

FACULDADE SETE LAGOAS
ESTAÇÃO ODONTO

DHENIFFER FRANÇA RODRIGUES

**DIFERENÇA DE ATRITO PRODUZIDA POR BRÁQUETES CERÂMICOS E DE
AÇO INOXIDÁVEL: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

MONTES CLAROS
2019

DHENIFFER FRANÇA RODRIGUES

**DIFERENÇA DE ATRITO PRODUZIDA POR BRÁQUETES CERÂMICOS E DE
AÇO INOXIDÁVEL: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia apresentada ao curso de
Especialização *Lato Sensu* da Faculdade Sete Lagoas - Estação Odonto,
como requisito parcial para conclusão do
Curso de Ortodontia
Orientadora: Maíza Torres Getúlio Silva

MONTES CLAROS

2019

Resumo

O atrito é uma força que resiste ao movimento de uma superfície contra outra, e age em direção oposta à da movimentação desejada. A força gerada depende primariamente dos materiais envolvidos no sistema, suas propriedades físicas, sua relação com o ambiente e sua utilização, incluindo a forma de amarração. O material com que se fabrica o bráquete possui influencia no atrito produzido entre ele e o fio durante a utilização da mecânica de deslize, sendo assim, o presente trabalho se propõe comparar o atrito produzido por bráquetes cerâmicos estéticos e de aço inoxidável, através de uma revisão de literatura.

Palavras-chave: Atrito, Bráquetes, ortodontia.

Abstract

Friction is a force that resists movement from one surface to another, and acts in the opposite direction to that of the desired movement. The force generated depends primarily on the materials involved in the system, its physical properties, its relation to the environment and its use, including the form of mooring. The material used to construct the bracket has an influence on the friction produced between it and the wire during the use of sliding mechanics. The present work proposes to compare the friction produced by ceramic and stainless steel brackets through a literature review.

Keywords: Friction, Brackets, orthodontics.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	Pág.06
2. Preposição.....	Pág.09
3. Revisão de literatura e desenvolvimento.....	Pág.10
4. Discussão.....	Pág.16
6. Conclusão.....	Pág.18
7. Referências.....	Pág.19

1. INTRODUÇÃO

O atrito é uma força que resiste ao movimento de uma superfície contra outra, e age em direção oposta à da movimentação desejada. Alguns fatores são responsáveis pela força de resistência na mecanoterapia ortodôntica, como diâmetro e o tipo de material do fio, modo como o arco é fixado no bráquete, presença de saliva, angulação formada entre bráquete e fio, tipo de bráquete e a largura dos bráquetes^{1,2,3,4,5}.

Os tipos de força de atrito distinguem-se em atrito estático e cinético. O estático é a menor força necessária para se iniciar um movimento entre objetos sólidos que se encontram em repouso. Por outro lado, a força de atrito cinético é aquela que resiste ao movimento de deslizamento de um objeto sólido contra outro, em uma velocidade constante. O atrito cinético é sempre menor que o atrito estático, já que é mais difícil tirar um corpo da situação de repouso do que, posteriormente, perpetuar o movimento⁶.

O uso de aparelhos ortodônticos é cada vez mais comum entre pessoas de todas as idades, variando entre móveis e fixos. Passando por aspectos estéticos e também, relacionados com a saúde, o aparelho ortodôntico fixo passou por uma série de modificações ao longo dos últimos anos, buscando fornecer conforto e segurança para os pacientes. O aparelho basicamente é formado por três elementos: fios (que podem variar em material e espessura); bráquetes (que por sua vez, variam em material, forma e tamanho, dentre outras especificações) e amarrilhas que também podem variar de acordo com o material, metal ou borracha. Na maioria das vezes, os aparelhos fixos são indicados para a movimentação, expansão e alinhamento dos dentes. Salvo alguns casos, onde sua utilização é recomendada para tratamento de outras anomalias. Basicamente, podemos descrever dois tipos de aparelhos, os convencionais e, os denominados autoligados⁷.

Segundo PACHECO⁸ *et al.*, 2011, na busca por condições ideais para a condução da terapia ortodôntica, tem-se como um dos objetivos a redução da força de atrito criada na interface bráquete/fio/ligadura. Isso implicaria na utilização de forças mais leves, porém ainda suficientes para a promoção da movimentação dentária, desta forma, haveria maior compatibilidade biológica e menor desconforto do paciente.

A força de atrito é resultante da pressão perpendicular entre duas superfícies contrárias, no caso, fio e bráquete. Essa força é paralela às superfícies e o sentido é sempre contrário ao deslocamento. Não é possível eliminar o atrito durante a movimentação ortodôntica, porém é possível minimizar os efeitos melhorando as características do conjunto fio/bráquete, reduzindo assim a magnitude de forças aplicadas nos dentes. Quando se aumenta a força, o atrito também aumenta, sendo portanto, variável. Outro fator importante é que, para se manter o movimento, é necessária magnitude um pouco menor do que a necessária para o movimento inicial. Assim, a força de atrito de maior magnitude é aquela que atua quando o movimento está se iniciando (Oliveira²⁶, 2005).

Com o surgimento de novos materiais no mercado odontológico, a busca por respostas que pudessem esclarecer os fatores que afetavam diretamente o atrito gerado era importante, pois este possui um papel decisivo na magnitude de força necessária para o deslizamento do fio pela canaleta do bráquete; isto porque, um aumento no atrito pode retardar ou ainda anular a movimentação dentária⁸.

Devido à suas excelentes propriedades mecânicas, boa resistência à corrosão e baixo custo, a maioria dos bráquetes fabricados é de aço inoxidável. Entretanto, procurando-se melhorar o aspecto estético destes bráquetes, desenvolveram-se os bráquetes cerâmicos, confeccionados de alumina mono ou policristalina, começando-se a questionar a maior quantidade de atrito que parecia ocorrer na sua utilização⁹.

Diversos autores^{1,10,11,12} constataram que os bráquetes cerâmicos apresentam mais atrito que os de aço inoxidável, quando se utiliza mecânica de deslize. Segundo KUSY³, os bráquetes cerâmicos, exceto pela sua estética, são

muito inferiores aos de aço inoxidável e que muito pouco pode ser feito para aperfeiçoá-los. Tentando explicar o maior atrito dos bráquetes cerâmicos, alguns autores^{13,14}atribuíram esse fato à sua maior rugosidade superficial, do que discorda KUSY³, ao comentar que o maior atrito deve-se à sua estrutura química intrínseca⁹.

Assim sendo, o presente trabalho teve por finalidade comparar o atrito produzido por bráquetes cerâmicos estéticos e de aço inoxidável através de uma revisão de literatura.

2. PROPOSIÇÃO

O presente trabalho se propõe comparar o atrito produzido por bráquetes cerâmicos estéticos e de aço inoxidável, através de uma revisão de literatura.

3. REVISÃO DE LITERATURA

O atrito é: “a resistência de um determinado corpo em se movimentar quando aplicada uma força paralela à superfície de apoio; é um fenômeno complexo, decorrente de interações intermoleculares, fundamentalmente de natureza elétrica, entre duas superfícies rugosas, nos pontos onde elas se tocam”. Quando se desliza um corpo sobre outro, ligações microscópicas se formam e se rompem, e o número dessas ligações é variável. Assim, a força de atrito cinético não é constante. (YOUNG¹⁴, 2003)

A natureza da fricção em Ortodontia é multifatorial, derivada de fatores mecânicos e biológicos^{1,3,9}. Os principais fatores físico/mecânicos são:

- Propriedades do fio ortodôntico: material, secção transversa, espessura, textura da superfície e rigidez.
- Tipo de amarração entre fio e bráquete: material e forma da amarração, e o tipo de instrumento utilizado.
- Propriedades do bráquete: material, tratamento de superfície, processo de fabricação, dimensões do slot, quantidade de aletas.
- Aparelho ortodôntico: distância interbraquetes, diferença de altura entre os bráquetes e força aplicada para a retração.

Já em relação aos fatores biológicos, os principais são:

- Saliva, microfilme bacteriano, película adquirida.
- Corrosão.

Portanto, a força gerada depende primariamente dos materiais envolvidos no sistema, suas propriedades físicas, sua relação com o ambiente e sua utilização, incluindo a forma de amarração. Sob o ponto de vista do material, os bráquetes estéticos estão em foco na indústria de materiais ortodônticos. Muitos materiais têm sido testados, como a zircônia, a porcelana e o policarbonato, sendo, atualmente, fabricados e pesquisados sempre com pequenas modificações de estrutura, dependendo do fabricante. Embora bráquetes transparentes sejam mais

estéticos do que os metálicos, eles apresentam uma série de desvantagens, como: alta incidência de fratura e danos ao esmalte durante a descolagem (no caso da porcelana), falta de estabilidade de cor, pouca resistência ao desgaste e falha na incorporação da força de torque (no caso dos bráquetes plásticos)¹⁵.

As combinações de aço (bráquetes, arcos e ligaduras) são as que produzem menores índices de atrito (padrão ouro). A saliva pode atuar tanto como lubrificante ou como adesivo para determinadas combinações de bráquete e fio (KUSY³,2000). O autor ainda desenvolveu o conceito de configuração passiva entre fio e bráquete (contato do fio com apenas um lado da canaleta do bráquete) e configuração ativa (contato do fio em superfícies opostas da canaleta do bráquete). Na condição ativa, devido a sua rigidez, o aço inoxidável torna-se o pior material para obtenção do deslizamento. Caso o deslizamento seja forçado, as ligas metálicas duras se deformam e produzem entalhes no fio. Quanto ao alinhamento e nivelamento é necessário saber antes de se iniciar as mecânicas de deslizamento, qual tipo de binário bráquete/fio é indicado e qual deve ser a folga entre eles. Considerando esses pontos, o autor¹¹ comentou que a geometria entre o fio e o bráquete define um ângulo crítico para o deslizamento. Abaixo deste ângulo, o atrito ocorre de forma clássica, onde há apenas uma força agindo contra o movimento. Nestas situações o material mais indicado é o aço inoxidável. Acima deste ângulo, o contato angular mais acentuado ou *binding* entre o arco e o bráquete aumenta a resistência ao deslizamento, até que o movimento seja finalizado. Segundo o autor¹¹, preencher a canaleta ao máximo proporciona um grande controle, mas provoca muito contato angular. Entretanto ao se preencher minimamente a canaleta, obtém-se pouco controle, porém com pouco contato angular, e conseqüentemente, menor dificuldade de deslize. Evidências clínicas e experimentais indicam que a combinação de um fio de secção retangular de 0.016"x 0.022" em um bráquete de canaleta 0.018" x 0.022" seria a melhor alternativa entre controle razoável e menor contato angular¹¹.

O bráquete metálico apresenta uma quantidade de fricção muito baixa,

pois é confeccionado com o mesmo material dos fios ortodônticos e apresenta lisura de superfície significativamente superior aos materiais plásticos e cerâmicos. Por este motivo, muitas empresas inseriram, aos bráquetes estéticos, canaletas metálicas de aço ou de ouro^{3,4}. Outras realizaram tratamentos na superfície da canaleta, conferindo grande lisura de superfície, que promove diminuição na resistência friccional, principalmente nos bráquetes cerâmicos monocristalinos. Pela importância da lisura de superfície, os bráquetes monocristalinos, que apresentam menor incorporação de impurezas, parecem apresentar menor coeficiente de fricção que os policristalinos. Estes, ao microscópio eletrônico de varredura (MEV), apresentam maior rugosidade na superfície do canal de encaixe¹⁵.

Entretanto, a literatura relata que, mesmo com canaleta de metal ou com lisura de superfície, bráquetes estéticos conferem maior fricção quando comparados aos metálicos, principalmente em situações de desnivelamento, onde o fio sofre angulações nas canaletas. Neste contexto, cabe também ressaltar o efeito do tipo de ligadura. Sabe-se que a ligadura de metal em contato com o fio de nivelamento gera menor força de atrito que as ligaduras elásticas^{12,15}.

Portanto, em casos clínicos com extração ou que requerem procedimentos de retração e mecânicas de deslize, os bráquetes cerâmicos monocristalinos ou policristalinos com canaleta de metal devem ser preferidos aos de policarbonato ou cerâmicos policristalinos sem canaleta de metal ligados com amarrilhos metálicos. Entretanto, em locais onde essa movimentação não for necessária, a ligadura elástica deverá ser o método de escolha por razões relativas à friabilidade do material cerâmico^{15,16}.

Cacciafesta *et al.*, 2003 compararam o nível de resistência do atrito gerado entre braquetes cerâmicos convencionais Transcend Series 6000® (3M Unitek, Monróvia, Calif), bráquetes cerâmicos com canaletas de aço inoxidável Clarity® (3M Unitek), bráquetes convencionais de aço inoxidável Victory Series® (3M Unitek), com três fios de diferentes ligas metálicas: aço inoxidável (SDSOrmco, Glendora, Calif), níquel/titânio (SDSOrmco), e beta-titânio (SDSOrmco). Todos os bráquetes possuíam canaletas de

0.022”, e as ligas dos fios ortodônticos foram testadas em três secções diferentes: 0.016” circular, 0.017” x 0.025” e 0.019” x 0.025” retangulares. Cada uma das combinações bráquete/fio foram testadas 10 vezes, e cada teste foi executado com uma nova amostra de bráquete/fio. O atrito cinético e estático foi mensurado em um aparelho especialmente projetado. Os resultados confirmaram que os bráquetes cerâmicos com canaletas metálicas geraram força de atrito significativamente menor que os bráquetes cerâmicos convencionais; entretanto, quando comparados aos de aço inoxidável, os valores eram maiores. Os fios de beta titânio de mostraram os piores resultados em relação aos fios de aço inoxidável e de níquel/titânio, não havendo diferenças significantes entre estas duas ligas. Todos os bráquetes apresentaram aumento nas forças de atrito estático e cinético com o aumento do diâmetro do fio. Kusy³ avaliou os efeitos friccionais de quatro tipos diferentes de bráquetes autoligados, Speed® (Strite Industries), Time® (American Orthodontics), In-Ovation® (GAC) e Damon II® (Ormco) e um bráquete convencional, o Mini Diamond® (Ormco) como controle. No primeiro experimento utilizou-se uma seqüência de arcos sugeridos por cada fabricante, específica para cada sistema, e no segundo experimento, foi utilizada uma seqüência de arcos igual para todos os sistemas. Os resultados indicaram que o parâmetro que melhor se relaciona com as forças de atrito liberadas foi a rigidez de dobramento do fio a qual está diretamente associada com a dimensão de cada fio¹¹.

Dentre as inúmeras tentativas para redução do atrito, quanto ao desenho do bráquete, a idéia dos bráquetes autoligáveis, ou seja, que não necessitam de ligaduras para amarração do fio ortodôntico, surgiu em 1935 com o aparelho de Russel Lock. Desde então, outros acessórios com tal conceito foram sendo desenvolvido. Esses acessórios consistem em bráquetes que não necessitam de ligaduras para prender o fio à canaleta, pois eles apresentam um dispositivo mecânico, construído em sua face vestibular, que é capaz de fechar a canaleta do bráquete, impedindo que o fio se solte. Alguns sistemas de bráquetes autoligáveis não pressionam o fio ortodôntico contra a parede interna de sua canaleta, sendo considerados bráquetes autoligáveis passivos. Nestes

acessórios, a tampa funciona apenas como uma barreira que mantém o arco dentro da canaleta. Com a introdução dos sistemas de bráquetes autoligáveis ativos, a tampa da canaleta poderia ou não aplicar pressão sobre o fio dependendo do diâmetro do fio utilizado⁸.

Ainda em relação aos bráquetes autoligáveis, estudos apontaram que estes apresentam significativa redução no atrito com o fio 0,018", podendo ser considerados uma alternativa clínica para minimizar os efeitos indesejáveis do atrito observados com os bráquetes convencionais, quando a mecânica de deslizamento é empregada. Já quando estes mesmos bráquetes foram testados com fios retangulares, apresentaram atrito significativamente maior do que aqueles considerados passivos, com resultados estatisticamente semelhantes aos dos bráquetes convencionais com fios de mesmo calibre⁸.

Comparando-se os sistemas de tratamento, o trabalho de Santiago⁷*et al.* 2017, também mostra que os aparelhos autoligados apresentam reduzidos níveis de atrito, uma vez que dispensam o uso de ligaduras, o que não é possível nos aparelhos convencionais. Até mesmo o acúmulo de placa e bactérias é menor nos aparelhos autoligáveis, uma vez que não são utilizados acessórios como os elásticos, que promovem uma maior retenção de placa bacteriana. Além disso, neste tipo de aparelho a fricção é reduzida, o que conseqüentemente pode influenciar no tempo de tratamento, reduzindo-o, beneficiando deste modo o paciente. Os braquetes autoligados começaram a ser comercializados, por volta dos anos 80, mas, foi nos anos 2000 que passaram por uma sofisticação, passando a ser menores, de melhor qualidade e, onde a praticidade se tornou uma de suas mais marcantes características. Além das vantagens na redução do atrito, da diminuição da fricção e da efetiva redução do tempo de tratamento, os aparelhos autoligáveis oferecem melhorias consideráveis de higiene pela dimensão reduzida dos bráquetes e, principalmente, por não ser necessário a utilização de amarriños, o que ocasiona uma redução no acúmulo de placa bacteriana. (SANTIAGO⁷*et al.*, 2017).

Observa-se que, bráquetes, fios e amarriños contribuem para o atrito gerado nos aparelhos ortodônticos durante a mecânica de deslizamento. A

assimilação das conclusões deste e de outros estudos sugere que forças de atrito geralmente aumentam com as seguintes variáveis: uso de fios contendo titânio ao invés de aço inoxidável, aumento da seção transversal do fio, utilização de fio com seção retangular ao invés de redonda, uso de bráquetes estéticos ao invés de bráquetes metálicos, aumento da angulação fio/bráquete e da força de fixação do fio no slot do bráquete (amarrilho). O tamanho do slot, por sua vez, exerce influência desprezível no atrito e variações como largura do bráquete e presença de saliva permanecem controversas: interessante tem-se dito que a saliva diminui, aumenta ou tem efeito insignificante no atrito. Desta forma, novas pesquisas são necessárias para que estas questões sejam esclarecidas.

O atrito está presente quando dois corpos estão em contato, e um deles está em movimento. Em Ortodontia, é exatamente isto o que acontece entre os bráquetes e os arcos ortodônticos. Em um tratamento ortodôntico, o coeficiente de atrito pode ser amplamente influenciado. Por exemplo, os bráquetes e os arcos podem ser confeccionados em diversos materiais e tamanhos. Ademais, o sistema de amarração dos arcos nos bráquetes é de extrema importância. É sabido que as ligaduras elásticas provocam muita resistência à movimentação. Cada ligadura elástica pode provocar entre 50g e 150g de resistência ao deslizamento. Ou seja, nos aparelhos onde são utilizadas ligaduras elásticas, a aplicação da força da biomecânica deve, primeiramente, quebrar a resistência provocada pela ligadura, para, em seguida, promover a movimentação dentária. Tal fato faz com que os níveis de força necessária sejam mais elevados, podendo ser vantagoso a utilização de aparelhos autoligados passivos, já que sua utilização elimina o atrito provocado pelas amarras das ligaduras, permitindo diminuir os níveis de força aplicados nas biomecânicas.¹⁷

4. DISCUSSÃO

A mecânica de deslizamento é um dos métodos mais comuns de movimentação dentária e consiste no movimento controlado dos dentes, obtido pela condução dos bráquetes ao longo de um arco. Durante essa mecânica, o bráquete entra em contato com o fio, promovendo atrito entre suas superfícies. O atrito entre o bráquete e o fio ortodôntico pode reduzir pela metade a força empregada para movimentar o dente. Assim, o movimento dentário desejado é retardado ou até mesmo inibido. Portanto, é desejável que os fios ortodônticos e bráquetes apresentem o menor coeficiente de atrito possível. (CORRER., *et al* 2011).

Procurando explicar a diferença encontrada entre os coeficientes de atrito dos bráquetes cerâmicos e dos de aço inoxidável, vários autores^{3,4,5,6,7,8} comentam ser a superfície dos bráquetes de aço inoxidável mais lisa que a dos cerâmicos, tendo Kusy³ citado que, de uma maneira geral, a rugosidade superficial dos bráquetes cerâmicos é semelhante à de um bloco de concreto, quando comparada com a dos de aço inoxidável, e que sua superfície externa apresenta muitos poros de forma irregular ou poliédrica, com o que concordam DOWNING^{et al}¹⁷,1994 e TANNE^{et al}¹⁸,1991

Com base na opinião dos autores e nos resultados do trabalho de BAGGIO¹⁰*et al.*, 2007, percebe-se uma relação entre o coeficiente de atrito e a rugosidade dos bráquetes de aço inoxidável e cerâmico. Entretanto, IRELAND²⁰*et al.*,1991 discordam dessa afirmação, pois encontraram menor coeficiente de atrito nos bráquetes cerâmicos, apesar da maior rugosidade de sua superfície. Em contrapartida, DOWNING²¹*et al.*,1994 e SPILLER^{et al}²²,1990 comentam que a composição do bráquete teria pouco efeito sobre a resistência friccional.

BAGGIO¹⁰*et al.*, 2007, concluiu em seu estudo que os coeficientes de atrito verificados na combinação bráquete cerâmico/fio de aço inoxidável foram

superiores aos da combinação bráquete de aço inoxidável/fio de aço inoxidável, mostrando ainda que a execução de mecânica de deslize se tornam mais eficiente quando utilizados bráquetes de aço inoxidável combinados com fios de aço inoxidável.

A influência do material com que se fabrica o bráquete, no atrito produzido entre ele e o fio, durante utilização de mecânica de deslize, tem sido questionado por vários autores^{19,20,21,22} que constataram em seus estudos que os bráquetes cerâmicos apresentaram maior atrito que os de aço inoxidável. Isto foi confirmado por estudos de BAGGIO¹⁰ *et al.*, 2007, que obteve em seus estudos resultados que confirmam os dos autores anteriormente citados, pois os coeficientes de atrito encontrados na combinação cerâmico/aço foram nitidamente maiores do que os da combinação aço/aço, em todos os experimentos realizados.

Em contrapartida autores com WHITLEY E JOHN²³ não encontraram diferenças significantes nos níveis de atrito entre os bráquetes de aço inoxidável e os cerâmicos, comentando terem obtido em seus trabalhos resultados surpreendentes. Desta mesma forma, BEDNAR *et al.*²⁵ afirmaram que nos bráquetes de aço inoxidável ocorre um aumento do atrito à medida que aumenta a dimensão do fio, ocorrendo inverso com os bráquetes cerâmicos e que, de uma maneira geral, os bráquetes cerâmicos, produzem menos atrito que os de aço inoxidável.

MALTAGLIATI¹⁶ *et al.*, 2006, relata que na atualidade, os bráquetes estéticos, e em especial os cerâmicos, apresentam características muito satisfatórias. Estes autores afirmam que os materiais sofreram grandes modificações desde sua introdução no mercado e hoje possibilitam efetuar qualquer tratamento ortodôntico, independente da quantidade de movimentação. Porém deve-se ter cuidado na seleção do material, na maneira de manipulá-lo durante o tratamento e durante a remoção, e, deste modo, é possível realizar um tratamento com qualidade. Em especial, sugere-se a opção por policristalinos com canaleta de metal ou monocristalinos para tratamentos mais prolongados e que requerem mecânicas de deslize; bráquetes pré-ajustados para casos em que a incorporação de torque é necessária; utilização de ligaduras metálicas nas mecânicas de deslize e elásticas para situações outras em que a fricção não seja fator

importante; bráquetes com base de retenção mecânica e descolagem com alicates próprios fornecido pelo fabricante.

5. CONCLUSÃO

Através da presente revisão de literatura concluiu-se que os bráquetes de aço, em comparação com os bráquetes cerâmicos, produzem menos atrito, de acordo com a maior parte dos autores pesquisados. Isto ocorre porque os bráquetes metálicos são confeccionados com o mesmo material dos fios ortodônticos e apresentam lisura de superfície significativamente superior aos materiais plásticos e cerâmicos. Todavia os materiais estéticos sofreram grandes modificações desde a sua introdução no mercado, e atualmente mostram resultados satisfatórios durante o tratamento ortodôntico, principalmente em pacientes adultos, que refutam a colocação de aparelho ortodôntico, pela aparência indesejável dos bráquetes metálicos.

6. REFERÊNCIAS

1. ANGOLKAR PV, KAPILA S, DUNCANSON MG JR, NANDA RS. Evaluation of friction between ceramic brackets and orthodontic wires of four alloys. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. v.98, n.6, p.499-506, 1990.
2. TECCOS, et al. Friction of conventional and self ligating brackets using a bracket model. **Angle Orthod**. v.75; n.6, p.1041-5, 2005.
3. KUSYR P. Orthodontic biomechanics: Vistas from the top of a new century. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop**. v.117, n.5, p.589-91, 2000.
4. EHSANI S, et al. Frictional resistance in self-ligating orthodontic brackets and conventionally ligated brackets: a systematic review. **Angle Orthod**. v.79, n.3, p.592- 601, 2009.
5. DRESCHER D; BOURAUEL C; SCHUMACHER HA. Frictional forces between bracket and arch wire. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop**. v.96, p.397-404, 1989.
6. ROSSOUW E. Friction: an overview. **Seminars Orthod**. 2003 Dec;9(4):218-22.
7. SANTIAGO F M; VIEIRA A V; JUIOR H O. O Atrito nos Aparelhos Autoligáveis: Considerações Baseadas em um Caso Clínico. **Universidade do Oeste Paulista**. 2017.
8. PACHECO MR, Oliveira DD, Smith Neto P, Jansen WC. Avaliação do atrito em bráquetes autoligáveis submetidos à mecânica de deslizamento: um estudo in vitro. **Dental Press J Orthod**, 2011.
9. MALTAGLIATI LA; FERES R; FIGUEIREDO MA et al. Braquetes

- estáticos – considerações clínicas. **Rev. Clin. Ortodon. Dental Press.** v.5, n.3, p.75-81,2006.
10. BÁGGIO, P. E.; TELLES, C. S.; DOMICIANO, J. B. Avaliação do atrito produzido por bráquetes cerâmicos e de aço inoxidável, quando combinados com fios de aço inoxidável. **R Dental Press OrtodonOrtop FacialMaringá**, v. 12, n. 1, p. 67-77, jan./fev. 2007.
11. GILL, J. R.; NIKOLAI, R. J. Friction in sliding mechanics: composite orthodontic wires in ceramic brackets. **J Dent Res**, Washington, D. C., v. 70, p. 483- 1735, Apr. 1991.
12. OLIVEIRA, L F. Avaliação da força de atrito estático em braquetes autoligados e convencionais – estudo in vitro. Ciências Odontológicas da **Universidade Federal de Santa Maria**. Santa Maria, RS, Brasil, 2011.
13. DE FRANCO, D. J.; SPILLER JR., E.; VON FRAUNHOFER, J. A. Friction resistances using teflon-coated ligatures with various bracket-archwire combinations. **Angle Orthod**, Appleton, v. 65, no. 1, p. 63-72, Jan. 1995.
14. GHAFARI, J. Problems associated with ceramic brackets suggest limiting use to selected teeth. **Angle Orthod**, Appleton, v. 62, no. 2, p. 145-152, June 1992.
15. YOUNG, H. D. Física Mecânica. **Editora Addison Wesley: São Paulo** .v.10, 2003.
16. MALTAGLIATI L A, FERES R, FIGUEIREDO M A, SIQUEIRA D A. Bráquetes estéticos – considerações clínicas. **Rev. Clín. Ortodon. Dental Press**, Maringá, v. 5, n. 3 - jun./jul. 2006.

17. BRAGA C P, VANZIN G D, MARCHIORO E M, BECK J C P. Avaliação do coeficiente de atrito de braquetes metálicos e estéticos com fios de aço inoxidável e beta-titânio. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**. Maringá, v. 9, n. 6, p. 70-83, nov./dez. 2004.
18. KARAMOUZOS, A., ATHANASIOU, A.E., PAPADOPOULOS, M.A. Clinical characteristics and properties of ceramic brackets: A comprehensive review. **Am J Orthod Dento facial Orthop**, St Louis, v.112, n.1, p. 134-140, 1997.
19. DOWNING, A.; McCABE, J. F.; GORDON, P. H. A study of frictional forces between orthodontic brackets and archwires. **Br JOrthod**, Oxford, v. 21, no. 4, p. 349-357, Nov. 1994.
20. TANNE, K.; MATSUBARA, S.; SHIBAGUCHI, T. et al. Wire friction form ceramic brackets during simulated canine retraction. **Angle Orthod**, Appleton, v. 61, no. 4, p. 285-292, Dec. 1991.
21. IRELAND, A. J.; SHERRIFF, M.; McDONALD, F. Effect of bracket and wire composition on frictional forces. **Eur J Orthod**, Oxford, v. 13, no. 4, p. 322-328, Aug. 1991.
22. DOWNING, A.; McCABE, J. F.; GORDON, P. H. A study of frictional forces between orthodontic brackets and archwires. **BrJOrthod**, Oxford, v. 21, no. 4, p. 349-357, Nov. 1994.
23. SPILLER, R. E.; DE FRANCO, D. J.; STORY, R. J. et al. Friction forces in bracket-wire ligature combinations. **J Dent Res**, Washington, D. C., v. 69, p. 155, Mar. 1990.
24. KUSY, R. P.; WHITLEY, John, Q. Coefficients of friction for arch wires in stainless steel and polycrystalline alumina bracket slots. **Am J OrthodDentofacialOrthop**, St. Louis, v. 98, no. 4, p. 300-312, Oct. 1990.

25. BEDNAR, J. R.; GRUENDEMAN, G. W.; SANDRIK, J. L. et al. A comparative study of frictional forces between orthodontic brackets and arch wires. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 100, no. 6, p. 513-522, Dec. 1991
26. OLIVEIRA, E. J. **Biomecânica básica para ortodontistas**. Belo Horizonte: Grupo de Bioengenharia da UFMG, 198 p, 2005.