *In vitro* evaluation of the physical properties of ceramic

**Abstract:** Orthodontics seeks to correct these problems through biomechanical tooth movement, using metal brackets, which, although effective, can be aesthetically unfavorable. As an



*alternative, ceramic brackets have emerged, which can be polycrystalline (formed by multiple aluminum oxide crystals) or monocrystalline (composed of a single crystal of the material). This in vitro study aimed to evaluate and compare the physical and mechanical properties of both types of ceramic brackets available on the market. 10 polycrystalline and 10 monocrystalline ceramic brackets were used, bonded to standardized bovine teeth, with prior inclusion in epoxy resin and a 90° angle. The samples were stored in distilled water at 37° Celsius. Heat transmission to the pulp was assessed during a 20-second photoactivation, measuring the temperature at three moments: before bonding, immediately after photoactivation and five minutes later. The shear test was carried out to determine the force required to remove the brackets. The results showed that there were no significant differences in heat transmission and shear force between the bracket types. However, the mesio-incisal region of the teeth showed a greater risk of new cracks, with all cracks generated in a vertical direction, as well as an increase in the size of cracks in already weakened teeth.*

**Keywords:** Orthodontic Adhesive; Shear; Post Gel Contraction;

### Introdução

O aumento dos tratamentos ortodônticos em adultos culminou no desenvolvimento dos primeiros *brackets* cerâmicos estéticos no final da década de 1980. Os *brackets* cerâmicos apresentam uma composição de óxido de alumínio ( $Al_2O_3$ ), podendo ser produzidos de dois modos: alumina policristalina ou alumina monocristalina. A principal diferença entre essas duas estruturas é a claridade óptica, sendo a monocristalina mais clara e translúcida que a policristalina. No entanto, ambas apresentam boa resistência a alterações de cor (Sobreira, 2007).

A eficácia do tratamento ortodôntico requer uma adesão adequada entre *brackets* e a superfície do esmalte, que suporte as forças ortodônticas e as cargas mastigatórias (Ahmed et al., 2018). Muitos fatores podem desencadear uma falha da união entre *brackets* e esmalte, como a forma de condicionamento do esmalte, composição do adesivo, design da base do *bracket*, material do *bracket* e a habilidade do clínico. O descolamento de *brackets* é comum durante o tratamento ortodôntico, variando de 1,8% a 20,1% (Barbosa et al., 2018).

Com o advento do condicionamento ácido em esmalte por Buonocore em 1955 (Buonocore, 1995), vários adesivos ortodônticos foram desenvolvidos. As primeiras resinas adesivas eram de presa química e apresentavam como principal desvantagem a incapacidade de controlar o tempo de presa. Em 1979, Tavas e Watts descreveram pela primeira vez na literatura o uso de materiais fotopolimerizáveis in vitro na ortodontia (Tavas, 1979). Na técnica de colagem direta, o material é polimerizado sob o *bracket* de base metálica ou cerâmica, por iluminação direta.

Recentemente, novos sistemas adesivos autocondicionantes foram introduzidos na ortodontia com o objetivo de simplificar o processo de colagem dos *brackets*, eliminando a etapa de condicionamento ácido e a utilização de primer. Esses sistemas têm apresentado vantagens, como a redução da perda de estrutura do esmalte, prevenção de contaminação por saliva e menor tempo de cadeira. Um fator importante que deve ser levado em consideração na evolução dos materiais utilizados na ortodontia é a resistência ao cisalhamento. Reynolds (Reynolds, 1975) afirmou em seu estudo que resistências de 5,9 a 7,8 MPa são suficientes para suportar as forças mastigatórias (Bishara et al.) compararam a resistência de união entre um primer ácido de resina composta com um sistema adesivo convencional e encontraram uma média de resistência de 10,4 e 11,8 MPa, respectivamente. Os sistemas autocondicionantes apresentam uma resistência de união ampla, variando de 2,8 a 16,6 MPa (Reynolds, 1975). Portanto, para ser considerado ideal, o adesivo ortodôntico deve apresentar adequada resistência de união e preservação do esmalte após a remoção do *bracket*.

### Material e Métodos

#### 1. Desenho do estudo

Vinte dentes bovinos foram selecionados, limpos e armazenados em um recipiente com gazes embebidas em água destilada, em uma estufa bacteriológica, a uma temperatura constantes de 37°C. Os dentes foram divididos de forma aleatória em dois grupos distintos: A) *Brackets* monocristalinos (n=10) (IDlogical, Produtos Ortodônticos, São José do Rio Preto, Brasil); B) *Brackets* policristalinos (n=10) (Dental Morelli Ltda, Sorocaba, Brasil).

## 2. Preparação das amostras

Para o preparo das amostras, cada dente foi fixado em cera utilidade (Cera Utilidade NewWax – Technew) e pequenos fragmentos de cano de PVC, com altura de 3cm, foram utilizados para melhor adaptar o dente. Utilizamos resina Epoxi para incluir as amostras (Figura 1), no qual padronizamos a angulação de 45°, como forma de simular a posição do dente no alvéolo.



Figura 1 - Preparo e confecção das amostras  
Fonte: Autoria própria

Finalizada a inclusão dos dentes, todos foram radiografados em um aparelho de Raio X digital, cujo objetivo foi mensurar a posição adequada para a colagem dos *brackets*, e determinar o ponto de perfuração para a colocação do termopar (Figura 2). Com auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo CD15, Mitutoyo Co, Kawasaki, Japão) as medidas obtidas nas radiografias foram transferidas para superfície dental, permitindo a perfuração correta das amostras, cuja câmara pulpar foi acessada manualmente com ponto diamantada (#1014 HL KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) utilizando peça de mão de alta rotação com irrigação constante. Certificou-se através da radiografia com o termopar em posição, o tangenciamento da ponta ativa com a parede pulpar vestibular (Figura 2C).

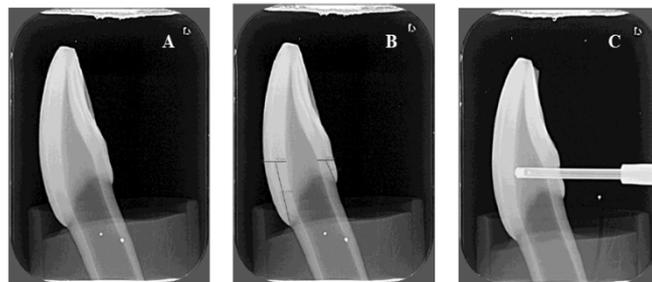


Figura 2 - Radiografias digitais: (A) radiografia inicial; (B) radiografia com as mensurações apropriadas para perfuração; (C) Termopar em posição. Transiluminação – análise de trincas no esmalte  
Fonte: Autoria própria

As amostras foram avaliadas em três momentos distintos - ( $T_0$ ) antes da colagem do *bracket*, ( $T_1$ ) imediatamente após a colagem, ( $T_2$ ) imediatamente após a descolagem do *bracket*; para detectar a presença ou propagação de trincas no esmalte. As imagens das amostras foram capturadas de forma padronizada, todas tiradas com a mesma câmera (Canon EOS REBEL T5i, Canon Inc., Tokyo, Japão; lente macro Tokina AT-X 100mm f/2.8D, Kenko Co. Ltd., Tóqui, Japão), e nas mesmas configurações (ISO 200, f/18, 1/200s). Foi utilizada uma luz de transiluminação (Photonita, P1050, Florianópolis, SC, Brasil) com iluminador de fibra óptica posicionado na superfície incisal do dente (Rosatto *et al.*, 2015). As amostras foram posicionadas em um dispositivo personalizado (Oliveira *et al.*, 2018), que permitia a estabilização tanto da amostra, quanto da máquina fotográfica, possibilitando ajuste da distância entre máquina/dente (Figura 3).

Foi utilizado o *software Image J* (National Institute of Health, Bethesda, MD, EUA) para medir as trincas. Inicialmente, uma distância mensurada da coroa clínica bovina foi fornecida ao software,

utilizando a ferramenta “set scale”. A partir desta distância conhecida, ao selecionar a trinca, foi possível mensurar o comprimento da trinca.



Figura 3 - Setup utilizado para o teste de transiluminação. Colagem dos brackets  
Fonte: Autoria própria

Para a cimentação dos *brackets*, foi realizada inicialmente uma profilaxia com pedra pomes e água em todos os dentes, condicionamento ácido com ácido fosfórico 37% (Condac 3M, FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil) durante 15 segundos na superfície do esmalte, e posteriormente, irrigado por 30 segundos com água. Todas as cimentações foram realizadas utilizando o mesmo sistema adesivo ortodôntico, Transbond XT (3M Unitek Orthodontics Products, Mowrovia, EUA), em colagem direta, padronizando a angulação da fonte de luz, posicionada perpendicularmente ao bracket (Figura 4).

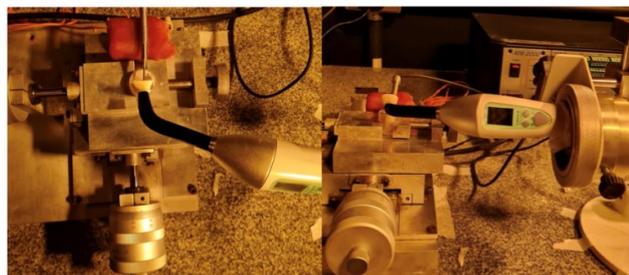


Figura 4 - Posição do fotopolimerizador perpendicular ao bracket. Mensuração da temperatura pulpar  
Fonte: Autoria própria

Para detecção da alteração de temperatura pulpar causada durante a fotoativação do *bracket* no esmalte, foi empregado um termopar tipo J (Ecil Produtos e Sistemas para Medição e Controle Ltda, Piedade, SP). Este dispositivo foi inserido na câmara pulpar através de uma perfuração na face palatina dos incisivos bovinos, em região de altura semelhante a posição da colagem do *bracket*, mantendo contato com a dentina pulpar na face vestibular da câmara pulpar. O termopar tipo J pode capturar variações de temperatura variando de 0°C a 480°C, e foi conectado à placa de aquisição de dados condicionadora de tensão (ADS2000, Lynx Tecnologia Eletrônica, São Paulo, SP, Brasil) (Figura 5).



Figura 5 - Termopar tipo J inserido na câmara pulpar na posição da colagem do *bracket*  
Fonte: Autoria própria

### 3. Cisalhamento:

As amostras foram armazenadas em água destilada antes do teste a uma temperatura de 37°C  $\pm$  2°C, e testadas imediatamente após a remoção da água. Para o ensaio de cisalhamento mecânico, utilizamos a máquina de teste universal EMIC DL 2000 (Ínstron Brasil Equipamentos Científicos Ltda, São José dos Pinhás, Brasil). Utilizamos uma ponta em formato de lâmina que aplicou uma carga de 100kgf em velocidade de teste de 0.5mm/min (Gravina *et al.*, 2014) no sentido ocluso-gengival, até que sucedeu a descolagem do *bracket*. Os dados obtidos nesse teste foram armazenados em um computador conectado ao dispositivo do teste.

### Resultados e Discussão

A avaliação de normalidade e homogeneidade das amostras foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk (Tabela I). Na avaliação de propagação de trincas por meio da transiluminação, não foi observada a formação de novas trincas (Tabela II), no entanto, em dentes que já apresentavam trincas inicialmente ao teste ( $T_0$ ), foi observado um aumento no tamanho da trinca já existente (mm).

Em relação a variação de temperatura pulpar durante a fotoativação, não observamos diferença estatisticamente significativa nos dois grupos (A e B), e a variação de temperatura foi de aproximadamente 1°C. Alguns estudos indicam que para ocorrer variação de temperatura pulpar significativa durante a fotoativação, a temperatura pulpar deve subir mais de 3°C (NALBANTGIL, TOZLU e OZTOPRAK, 2018). No cisalhamento, não houve diferença estatística significativa entre os grupos. Nalbantgil *et al.*, (2018) ao avaliar a descolagem de *brackets* em dentes bovinos, encontrou uma força média de 21,35Mpa para *brackets* policristalinos. Sendo um valor similar ao encontrado no presente estudo (20,02 Mpa).

Tabela I – Análise descritiva dos grupos A e B

Estadística Descritiva	Temperatura	Temperatura (2)
Média	24.5	24.8
Mediana	26.2	26.9
Desvio-padrão	7.45	7.63
Mínimo	1.04	0.646
Máximo	28.0	27.9
W de Shapiro-Wilk	0.447	0.401
p Shapiro-Wilk	< .001	< .001

Tabela II – Análise da propagação de trincas nos tres tempos avaliados ( $T_0$ ,  $T_1$  e  $T_2$ )

	Trinca inicial	Após a colagem dos braquetes	Após o cisalhamento
W de Shapiro-Wilk	0.927	0.904	0.924
p Shapiro-Wilk	0.025	0.006	0.021

### Conclusão

Diante da semelhança e qualidade do material com que são produzidos os brackets cerâmicos monocristalinos e policristalinos, em nosso estudo, não foi encontrado diferenças significativas em relação a transmissão de calor para a polpa durante a fotoativação; e nem no cisalhamento. Dessa forma, a conduta do clínico para o uso de ambos os tipos de brackets deve ser semelhante

### Agradecimentos

Agradeço ao Programa de Iniciação Científica (PIVIC) pelo apoio incondicional e pela chancela na execução deste projeto. A colaboração e o incentivo oferecidos pelo programa foram essenciais para o desenvolvimento das minhas atividades de pesquisa. Agradeço a oportunidade de participar de um ambiente acadêmico tão estimulante, que promove o aprendizado e a troca de conhecimentos.

### Referências Bibliográficas

- AHMED, T.; RAHMAN, N. A.; ALAM, M. K. Assessment of in vivo bond strength studies of the orthodontic bracket-adhesive system: A systematic review. *European Journal of Dentistry*, 2018.
- BARBOSA, I. V.; DE MIRANDA LADEWIG, V.; ALMEIDA-PEDRIN, R. R.; CARDOSO, M. A.; SANTIAGO JUNIOR, J. F.; DE CASTRO FERREIRA CONTI, A. C. The association between patient's compliance and age with the bonding failure of orthodontic brackets: A cross-sectional study. *Progress in Orthodontics*, 2018.
- BISHARA, S. E.; GORDAN, V. V.; VONWALD, L.; OLSON, M. E. Effect of an acidic primer on shear bond strength of orthodontic brackets. *Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 114, n. 3, p. 357-364, 1998.
- BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of Dental Research*, v. 34, n. 6, p. 849-853, 1955.
- OLIVEIRA, L. R. S.; BRAGA, S. S. L.; BICALHO, A. A.; RIBEIRO, M. T. H.; PRICE, R. V.; SOARES, C. J. Molar cusp deformation evaluated by micro-CT and enamel crack formation to compare incremental and bulk-filling techniques. *Journal of Dentistry*, v. 74, p. 71-78, 2018.
- REYNOLDS, I. R. A review of direct orthodontic bonding. *Journal of Orthodontics*, v. 2, n. 4, p. 171-179, 1975.
- RIBEIRO, A. A.; ALMEIDA, L. F.; MARTINS, L. P.; MARTINS, R. P. Assessing adhesive remnant removal and enamel damage with ultraviolet light: An in vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 151, n. 2, p. 292-296, 2017.
- ROELOFS, T.; MERKENS, N.; ROELOFS, J.; BRONKHORST, E.; BREUNING, H. A retrospective survey of the causes of bracket- and tube-bonding failures. *Angle Orthodontist*, v. 87, n. 6, p. 949-953, 2017.
- ROCHA, J. M.; GRAVINA, M. A.; CAMPOS, M. J. S.; QUINTÃO, C. C. A.; ELIAS, C. N.; VITRAL, R. W. F. Shear bond resistance and enamel surface comparison after the bonding and debonding of ceramic and metallic brackets. *Dental Press Journal of Orthodontics*, v. 19, n. 2, p. 77-85, 2014.
- ROSATTO, C. M. P.; BICALHO, A. A.; VERÍSSIMO, C.; BRAGANÇA, G. F.; RODRIGUES, M. P.; TANTBIROJN, V.; VERSLUIS, A.; SOARES, C. J. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. *Journal of Dentistry*, v. 43, p. 1519-1528, 2015.
- SOBREIRA, C. R.; LORIATO, L. B.; OLIVEIRA, D. D. Brackets estéticos: características e comportamento clínico. *Clínica de Ortodontia Dental*, 2007.
- TANTBIROJN, D.; PFEIFER, C. S.; BRAGA, R. R.; VERSLUIS, A. Do low-shrink composites reduce polymerization shrinkage effects? *Journal of Dental Research*, v. 90, n. 4, p. 425-430, 2011.
- TAVAS, M. A.; WATTS, D. C. Bonding of orthodontic brackets by transillumination of a light activated composite: An in vitro study. *Journal of Orthodontics*, v. 6, n. 1, p. 15-20, 1979.
- TSICHLAKI, A.; CHIN, S. Y.; PANDIS, N.; FLEMING, P. S. How long does treatment with fixed orthodontic appliances last? A systematic review. *Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 150, n. 5, p. 749-758, 2016.