

ESTUDO MORFOMÉTRICO DA INTERFACE DE CONTATO DO FIO DE AÇO INOXIDÁVEL E BRAQUETES NO FIO RETO – TÉCNICA ROTH

MORPHOMETRIC STUDY OF THE CONTACT INTERFACE STAINLESS STEEL WIRE AND BRACKETS IN THE STRAIGHT WIRE – ROTH TECHNIQUE

ERIKA BÖHRER **CASSIO**^{1*}, FLAVIO FERREIRA **ALVES**², MARCOS CEZAR **FERREIRA**⁴, SERGIO RICARDO DA **SILVA**³, VICTOR TALARICO LEAL **VIEIRA**²

1. Acadêmico do curso de doutorado em odontologia da Universidade UNIGRANRIO; 2. Professor do curso de doutorado em odontologia da Universidade UNIGRANRIO. 3. Professor do curso de graduação em odontologia da Universidade UNIGRANRIO; 3. Professor do curso de graduação em odontologia da Universidade UNIGRANRIO; 4. Coordenador do curso de especialização em ortodontia - IOM

* Rua Professor José de Souza Herdy, 1160, Jardim Vinte e Cinco de Agosto, Duque de Caxias, RJ, CEP: 25071-202. bohreerika@gmail.com

Recebido em 14/06/2024. Aceito para publicação em 20/06/2024

RESUMO

Objetivo: Este estudo comparou as interfaces de contato de slots de braquetes de prescrição Roth de três marcas nacionais (Morelli; Orthometric e Eurodonto) com fios retangulares de aço inoxidável. **Materiais e métodos:** Foram utilizados 15 braquetes (5 de cada marca), associados aos seus respectivos fios de aço inoxidável, com seção transversal retangular de dimensões nominais 0,019 x 0,025 polegadas e 10 mm de comprimento. Os fios foram adaptados aos slots dos braquetes por meio de ligadura Morelli. As imagens dos conjuntos foram obtidas através de uma lupa estereoscópica com aumento de 30x. A micromorfometria foi realizada utilizando o software TSview 7.2.1.7. Foram verificadas a interface de contato do fio com a base dos slots e as folgas presentes nas superfícies superior e inferior dos slots do braquete. **Resultados:** A porcentagem de contato entre o braquete e o sistema de fios foi de 59,24% para Morelli, 63,43% para Orthometric e 66,94% para Eurodonto. Não houve diferença estatisticamente significativa na porcentagem de contato dos braquetes Roth entre as marcas testadas. **Conclusão:** A porcentagem de contato de todos os sistemas testados foi significativamente menor do que o esperado, o que pode exigir mais torção no fio metálico para compensar o movimento limitado de torque. As marcas testadas não diferiram quanto à adaptação do conjunto braquete-fio.

PALAVRAS-CHAVE: Aparelhos ortodônticos; fios ortodônticos; torque.

ABSTRACT

Objective: This study compared the contact interfaces of bracket slots in the Roth prescription of three national brands (Morelli; Orthometric, and Eurodonto) with rectangular stainless-steel wires. **Materials and methods:** Fifteen brackets (5 of each brand) were used, associated with their respective stainless-steel wires, with a rectangular cross-section of nominal dimensions 0.019 x 0.025 inch and 10 mm in length. The wires were adapted in the bracket slots using a Morelli ligature. Images of the sets were obtained through a stereomicroscope with 30x magnification.

Micromorphometry was performed using the TSview 7.2.1.7 software. The wire contact interface with the slot base and the gaps present in the upper and lower surfaces of the bracket slots were checked. **Results:** The contact percentage between the bracket and wire system was 59.24% for Morelli, 63.43% for Orthometric, and 66.94% for Eurodonto. There was no statistically significant difference in the contact percentage of Roth brackets between the tested brands. **Conclusion:** The contact percentage of all systems tested was significantly lower than expected, which may require more twisting in the metallic wire to compensate for the limited torque movement. The brands tested did not differ in terms of adaptation of the bracket-wire set.

KEYWORDS: Orthodontic appliances; orthodontic wires; torque.

1. INTRODUÇÃO

Muitos avanços ocorreram ao longo de mais de 120 anos de ortodontia, tanto no desenvolvimento de ferramentas de diagnóstico, técnicas ortodônticas, tipos de braquetes e fios ortodônticos. Porém, ainda hoje, a movimentação dentária mantém os princípios: todos os dentes têm massa, estão dentro do osso e respondem à aplicação de forças, independentemente do tipo de aparelho ortodôntico utilizado.

Uma quebra no paradigma de tratamento ocorreu com o surgimento da técnica Straight Wire¹. Nessa abordagem, todas as movimentações dentárias ocorrem por meio de fios contínuos inseridos em um braquete, cuja base é programada para tipos específicos de movimentos. Como resultado, surgiram diversas prescrições de braquetes, como as prescrições de Roth, Alexander, Damon, MBT, entre outros².

Embora existam prescrições, os movimentos ortodônticos devem ser personalizados para cada paciente. Existem movimentos de inclinação que ocorrem no sentido mesiodistal, chamados de angulações, e aqueles que ocorrem no sentido vestibulo-lingual, chamados de inclinações. Dentre os diversos tipos de dobras utilizadas em Ortodontia,

aquelas que promovem movimentos angulares estão fortemente associadas à qualidade do tratamento. Dentre as inclinações, podem ser identificados quatro tipos: controlada, não controlada, radicular e o movimento corporal, que é uma combinação de inclinação e movimentos radiculares. Na inclinação (ou torque) da raiz, o movimento da raiz deve ocorrer predominantemente e, para que seja preciso, o atrito deve estar presente. Para que isso ocorra, deve haver a menor folga possível entre o fio e a ranhura do braquete^{3,4}.

Para atingir seus objetivos mecânicos, sejam eles de angulação, inclinação ou torque, os sistemas braquetes/fios da técnica Straight Wire devem respeitar as informações específicas determinadas pela prescrição. Entretanto, marcas de sistemas de braquetes/fios amplamente comercializadas ainda carecem de estudos que avaliem a adaptação de seus componentes. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo mensurar e comparar o ajuste da interface de contato do slot de braquetes prescritos de Roth com fios retangulares de aço inoxidável com diâmetro de 0,019 x 0,025 polegadas de três marcas comerciais (Morelli; Orthometric e Eurodonto).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 15 conjuntos compostos por braquetes (0,022 x 0,028 polegadas) e fios (0,019 x 0,025 polegadas), divididos em 3 grupos das marcas comerciais Morelli (Morelli, Sorocaba, São Paulo, Brasil), Orthometric (Orthometric, Marília, São Paulo, Brasil) e Eurodonto (Eurodonto, Curitiba, Paraná, Brasil) todos predefinidos com prescrição de Roth. O número de conjuntos por marca estudada foi ajustado conforme estudo anterior com metodologia semelhante⁵.

Os fios foram segmentados em 10 mm, e apenas a lateral do fio que apresentava o corte de fábrica foi utilizada para medição. Os fios foram adaptados às ranhuras dos braquetes por meio de ligadura elástica Morelli (Morelli, Sorocaba, São Paulo, Brasil). Cada sistema braquete/fio foi posicionado lateralmente à lupa estereoscópica OPTICAM (Modelo 1005; Opticam, São Paulo, Brasil) e as imagens foram obtidas com aumento de 30x.

O software TSview 7.2.1.7 foi utilizado para realizar a morfometria. Foram verificadas a interface de contato do fio com a base do slot e os espaços entre o fio, o teto e o piso dos slots (Fig. 1). A soma das medidas dos gaps e da interface de contato foi realizada para calcular o percentual da região de contato braquete/fio conforme a fórmula: $IF = 100 \times L3 / \Sigma L$ ($IF =$ percentual da interface; $L3 =$ comprimento do fio/contato do suporte; $\Sigma L = L1 + L2 + L3$). Os comprimentos L1 e L2 são, respectivamente, a distância entre as paredes superior e inferior em relação à superfície do fio (Figura 1).

Os resultados foram tabulados e submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk. A análise estatística foi realizada por meio de Análise de Variância,

complementada pelo teste de Student-Newman-Keuls. O nível de significância foi fixado em 5% para todos os testes.

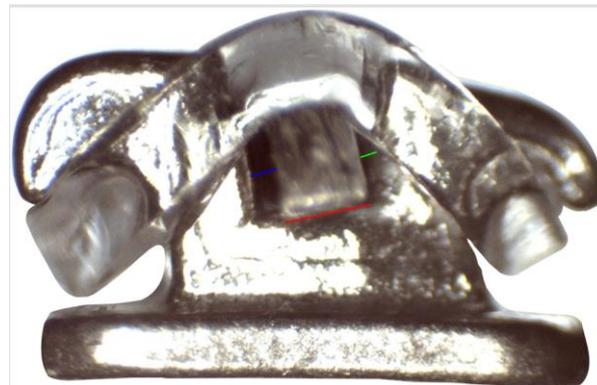


Figura 1. Imagem obtida em lupa estereoscópica do perfil do sistema de braquetes versus fio do sistema Morelli. Segmentos de linha: azul é a medida entre o fio e a parede cervical do slot (L1), verde é entre o fio e a parede incisal (L2) e vermelho representa o comprimento do fio). **Fonte:** autores

3. RESULTADOS

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nas medidas de L1 e L2 ($p > 0,05$). A medida L3 diferiu da Orthometric das demais marcas estudadas, sendo significativamente maior ($p < 0,05$).

Os valores de ΣL encontrados nos braquetes são apresentados na Tabela 1. Houve diferença estatística entre os slots dos sistemas estudados ($p < 0,05$).

A porcentagem de contato entre o braquete e o sistema de fios (IF%) foi de $59,24 \pm 1,83\%$ para Morelli, $63,43 \pm 7,13\%$ para Orthometric e $66,94 \pm 3,99\%$ para Eurodonto. Não houve diferença estatisticamente significativa na porcentagem de contato dos braquetes Roth entre as marcas testadas ($p > 0,05$). A média e o desvio padrão dos resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Média e Desvio Padrão de L1, L2, L3, ΣL e IF. Diferentes letras maiúsculas sobrescritas indicam uma diferença estatística entre os grupos.

Brand Measure	EURODONT Mean (SD)	MORELLI Mean (SD)	ORTHOMETRIC Mean (SD)
L1 (mm)	0,10 (0,04) ^A	0,14 (0,02) ^A	0,16 (0,05) ^A
L2 (mm)	0,12 (0,03) ^A	0,14 (0,01) ^A	0,14 (0,04) ^A
L3 (mm)	0,44 (0,03) ^A	0,41 (0,05) ^A	0,50 (0,01) ^B
ΣL (mm)	0,66 (0,03) ^A	0,70 (0,06) ^A	0,80 (0,07) ^B
IF (%)	66,94 (3,99) ^A	59,24(1,8) ^A	63,43 (7,13) ^A

Fonte: autores

4. DISCUSSÃO

Um dos movimentos da ortodontia é a inclinação controlada da raiz chamada torque. Os incisivos centrais superiores são dentes que possuem e necessitam de maior torque para movimentação, sendo fundamental para a estética facial. Para melhor torque, deve haver justaposição entre a estrutura interna do braquete e o fio ortodôntico⁶. Essa justaposição nem sempre é suficiente para promover o torque desejado. A mecânica ortodôntica sempre dependeu da qualidade

dos fios e braquetes^{7,8}. Portanto, a superfície de contato entre o sistema braquete/fio foi estudada neste trabalho.

A metodologia com lupa estereoscópica foi utilizada devido à quantidade de ampliação (50x), conforme mencionado em estudo anterior⁹. A ampliação permitiu visualizar os conjuntos e medir suas interfaces de contato com precisão de 10^{-3} . Estudos foram realizados com aumento de 50x,⁸ mas na presente investigação o aumento de 30x permitiu a visualização da adaptação dos fios e braquetes e dos gaps presentes. A visualização do sistema de braquetes foi realizada bidimensionalmente com visão lateral, conforme estudos anteriores^{2,10}.

O interesse em selecionar as 3 marcas de fios e braquetes nacionais deveu-se à sua ampla comercialização nacional e internacional. Além disso, estão financeiramente mais próximos da realidade dos ortodontistas brasileiros. Quanto aos aspectos metodológicos, o tamanho da amostra foi definido com base em três outros estudos anteriores^{5,8,11}. O ideal é que o braquete e o conjunto de fios sejam da mesma marca, conforme realizado neste estudo.

Mesmo com a evolução das tecnologias de fabricação de braquetes e fios, podemos encontrar diferenças entre os tamanhos que são anunciados pelos fabricantes e o que é encontrado nos slots. Frequentemente, eles são superdimensionados em até 22% de seu tamanho nominal^{3,5}. O tamanho nominal das ranhuras (informado pelos fabricantes) é 0,022", o que corresponde a 0,5588 mm. Os valores dos braquetes Eurodonto foram 19% e Morelli 26% superiores ao valor nominal, sem diferença estatisticamente significativa entre eles. A Orthometric apresentou valor 44% superior ao valor nominal e diferiu estatisticamente das demais marcas estudadas. A dimensão alterada pode afetar a eficiência da mecânica ortodôntica na aplicação do movimento de torque¹¹. Em relação aos padrões de qualidade determinados pelos fabricantes, a empresa Morelli possui a ISO 13485/2016 – Sistema de Gestão da Qualidade. Eurodonto não possui certificação ISO e Orthometric possui certificações ISO, CE e FDA.

O mesmo princípio se aplica aos fios ortodônticos. A técnica ortodôntica Straight Wire preconiza a utilização de fios de aço retangulares para movimentos de torque, e estudos comprovam a eficácia das dobras de fios de aço retangulares para obtenção de torque¹². De acordo com os resultados deste estudo, os fios apresentaram diferenças dimensionais, onde L3 da marca Orthometric foi maior que as demais estudadas (Tabela 1). O L3 maior resultaria em contato mais significativo, mas isso não ocorreu, pois o ΣL (tamanho do slot) do braquete acabou sendo maior que os demais sistemas ($p < 0,05$), o que compensou o tamanho maior do fio³.

Estudos compararam a interface de contato de braquetes e fios redondos com fios retangulares na mecânica de deslizamento e encontraram maior atrito com fios retangulares^{11,13}. Embora tenha havido diferença nos valores de L3 (distância entre o

comprimento da interface de contato fio/suporte) entre as diferentes marcas testadas, não houve diferença no IF (porcentagem de interface). Isso significa que os conjuntos de cada marca são semelhantes entre si.

Porém, deformidades encontradas em determinado sistema, como a falta de lisura da ranhura do braquete e dos fios, bem como o arredondamento das paredes internas da ranhura e do fio, influenciariam no resultado clínico^{14,15}. Qualitativamente, os fios Orthometric apresentaram bordas mais definidas. Quanto à geometria das ranhuras, os conjuntos apresentaram qualidades semelhantes. Estudos futuros deverão correlacionar a geometria dos fios e ranhuras com as propriedades mecânicas em termos de precisão no movimento de torque.

Para que o movimento de torque seja eficaz é necessário um maior percentual de contato entre o fio e a ranhura do braquete¹⁶. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos avaliados em termos de área. Porém, há um espaçamento significativo dos fios e das paredes internas dos braquetes, o que nos faz pensar na hipótese de que seja necessário um estudo do ângulo de contato e do ângulo de torque entre braquetes e fios. Isso pode ser sugerido com base nas evidências de alguns estudos encontrados na literatura^{11,16}.

5. CONCLUSÃO

A porcentagem de contato de todos os sistemas testados foi significativamente menor do que o esperado, o que pode exigir mais torção no fio metálico para compensar o movimento limitado de torque. As marcas testadas não diferiram quanto à adaptação do conjunto braquete-fio.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Andrews LF. The Straight-Wire Appliance. *British Journal of Orthodontics*. 1979; 6:125-143.
- [2] Mousoule S, Papageorgiou SN, Eliades T. Treatment effects of various prescriptions and techniques for fixed orthodontic appliances: A systematic review. *J Orofac Orthop*. 2017; 78:403-414.
- [3] Archambault A, Lacoursiere R, Badawi H, *et al.* Torque Expression in Stainless Steel Orthodontic Brackets. A Systematic Review. *Angle Orthod*. 2010; 80:201-210.
- [4] Magesh V, Harikrishnan P, Singh DKJ. Finite element analysis of slot wall deformation in stainless steel and titanium orthodontic brackets during simulated palatal root torque. *J. Orthod. Dentofacial Orthop*. 2018; 153:481-488.
- [5] Cash AC, Good AS, Curtis RV, *et al.* An evaluation of slot size in orthodontic brackets - Are standards as expected? *Angle Orthodontic*. 2004; 74:450-453.
- [6] Harikrishnan P, Magesh V. Comparative finite element analysis of bracket deformation in tie wings and slot region during simulated torque. *J. Orthod. Dentofacial Orthop*. 2021; 160:588-93.
- [7] Kapila S, Sachdeva R. Mechanical properties and clinical applications of wires., *J. Orthod. Dentofacial Orthop*. 1989; 96:100-9.
- [8] Lefebvre C, Saadaoui H, Olive JM, *et al.* Variability of slot size in orthodontic brackets. *Clinic Exp Dent Res*. 2019; 5:528-533.

- [9] Oliveira MRSS, Carvalho EP, Lunz, JSC, *et al.* Correlation of the diameter preparation of a new generation of NiTi instrument with the dimensions of gutta-percha points of its old generation through a morphometric analysis. *Rev. Brazil odontol.* 2016; 73:180-5.
- [10] Magesh V, Harikrishnan P, Jeba DK. Experimental evaluation of orthodontic bracket slot deformation to simulated torque. *Proc Inst. Mech Eng.* 2021; 235:940-946.
- [11] Jaeger R, Schmidt F, Naziris K, *et al.* Evaluation of orthodontic loads and wire-bracket contact configurations in a three-bracket setup: Comparison of in-vitro experiments with numerical simulations. *J.J Biomech.* 2021; 121:110401.
- [12] Papageorgiou SN, Sifakakis L, Doulis L, *et al.* Torque efficiency of square and rectangular archwires into 0.018 and 0.022 in. conventional brackets. *Prog Orthod.* 2016; 17.
- [13] Michelberger DJ, Eadie LR, Faulkner MG, *et al.* The friction and wear patterns of orthodontic brackets and archwires in the dry state. *J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2000; 118:662-74.
- [14] Agarwal CO, Vakil KK, Mahamuni A, *et al.* Evaluation of surface roughness of the bracket slot floor - a 3D perspective study. *Prog Orthod.* 2016; 17.
- [15] Lee GI-JA, Park KI-HO, Park YG, *et al.* A quantitative AFM analysis of nano-scale surface roughness in various orthodontic brackets. *J. Micron.* 2010; 41:775-82.
- [16] Kang BS, Baek SH, Mah J, *et al.* Three-dimensional relationship between the critical contact angle and the torque angle. *J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2003; 123:64-73.