



TATIANA MOHR BARILLARI

**VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SLOT METÁLICO EM FUNÇÃO DO  
ATRITO EM BRAQUETES ESTÉTICOS**

RIO DE JANEIRO – RJ  
2018

TATIANA MOHR BARILLARI

**VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SLOT METÁLICO EM FUNÇÃO DO  
ATRITO EM BRAQUETES ESTÉTICOS**

**Monografia apresentada ao curso de  
Especialização *Lato Sensu* da Faculdade Sete  
Lagoas, como requisito parcial para conclusão  
do Curso de Ortodontia.**

**Área de concentração: Ortodontia**

**Orientador: Laura Duarte**

RIO DE JANEIRO – RJ

2018

## RESUMO

O atrito presente durante a mecânica de deslizamento ortodôntico representa um desafio clínico para os ortodontistas. Um número significativo de fatores influencia o coeficiente de atrito, evidenciando a sua natureza multifatorial. Os braquetes estéticos possuem maior coeficiente de atrito quando comparados aos braquetes metálicos, atuando como uma força contrária ao movimento desejado. Porém, a aparência indesejável dos braquetes metálicos faz com que alguns pacientes rejeitem a colocação de aparelho ortodôntico. Por isso, novos materiais foram desenvolvidos com expectativas de satisfazer o paciente sob o ponto de vista estético e também satisfazer o ortodontista sob o ponto de vista mecânico. O objetivo deste trabalho foi analisar, através de uma revisão de literatura, como o tipo de braquete, canaleta, fio e outros fatores podem interferir na mecânica de deslizamento durante a movimentação ortodôntica.

**Palavras-chave:** Atrito, Braquete, Estéticos, Ortodontia.

## **ABSTRACT**

The friction present during orthodontic sliding mechanics poses a clinical challenge for orthodontists. A significant number of factors influence the coefficient of friction, evidencing its multifactorial nature. The aesthetic brackets have a higher coefficient of friction when compared to the metallic brackets, acting as a force contrary to the desired movement. However, the undesirable appearance of metal brackets causes some patients to reject orthodontic appliance placement. Therefore, new materials were developed with expectations of satisfying the patient from the aesthetic point of view and also satisfying the orthodontist from the mechanical point of view. The objective of this work was to analyze, through a literature review, how the type of bracket, gutter, wire and other factors can interfere in the mechanics of sliding during orthodontic movement.

**Keywords:** Friction, Aesthetic, Brackets, Orthodontics

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1- COMPARAÇÃO DO COEFICIENTE DE ATRITO ENTRE OS FIOS .....	12
TABELA 2- VALORES DAS FORÇAS QUE ATUAM SOBRE O DENTE E COEFICIENTES DE ATRITO NAS COMBINAÇÕES AÇO/AÇO (A/A) E CERÂMICO/AÇO (C/A). .....	15
TABELA 3 - PORCENTAGEM DE CADA COMPOSTO QUÍMICO POR TIPO DE BRAQUETE AVALIADO. ....	18
TABELA 4- ALTERAÇÕES PERCENTUAIS NA FORÇA DE ATRITO ENTRE OS BRAQUETES AVALIADOS USANDO O BRAQUETE DAMON COMO REFERÊNCIA .....	25
TABELA 5- DESVIO MÉDIO E PADRÃO DA FORÇA DE FRICÇÃO (N) ENTRE DIFERENTES TIPOS DE BRAQUETES, ANGULAÇÕES E CALIBRE: UMA COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES TIPOS DE BRAQUETE. ....	27
TABELA 6- COMPARAÇÃO DAS FORÇAS DE ATRITO ENTRE OS EXTRATOS DE ALUMINA MONOCRISTALINA (MA), ALUMINA POLICRISTALINA (PA) E AÇO INOXIDÁVEL (SS) COM DOIS FIOS DE SS: RETANGULAR E REDONDO. ....	30

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	7
2. PROPOSIÇÃO .....	9
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	10
4. DISCUSSÃO .....	32
5. CONCLUSÃO .....	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36

## 1. INTRODUÇÃO

A aparência indesejável dos braquetes metálicos faz com que alguns pacientes rejeitem a colocação de aparelho ortodôntico. Com isso, a indústria dos materiais tem buscado oferecer alternativas de tratamento estético. Os principais fatores desmotivadores do uso de aparelhos ortodônticos por parte dos adultos são o tempo prolongado de tratamento e aparência antiestética dos braquetes. (Maltagliati L. et al. 2006 e Aguiar G. A. R. et al. 2017).

Os braquetes estéticos possuem maior coeficiente de atrito quando comparados aos braquetes metálicos, atuando como uma força contrária ao movimento desejado. No entanto, novos materiais foram desenvolvidos com expectativas de satisfazer o paciente sob o ponto de vista estético e também satisfazer o ortodontista sob o ponto de vista mecânico. Todas essas considerações induzem à necessidade de se realizar estudos para avaliar o coeficiente de atrito dos materiais atualmente disponíveis no mercado. Assim, conhecendo as propriedades dos braquetes e fios, é possível fazer uma cautelosa seleção dos mesmos, obtendo melhor controle do movimento dentário. O surgimento de braquetes estéticos com componentes metálicos trouxe à tona uma nova área para as pesquisas sobre atrito (Braga et al. 2004).

O braquete metálico apresenta coeficiente de atrito muito baixo, 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 braquetes estéticos, canaletas metálicas de aço ou de ouro, outras, realizaram tratamentos na superfície da canaleta, conferindo grande lisura de superfície, que promove diminuição na resistência friccional, principalmente nos braquetes cerâmicos monocristalinos. Pela importância da lisura de superfície, os braquetes monocristalinos, que apresentam menor incorporação de impurezas, parecem apresentar menor coeficiente de fricção que os policristalinos (Maltagliati L. et al. 2006).

Os braquetes plásticos de policarbonato puro apresentam alto coeficiente de fricção causado por irregularidades em sua superfície. Numa tentativa de se minimizar o atrito com os fios ortodônticos, diminuindo esse efeito indesejável, alguns fabricantes incluíram uma canaleta metálica em sua estrutura. Através de estudos, concluíram que os braquetes plásticos com canaleta metálica ofereceram menor resistência friccional quando comparados aos braquetes cerâmicos ou metálicos, independentemente da espessura e do tipo de fio avaliado. As canaletas metálicas incorporadas aos braquetes plásticos, servem também como reforço estrutural, já que este material se mostra deficiente uma vez que sua instabilidade estrutural permite absorção de água, pigmentação excessiva, distorção acentuada e quebra frequente (SOBREIRA et al., 2007).

Porém, em 2017, Fontes N M., Vedovello S A S., Vedovello S A S., Vedovello Filho M., constataram em seus estudos, um aumento do atrito gerado pelo braquete cerâmico convencional com canaleta metálica quando comparado ao braquete cerâmico convencional sem canaleta metálica.

Apesar dos esforços dos fabricantes para melhorar suas qualidades, incorporando slots de metal, as propriedades dos braquetes cerâmicos ainda são inferiores. Até 60% da força aplicada para o movimento dentário pode ser perdida como resultado da resistência do braquete cerâmico ao deslizamento, levando a um período de tratamento mais longo. (Guerreiro A. P. et al. em 2010).

Alguns outros fatores podem influenciar no atrito, como a saliva, a placa bacteriana, a película adquirida e a corrosão. Estes, são considerados fatores biológicos que atuam como variantes na força de atrito entre braquete e fio. As variáveis mecânicas consideradas incluem o tipo de material utilizado para a confecção do braquete, o tamanho da canaleta, a largura e a angulação do braquete, a forma, espessura e a composição material do fio, tipo de ligadura e a força aplicada na ligação. (BIGARELLA C. A. 2005).

Estudos feitos por Shiva Alavi e Ali Farahi em 2011, verificaram que o flúor também influencia no atrito entre braquetes e fios



## 2. PROPOSIÇÃO

O propósito deste trabalho consistiu em verificar, por meio da análise dos artigos levantados na literatura, os seguintes itens:

1. Quais são as vantagens de um slot metálico nos braquetes estéticos?
2. Quais são as desvantagens de um slot metálico nos braquetes estéticos?
3. Que outros fatores externos podem interferir no atrito durante a mecânica?

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

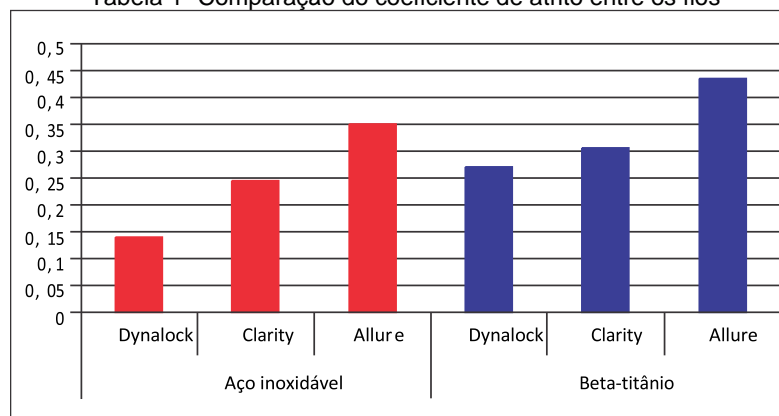
Kusy, Whitley, and Prewitt (1991) Avaliaram os coeficientes de atrito nos estados seco e úmido (saliva) de fios de aço inoxidável, cobalto-cromo, níquel-titânio e beta-titânio contra braquetes de aço inoxidável ou de cerâmica policristalina. A rugosidade de superfície foi avaliada inicialmente para cada arco e braquete por microscopia eletrônica. Para ambos os experimentos dos operadores, um fio de aço inoxidável de 0,010 "pressionou cada fio no slot do braquete de 0,018" ou 0,022 "a 34°C. No estado seco e independentemente do tamanho do slot, os coeficientes cinéticos de atrito foram menores para o todas as combinações de aço inoxidável (0,14) e maiores para as combinações de fios de beta-titânio (0,46). Os coeficientes das combinações de cerâmica policristalina foram geralmente maiores do que as combinações correspondentes que incluiu braquetes de aço inoxidável. No estado úmido, os coeficientes cinéticos das combinações de aço inoxidável aumentaram até 0,05 em relação ao estado seco. Em contraste, todas as combinações de fios de beta-titânio no estado úmido diminuíram para 50% dos valores no estado seco e os relatos mistos indicam que a saliva pode promover adesividade e lubrificação.

Em 2003, Cacciafesta V. et al., realizaram um estudo para comparar o nível de resistência ao atrito de três diferentes braquetes, os braquetes de aço inoxidável convencional (Victory Series, 3M Unitek), os braquetes cerâmicos convencionais (Transcend Series 6000, 3M Unitek, Monróvia, Califórnia) e os braquetes cerâmicos com slot de aço inoxidável (Clarity, 3M Unitek). Foram utilizados 3 tipos de fios ortodônticos, o aço inoxidável (aço inoxidável, SDS Ormco, Glendora, Califórnia), níquel-titânio (Ni-Ti, SDS Ormco) e beta-titânio (TMA, SDS Ormco ). Todos os braquetes tinham slots de 0,022 polegadas, e ligas ortodônticas foram testadas em 3 seções diferentes: 0,016 pol, 0,017 x 0,025 pol e 0,019 x 0,025 pol. Cada uma das 27 combinações de arco e arco foi testada 10 vezes, e cada teste foi realizada com uma nova amostra de braquete. O atrito estático e cinético foi medido em um aparelho especialmente projetado. Pode-se concluir que os braquetes cerâmicos com slots metálicos geraram forças de atrito significativamente menores do que os braquetes cerâmicos convencionais, mas valores mais altos do que os braquetes de aço inoxidável, de acordo com os achados dos poucos relatórios anteriores. Os fios de beta-titânio apresentaram maior resistência ao atrito do que os arcos de aço inoxidável

e níquel-titânio. Não foram encontradas diferenças significativas entre os fios de aço inoxidável e níquel-titânio. Todos os braquetes apresentaram maiores forças de atrito estático e cinético à medida que o tamanho do fio aumentava. Os braquetes cerâmicos com slot metálico não são apenas visualmente agradáveis, mas também uma valiosa alternativa aos braquetes de aço inoxidável convencionais em pacientes com demandas estéticas.

Braga et al. (2004) A mecânica de deslizamento, constitui uma parte importante do tratamento ortodôntico e, para que seja efetiva, a resistência ao movimento, comumente denominada de “coeficiente de atrito”, deve ser superada. Deve-se reconhecer a contribuição do atrito de cada componente do aparelho, como braquetes e fios, para que o movimento do dente individual possa ser controlado através da aplicação de forças. Verificaram que existem diferenças significativas entre os coeficientes de atrito de braquetes de aço inoxidável (Dynalock-Unitek), braquetes estéticos convencionais (Allure-GAC) e estético com slot de aço inoxidável (Clarity®) quando utilizados com fios de aço inoxidável e beta-titânio (TP Orthodontics). A metodologia utilizada, foi a construção de um equipamento no Departamento de Engenharia Mecânica e Mecatrônica da PUCRS, que pode então calcular o valor do coeficiente de atrito, obtido pela divisão da força de atrito pela carga normal, que comprovou que a combinação com menor coeficiente de atrito foi composta pelo fio de aço inoxidável e braquete Dynalock e a que apresentou maior coeficiente foi a do braquete Allure com fio beta-titânio. O fio de beta-titânio apresentou coeficiente de atrito significativamente maior do que o fio de aço inoxidável. O braquete Dynalock não apresentou diferenças significativas em relação ao coeficiente de atrito do braquete Clarity quando o fio utilizado foi o beta-titânio. No entanto, quando o fio testado foi o de aço inoxidável, apresentou coeficiente de atrito significativamente menor. O braquete Clarity apresentou coeficiente de atrito significativamente menor do que o braquete Allure, independentemente do fio utilizado.

Tabela 1- Comparação do coeficiente de atrito entre os fios



Fonte: O autor.

Kapur Wadhwa, Rupali; Kwon, Hyue Kyung; Close, John M, em 2004, compararam, in vitro, as resistências de atrito cinético e estático de braquetes cerâmicos com slots metálicos ("Clarity", CL), braquetes de aço inoxidável ("Miniature Twin", MT) e dois braquetes cerâmicos com diferentes modelos de slots ("Contour", CO; "Transcend", TR). Para isso, utilizaram uma máquina de teste Universal da Instron, Fios de aço inoxidável (SS), níquel titânio (NiTi) e fios de titânio beta (beta-Ti) nos tamanhos de 0,018 x 0,025 polegadas e 0,021 x 0,025 polegadas. Todos os braquetes tinham slots de 0,022 polegadas, e os braquetes e fios foram usados uma vez. Os braquetes eram de diferentes larguras: CL, 0,180 polegadas; CO, 0,114 polegadas; MT, 0,118 polegadas; TR, 0,138 pol. Os resultados obtidos foram: Não houve diferenças estáticas ou cinéticas de atrito estatisticamente significantes entre os pares de braquetes CL-CO, CL-MT e CO-MT quando os fios de 0,021 x 0,025 polegadas (SS, NiTi, beta-Ti) foram usados. Não houve diferenças significantes na resistência cinética ao atrito entre o CL-TR e o MT-TR quando os fios SS foram utilizados. Em geral, as resistências estáticas e cinéticas dos fios de 0,021 x 0,025 polegadas do fio NiTi < fio SS < fio beta-Ti. Independentemente do tipo de fio, algumas das menores resistências cinéticas foram encontradas com braquetes de CO estreitos com as bases do slot arredondadas. As maiores resistências de atrito estático e cinético foram encontradas com o braquete largo TR, e com fios de aço inoxidável e beta-Ti. Com esse estudo, pode-se concluir que as altas resistências de atrito cinético

e estático dos braquetes cerâmicos podem ser reduzidas forrando os slots com aço inoxidável ou reduzindo a largura do braquete e arredondando a base do slot.

Bigarella C. A. (2005) Para verificar se o braquete metálico produz menor atrito que o de porcelana, foram utilizadas quatro marcas de braquetes cerâmicos puros, e comparados com a resistência oferecida por um tipo de braquete metálico. Foram confeccionados 50 cilindros de resina acrílica auto-polimerizável Jet® (Clássico, Brasil) com diâmetro ½” e 3,5 cm de altura; em cujas superfícies foram colados os braquetes da prescrição Roth, canaleta .022” X .028”, com adesivo à base de éster de cianocrilato (Super-Bonder®). Os corpos de prova foram divididos em 5 grupos: Grupo 1 braquetes metálicos Kirium Line®; Grupo 2 braquetes cerâmicos Imprigue™ (Lancer); Grupo 3 dos braquetes cerâmicos Mystique™ (GAC); Grupo 4 braquetes cerâmicos Signature™ (RMO) e Grupo 5 braquetes InVu™ (TP Orthodontics). Os fios retangulares de aço .019” X .025” NUBRYTE® (GAC, USA), foram cortados em 50 seções de 6,0 cm. Os segmentos de fio foram fixados aos corpos de prova por ligaduras elásticas de cor cinza Lancer™ (Lancer, USA), 24 horas antes dos testes serem realizados. Cada seção de fio foi dobrada em uma das extremidades para ser fixada à Máquina Universal de Ensaio Katros, modelo K2000 MP, com célula de carga de 5Kgf. As médias de atrito para os grupos foram: Grupo 1 (92,30 ± 27,16); Grupo 2 (98,15 ± 39,32), Grupo 3 (72,60 ± 23,80), Grupo 4 (55,00 ± 13,92), e o Grupo 5 (64,65 ± 20,72). Os braquetes que apresentaram maior resistência ao atrito foram os de porcelana do Grupo 2 Imprigue™ (Lancer) seguidos pelos metálicos do Grupo 1 Kirium Line®, e os de menor atrito foram os cerâmicos do Grupo 4 Signature™ (RMO). Os valores de leitura de fricção foram submetidos a um teste de Variância, com nível de significância de 5%. Constatou-se diferença estatisticamente significativa entre os grupos 1 e 4; 2 e 4 e 2 e 5, sendo que o grupo 4 apresentou a menor resistência friccional. Não foi confirmado maior atrito nos braquetes cerâmicos que nos metálicos, exceto para o Imprigue (policristalino). Pode-se concluir que de 4 grupos de braquetes cerâmicos testados, 3 apresentaram coeficiente de atrito menor que o dos metálicos, e que existem diferenças entre os 4 tipos de porcelana testados, sendo os do grupo 2 os de maior coeficiente de atrito.

Maltagliati L. A. et al. (2006) As vantagens e desvantagens dos braquetes de policarbonato e cerâmicos, têm sido discutidas por meio de pesquisas e testes em

laboratório, levantando questões como problemas com colagem, descolagem, resistências friccionais, descoloração e considerando cuidados que possibilitam a utilização clínica satisfatória desses braquetes. Desde de que o aparelho "straight-wire" foi desenvolvido, popularizando as mecânicas de deslize, em substituição às alças, a fricção passou a ser um fator fundamental na mecânica ortodôntica. Com isso, realizaram um estudo para demonstrar as características dos braquetes estéticos disponíveis no mercado, dando ênfase aos aspectos de interesse clínico. Por meio de uma pesquisa comercial e de revisão da literatura, discutiu-se informações úteis que possibilite maior conhecimento no manejo clínico destes braquetes, intensificando a eficiência do tratamento ortodôntico estético, destacando-se aspectos dos materiais de composição, características físicas, friccionais, procedimentos de colagem e descolagem, vantagens e desvantagens do tratamento com braquetes estéticos, Construiu-se uma tabela de consulta, contendo a maioria dos materiais disponíveis atualmente e suas principais características. Pode-se concluir que, 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; braquetes com base de retenção mecânica e descolagem com alicates próprios fornecido pelo fabricante.

Bággio P. E. et al. (2007) A maioria dos braquetes fabricados é de aço inoxidável, devido a suas excelentes propriedades mecânicas, boa resistência à corrosão e baixo custo. Entretanto, procurando-se melhorar o aspecto estético desses braquetes, desenvolveram-se os braquetes cerâmicos, confeccionados de alumina mono ou policristalina, começando-se a questionar a maior quantidade de atrito que parecia ocorrer, quando da sua utilização. Foi comparado então, o atrito produzido por braquetes cerâmicos policristalinos e de aço inoxidável, quando combinados com fios de aço inoxidável, durante a execução de mecânica de deslize. Desenvolveram então, um dispositivo que simula a distalização de um canino, quando da extração do primeiro pré-molar, com o propósito de avaliar *in vitro* a resistência friccional de braquetes Edgewise standard geminados 0,022" x 0,030", com largura de 3,8mm, de aço inoxidável (Dentaurum –700-006) e cerâmico policristalino (Dentaurum – 714-0225), combinados com fio de aço inoxidável 0,019" x 0,025" (Standard – Unitek –

251-925). Pode-se concluir então que os coeficientes de atrito verificados na combinação braquete cerâmico/fio de aço inoxidável foram superiores aos da combinação braquete de aço inoxidável/fio de aço inoxidável. A execução de mecânica de deslize se torna mais eficiente quando utilizados braquetes de aço inoxidável combinados com fios de aço inoxidável.

Tabela 2- Valores das forças que atuam sobre o dente e coeficientes de atrito nas combinações aço/aço (A/A) e cerâmico/aço (C/A).

teste	força aplicada (g)		força de resistência média da cera (g)		força de atrito na combinação braquete/fio (g)		força normal (g)		coeficiente de atrito $\mu$	
	A/A	C/A	A/A	C/A	A/A	C/A	A/A	C/A	A/A	C/A
1	239	339	82	75	157	264	1143	1143	0,137	0,231
2	239	339	89	91	150	248	1143	1143	0,131	0,217
3	239	339	87	61	152	278	1143	1143	0,133	0,243
4	239	339	83	83	156	256	1143	1143	0,137	0,224
5	239	339	86	100	153	229	1143	1143	0,134	0,209
média	239	339	85	82	154	257	1143	1143	0,134 $\pm$ 0,001	0,225 $\pm$ 0,006

Fonte: O autor.

Sobreira, C. R.; Loriato, L. V.; Oliveira, D. D., em 2007, o. O aumento do número de adultos procurando tratamento ortodôntico, levou à necessidade de se buscar aparelhos fixos mais discretos e socialmente aceitáveis. A indústria ortodôntica, dessa forma, vem buscando produzir materiais mais estéticos, mas que também possuam boa performance clínica, a fim de atender a demanda tanto dos pacientes, quanto dos ortodontistas. Realizaram uma revisão literária sobre os braquetes plásticos e cerâmicos, abordando suas características estruturais, vantagens e desvantagens, considerando como essas propriedades podem afetar o desempenho desses materiais na rotina clínica do ortodontista. Com esse estudo pode-se concluir que os braquetes plásticos se mostram um material deficiente uma vez que sua instabilidade estrutural permite absorção de água, pigmentação excessiva, distorção acentuada e quebra frequente. Mesmo quando carga cerâmica, fibra de vidro e/ou canaleta metálica são incorporados como reforço estrutural, seu uso deve restringir-se àqueles casos em que o material cerâmico é contraindicado e

quando há restrições financeiras por parte do paciente, e que os braquetes cerâmicos são a primeira opção em casos de procura por aparelhos fixos estéticos, pois apresentam maior estabilidade de cor e beleza que os acessórios plásticos.

Jung-Yul Cha (2007) Os braquetes de cerâmica foram originalmente introduzidas por causa do aumento das demandas estéticas de pacientes ortodônticos. Porém, seu alto coeficiente de atrito limitou seu uso. A resistência à fricção (FR) de braquetes cerâmicos é aumentada pela sua superfície áspera e suas características químicas. Realizaram então, um estudo para comparar o nível de resistência à fricção (FR) de braquetes cerâmicos convencionais e braquetes cerâmicos com inserção de sílica usando várias combinações de fios e angulações. Para isso utilizaram quatro tipos de braquetes cerâmicos: (1) Alumina policristalina (PCA-C), (2) Alumina policristalina com um slot de aço inoxidável (SS) (PCAM), (3) Alumina policristalina com uma camada de sílica (PCA-S) e (4) Safira monocristalina (MCS). Um braquete SS convencional foi usado como controle. A resistência a fricção estática e cinética em quatro angulações de braquetes (0, 5, 10 e 15) foi examinado usando SS e titânio (-Ti) fios ortodônticos, com 0,019 0,025 polegadas de tamanho, sob ligadura elástica no estado seco. E tiveram como resultados: O FR gerado pelo braquete PCA-S foi significativamente menor do que o gerado com os outros braquetes cerâmicos, e foi semelhante ao do braquete SS. O braquete PCA-S mostrou o FR mais baixo com ambos os fios SS e -Ti na angulação de braquete zero. O FR para deslizamento aumentou rapidamente e não linearmente quando a angulação do fio e braquete foi de 5. O PCS-S foi o braquete que apresentou a menor FR de 5 a 15 de angulação. O braquete do MCS demonstrou maior aumento em FR de 0 a 15 de angulação, mostrando o maior FR em 15 de angulação. E como conclusão temos o PCA-S mostrou FR mínima entre os braquetes cerâmicos e foi comparável ao braquete convencional SS. A camada de sílica e bordas arredondadas do slot cerâmico baixaram FR consideravelmente.

Assad-Loss et al (2008) Embora tenha havido grande evolução de materiais, formas e tipos, os braquetes metálicos continuam sendo os mais utilizados, devido às suas características físicas e propriedades mecânicas que foram intensamente pesquisadas ao longo dos anos. Entretanto, com o crescente número de pacientes com hipersensibilidade alérgica ao níquel presente nas ligas de aço



inoxidável – material de eleição para confecção de braquetes – novos materiais metálicos começaram a ser utilizados para confecção dos mesmos. Entre os novos materiais, o titânio e o cromo-cobalto apresentam pouco ou nenhum níquel em sua composição podendo ser usado com segurança em pacientes alérgicos. Entretanto, as características físicas que podem interferir nas propriedades mecânicas ainda não são totalmente conhecidas. Uma característica física de grande interesse para a mecânica ortodôntica é a rugosidade das superfícies de contato do fio e do slot, uma vez que pode interferir na fricção superficial e, portanto, na mecânica de deslizamento, além de influenciar no potencial corrosivo dos braquetes e fios. Fizeram um estudo para avaliar a composição química e rugosidade do fundo do slot de 90 braquetes metálicos divididos em 9 grupos: grupo 1- aço inoxidável (Equilibrium 2 - Dentaurum); grupo 2 - titânio (Equilibrium ti - Dentaurum); grupo 3- cromo-cobalto (Topic-Dentaurum); grupo 4 - aço inoxidável (Standard -TP Orthodontics); grupo 5 - aço inoxidável (Serie light - American Orthodontics); grupo 6 - aço inoxidável (Kirium Line - Abzil Lancer); grupo 7 - aço inoxidável livre de níquel (Monobloc – Morelli); grupo 8 - aço inoxidável (Convencional- Morelli) e grupo 9 - aço inoxidável livre de níquel (Monobloc Golden – Morelli). A composição química foi analisada pela Espectroscopia de Energia Dispersiva. A avaliação qualitativa do fundo do slot foi realizada através do MEV classificada de 0 a 8, correspondente às características da superfície. Pode-se concluir então, que os seguintes braquetes: de aço inoxidável Equilibrium 2 (Dentaurum), Standard (TP Orthodontics), Série Light (American Orthodontics), Kirium Line (Abzil Lancer) e Convencional (Morelli) são compostos por diferentes elementos químicos tais como: cromo, níquel, silício, ferro, cobre e alumínio. Nos braquetes de aço inoxidável *Monobloc*(Morelli) não foi verificado, detectável através do EDS, níquel em sua composição. O braquete de titânio *Equilibrium ti* (*Dentaurum*) foi verificado como sendo composto por titânio puro. Os braquetes de cromo-cobalto *Topic* (*Dentaurum*) são constituídos destes elementos em sua composição. Os braquetes de aço inoxidável *Monobloc Golden* (Morelli) são recobertos por nitreto de titânio. Os braquetes de aço inoxidável *Equilibrium 2* (*Dentaurum*), *Série Light* (*American Orthodontics*), *Monobloc* (Morelli) e de titânio *Equilibrium ti* (*Dentaurum*) apresentaram a superfície do fundo do *slot* com aspecto de melhor polimento. Os braquetes de cromo-cobalto *Topic* (*Dentaurum*), de aço inoxidável *Standard* (*TP Orthodontics*), *Convencional* e *Monobloc Golden* (Morelli) apresentaram a superfície menos polida. Os braquetes de aço

inoxidável *Kirium Line* (Abzil Lancer) apresentaram características intermediárias de polimento.

Tabela 3 - Porcentagem de cada composto químico por tipo de braquete avaliado.

compostos	grupos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
cobalto (CoO)			62,36						
cromo (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	18,74		32,50	18,84	24,97	18,11	18,28	19,54	
níquel (NiO)	10,89			9,46	3,74	3,82		8,05	
molibdênio (MoO <sub>3</sub> )			3,57						
silício (SiO <sub>2</sub> )	0,47		0,93	0,93			0,40		
ferro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	67,29		0,64	70,77	70,83	75,04	72,10	72,41	0,52
titânio (TiO <sub>2</sub> )		100							99,48
cobre (CuO)	2,13					3,03			
alumínio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,49				0,46				
manganês (MnO)							9,23		

Grupo 1 = aço inoxidável, *Equilibrium*, Roth, *Dentaurum*.

Grupo 2 = titânio, *Equilibrium ti*, Roth, *Dentaurum*.

Grupo 3 = cromo-cobalto, *Topic*, Roth, *Dentaurum*.

Grupo 4 = aço inoxidável, *Standard*, *Edgewise Standard*, *TP Orthodontics*.

Grupo 5 = aço inoxidável, *Série light*, *Edgewise Standard*, *American Orthodontics*.

Grupo 6 = aço inoxidável, *Kirium line*, *Edgewise Standard*, *Abzil Lancer*.

Grupo 7 = aço inoxidável, *Monobloc*, *Edgewise Standard*, *Morelli*.

Grupo 8 = aço inoxidável, *Convencional*, Roth, *Morelli*.

Grupo 9 = aço inoxidável, *Monobloc Golden*, Roth, *Morelli*.

Fonte: O autor.

Lima et al. (2010) 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 braquetes estéticos estão em foco na indústria de materiais ortodônticos. O objetivo do trabalho foi avaliar as propriedades mecânicas – mais especificamente a força de atrito gerada, relacionada às seguintes variáveis: tipo de material do braquete (material metálico ou policarbonato compósito), tipo de amarração (metálica ou elastomérica) e o instrumento utilizado (pinça Mathieu ou pinça de Steiner). O material utilizado foram quatro braquetes de aço inoxidável e quatro de policarbonato compósito (PC) para pré-molares levados à máquina universal de ensaio mecânico para a tração de um segmento de fio de aço inoxidável 0,019” x 0,025” na velocidade de 0,5mm/min, com 8mm de deslocamento total. A forma de amarração variou entre

as seguintes possibilidades: amarração metálica com pinça de Steiner, metálica com pinça Mathieu, elastômero da marca Morelli e elastômero da marca TP Orthodontics. Pode-se concluir então que a força de atrito variou consideravelmente dentre as oito situações apresentadas, o que é positivo quando fornece ao clínico opções no uso da mecânica ortodôntica, com mais ou menos atrito, conforme a necessidade de cada caso; Os braquetes plásticos geraram menor atrito se comparados aos metálicos; Os módulos elastoméricos geraram mais atrito do que os metálicos e a amarração com pinça de Mathieu provocou menor atrito se comparada a todas as situações avaliadas.

Guerrero et al, em 2010, avaliaram, in vitro, as forças de atrito produzidas por um braquete metálico e três tipos de braquetes cerâmicos: monocristalinos, policristalinos e policristalinos com slots metálicos, combinados com fios de diferentes ligas. Os testes de atrito foram realizados em três braquetes cerâmicos: monocristalino (Inspire ICE), policristalino (InVu), policristalino com slot metálico (Clarity) e um braquete de aço inoxidável (Dyna-Lock). Foram testados 30 braquetes de todos, com 0,022 "slots, em combinação com fios de aço inoxidável e níquel-titânio 0,019" x 0,025 ", a 0° e 10° de angulação, em saliva artificial. velocidade de crosshead de 10 mm / min. Houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos de braquetes e fios estudados ( $p < 0,05$ ). Apesar dos esforços dos fabricantes para melhorar suas qualidades, incorporando slots de metal, as propriedades dos braquetes cerâmicos ainda são inferiores. Até 60% da força aplicada para o movimento dentário pode ser perdida como resultado da resistência do braquete cerâmico ao deslizamento, levando a um período de tratamento mais longo. Com o estudo pode-se concluir que os braquetes de metal produziram as forças de atrito mais baixas, Slots de metal nos braquetes cerâmicos (Clarity) não reduziram efetivamente o atrito .Os braquetes cerâmicos monocristalinos (Inspire ICE) produziram a maior resistência às forças deslizantes, a resistência ao deslizamento foi proporcional ao ângulo criado entre o braquete e o fio e os fios de Ni-Ti apresentaram os menores valores médios de força de atrito.

Tamizharasi; Kumar (2010) O tratamento ortodôntico é baseado em aplicações específicas de força na dentição, na maxila e na mandíbula. Para obter essas forças, os braquetes ortodônticos são presos aos dentes com resinas fotopolimerizáveis e anteriormente esta ligação era feita com anéis metálicos

envolvendo os dentes. Um dos primeiros braquetes inventado, era feito de ouro e tinha um slot vertical de frente para oclusal. O próximo grande avanço no design de braquetes que resistiu ao teste do tempo foi o primeiro braquete de borda com um slot horizontal (0,022 "x 0,028"). Desde então muitas modificações vieram em design e em material de braquetes. O objetivo deste estudo é revisar a história de vários braquetes ortodônticos, suas vantagens e desvantagens. Com isso o profissional fica atento a mudanças, tanto em relação ao material escolhido como ao design de cada braquete, podendo realizar um melhor plano de tratamento para cada caso.

Fidalgo et al. (2011) Um movimento ortodôntico bem sucedido está diretamente relacionado à habilidade dos fios ortodônticos para deslizar através de slots e tubos de braquetes, e é sabido que a resistência deslizante entre o encaixe do braquete e o arco pode influenciar drasticamente o movimento dentário. O mecanismo de deslizamento é importante não só para fechar o espaço, mas também na fase inicial do tratamento no qual o nivelamento e o alinhamento dos dentes ocorrem. Foi avaliado o coeficiente de atrito entre braquetes e fios de diferentes materiais em condições de simulação do ambiente bucal. O material utilizado foi: fios de aço inoxidável (SS) e ligas de titânio-liga de molibdênio (TMA) de 0,019 x 0,012 mm de diâmetro (American Orthodontics) e braquetes de policarbonato (American Orthodontics), braquetes de cerâmica (American Orthodontics) e braquetes de metal (3M Unitek) com slot de 0,022x0,030-in . O coeficiente de atrito foi avaliado por meio de tração mecânica com o sistema imerso em saliva artificial. A rugosidade média da superfície do fio e das ranhuras do braquete foi avaliada usando um perfilômetro de superfície. O sistema com fio TMA e braquete de policarbonato apresentou a maior rugosidade ( $p < 0,05$ ). O fio SS com braquete de cerâmica apresentou o maior coeficiente de fricção, enquanto o uso do braquete metálico produziu o menor ( $p < 0,05$ ). No entanto, observou-se diferença estatisticamente significativa no sistema usando fio TMA e braquete cerâmico em comparação com o fio TMA e braquete de policarbonato ( $p = 0,038$ ). Os braquetes cerâmicos em associação com o fio SS, foi o que apresentou um alto coeficiente de atrito.

Shiva Alavi e Ali Farahi (2011) É confirmado em estudos que a qualidade da superfície é um fator importante na fricção. A superfície afetada do fio de titânio por conteúdo ácido em agentes profiláticos fluorados mostrou corrosão e rugosidade.

Alterações corrosivas e de picadas na superfície do titânio ocorreram ao pH abaixo de 3,5. Avaliaram os efeitos do fluoreto nos fios ortodônticos. Eles incubaram fios de titânio de liga de molibdênio (TMA), aço inoxidável (SS) e níquel titânio (NiTi) em (APF) 2% à temperatura de 37 ° C durante 60 minutos. A rugosidade da superfície de todos os fios era óbvia sob o microscópio eletrônico. Notaram o aumento significativo na rugosidade da superfície com o teor de flúor superior a 2500 ppm. Compararam os efeitos de diferentes concentrações (0,2%, 0,05%) e valores de pH (4, 6) de lavagens de boca de fluoreto de sódio aciduladas em superfícies do fio. Eles relataram mudanças severas na morfologia da superfície e na cor com a concentração de 0,2 e no pH de 4. Relataram que a resistência de fricção após a imersão de fios TMA, NiTi e SS em APF 0,2% foi maior que a saliva artificial a pH de 6,75. Avaliaram os efeitos do cloreto e do fluoreto sobre os fios ortodônticos, o cloreto e a fluoração induziram a corrosão localizada e generalizada nos fios NiTi, respectivamente; e quando ambos os produtos químicos aplicados, os fios sofreram corrosão severa indicando o efeito sinérgico desses dois produtos químicos. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do fluoreto na resistência à fricção entre braquetes de aço inoxidável e os fios de aço e níquel-titânio. Também visava investigar a topografia superficial de fios e braquetes antes e depois da imersão em soluções contendo fluoreto. Um total de 144 cordões de aço inoxidável padrão 022 foram utilizados neste estudo experimental. Foram testados 0,016 e 0,019 x 0,025 polegadas de aço e fios de arco NiTi. A resistência de fricção entre os fios e os braquetes imersos nas três soluções seguintes foram medidas: gel de fluoreto de sultão contendo 1,23% de fluoreto de fosfato acidulado a pH 3,5 durante 4 minutos, lavagem de boca aquavoravel contendo 0,05% de fluoreto de sódio a um pH de 5,1 por 1 minuto duas vezes por dia por 8 semanas e soro fisiológico (pH = 7) como grupo controle. As forças de fricção estáticas e dinâmicas foram medidas usando a máquina Testometric. A topografia superficial de fios e braquetes foi qualitativamente avaliada usando microscopia eletrônica. A análise de variância de três vias e duas vias e análises complementares de Tuckey foram aplicadas para comparar os grupos para quaisquer diferenças significativas (P <0,05). As forças de fricção estáticas e dinâmicas médias para todas as combinações de fio e braquete imersas no gel de fluoreto de Sultan foram superiores às imersas em NAF e grupos de controle (P <0,001). As forças medidas para fios retangulares foram maiores do que os fios redondos (P <0,001) . A resistência à fricção do fio NiTi de 0,016 polegadas foi mais do que a do aço, mas a diferença entre o aço e NiTi 0,019 x

0,25 fios de arco não foi significativa. O presente estudo *in vitro* indicou que o uso de gel de fluoreto tópico de Sultan (APF 1,23%, pH = 3,5) na presença de braquete de aço e NiTi e fios de aço pode aumentar as forças de fricção. Portanto, recomendamos o uso de agentes profiláticos com alto pH e baixa concentração de flúor durante a mecânica deslizante para o movimento dentário.

Pithon et al. (2011) No meio oral, a cerâmica e a canaleta de metal dos braquetes criam um dinamismo com os tecidos bucais e a saliva. Essa interação pode resultar na biocompatibilidade com os acessórios ortodônticos ou mesmo provocar citotoxicidade aos tecidos vivos, se houver liberação de elementos materiais. Com o objetivo de avaliar a citotoxicidade de braquetes cerâmicos com e sem canaletas metálicas, utilizaram braquetes de cerâmica de uma mesma marca comercial (American Orthodontics) distribuídos em dois grupos, cerâmico com canaleta metálica e cerâmico convencional. Três grupos de controle foram avaliados: controle positivo (C+), constituído de um cilindro de amálgama, controle negativo (C-), bastão de vidro, e controle de célula (CC) onde as células não foram expostas a nenhum material. Previamente, os braquetes foram esterilizados em luz ultravioleta. Após isso, foram imersos em meio mínimo essencial de Eagle por 24 horas, e então procedeu-se à remoção do sobrenadante e colocação em contato com fibroblastos L929. Avaliou-se a citotoxicidade em 4 períodos, 24, 48, 72 e 168 horas. Após contato com o meio, as células foram incubadas por mais 24 horas, quando então foram adicionados 100µl do corante vermelho neutro a 0,01%. Passado esse período, foi realizada a contagem de células viáveis em espectrofotômetro em um comprimento de onda de 492nm. Pode-se concluir que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos experimentais em relação ao grupo-controle positivo e o grupo de controle celular durante os períodos de 1, 2, 3 e 7 dias. No fim do sétimo dia, os braquetes apresentaram baixa citotoxicidade, não havendo diferenças estatisticamente significativas entre si e entre os grupos de controle ao final do experimento. O grupo-controle positivo mostrou níveis elevados de citotoxicidade durante todo o período do estudo.

Pacheco et al. (2012) O atrito presente durante a mecânica de deslizamento ortodôntico representa um desafio clínico para os ortodontistas, porque os altos níveis de atrito podem reduzir a eficácia da mecânica, diminuir a eficiência do

movimento dentário e complicar ainda mais o controle de ancoragem. Um dos principais focos da busca de condições ideais para o movimento dentário ortodôntico (OTM) é a redução do atrito na interface braquete-fio-ligadura em certos estágios do tratamento. Discutiram como o atrito afeta o movimento dentário ortodôntico, com uma abordagem para suas implicações clínicas, bem como a evolução dos materiais dentários e suas propriedades em relação à resistência ao deslizamento. As variáveis que afetam o papel do atrito durante o tratamento ortodôntico podem ser divididas em dois grandes grupos: biológicos e mecânicos. O principal fator biológico que influencia parece ser a presença de saliva, que atua como lubrificante e desempenha um papel importante na redução do atrito. Essa informação pode ser importante ao tratar pacientes que apresentam xerostomia ou aqueles que tomam regularmente medicamentos que reduzem a produção de saliva. A influência da saliva na redução de fricção também pode ser relevante quando um ortodontista considera a aplicação clínica de estudos de laboratório in vitro. Algumas dessas experiências não simulam a presença de saliva e não apontam essa limitação metodológica. Os materiais padrão de ouro para executar mecânica deslizante são a combinação de braquetes e fios de aço inoxidável. As principais inovações tecnológicas que foram tentadas para criar materiais ortodônticos de baixa fricção podem ser divididas em inovações de design e tratamentos de superfície. Entre as várias tentativas de alterar o design do braquete para reduzir o atrito, o uso de braquete auto-ligantes foi o mais testado. Durante a última década, este braquete foi anunciada como a nova grande inovação em Ortodontia. Com o presente estudo concluiu-se que a resistência ao deslizamento na ortodontia é multifatorial. É diretamente influenciado pelos tipos de materiais utilizados e afeta a eficiência do movimento dentário ortodôntico. A presença de atrito é desfavorável em muitas situações clínicas. No entanto, pode ser muito importante em outros. As variáveis biológicas que influenciam a fricção parecem ter sido ignoradas pelos ortodontistas. Fatores simples, como o acúmulo de detritos sobre a superfície do fio e a biodegradação dos slots registrados após o uso intra-oral, podem ser tão importantes como o tipo de material utilizado quando a fricção na Ortodontia é considerada. As variáveis físicas ou mecânicas que influenciam a formação de atrito durante OTM são mais freqüentemente pesquisadas do que as variáveis biológicas. Eles devem ser cuidadosamente levados em consideração durante os diferentes estágios do tratamento ortodôntico para aumentar a eficiência em diferentes situações clínicas. As inovações tecnológicas utilizadas para desenvolver novos materiais de

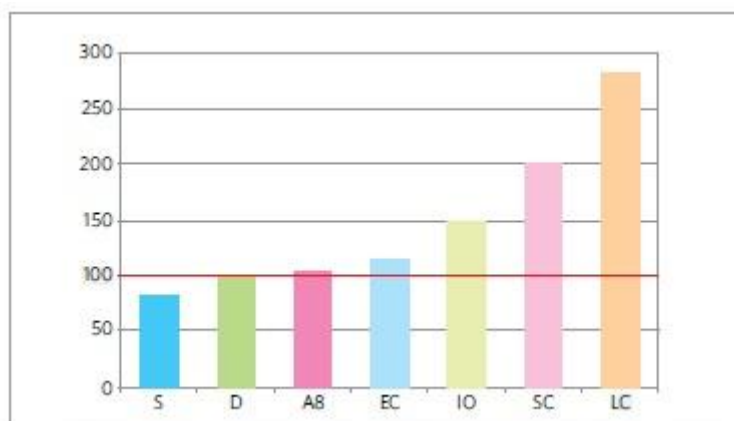
baixa fricção, como as alterações de projeto e os tratamentos superficiais, parecem apresentar um bom potencial para reduzir a fricção em situações clínicas específicas. No entanto, o custo desses materiais ainda é significativamente maior do que os materiais tradicionalmente utilizados e seu custo real para se beneficiar permanece cientificamente questionável. A necessidade de incrementar a pesquisa de materiais ortodônticos, especialmente a realização de estudos com maior aplicação clínica direta, é indiscutível. Esses estudos ajudariam os ortodontistas clínicos a entender melhor o desempenho de todos os materiais disponíveis e a seguir criticamente os novos produtos introduzidos no mercado. Portanto, o ortodontista seria capaz de identificar quais desses novos materiais podem realmente contribuir para diminuir as limitações clínicas de alguns materiais ortodônticos.

Queiroz et al. (2012) A técnica de arco reto é a mais utilizada nos tratamentos ortodônticos contemporâneos e sua eficácia depende de dois fatores básicos: o deslizamento de fio / braquete e a quantidade de forças ortodônticas efetivamente entregues ao periodonto. Determinar a magnitude aproximada do atrito em diferentes situações clínicas pode auxiliar na identificação da força real empregada na movimentação de dentes, permitindo que os profissionais apliquem forças leves ao periodonto enquanto estimulam forças biológicas máximas no dente que está em movimento e remodelação óssea mínima no dente de ancoragem. Comparou-se então, as forças de atrito entre fios NiTi 0,014" (Aditek) com deformações horizontais de 4mm, e braquetes com diferentes sistemas de ligação dos arcos. Para isso, foram testados 4 tipos de braquetes autoligáveis (Damon MX, Easy Clip, Smart Clip e In-Ovation), um braquete triplo (Synergy) e um braquete gêmeo com amarrilho 8 (Tecnident). Como grupo controle, foi utilizado braquete gêmeo com ligadura elástica convencional (Morelli). Foram executadas 10 repetições em cada combinação arco/braquete. As forças de atrito foram medidas em máquina de tração universal Instron, com velocidade de 3mm/minuto e deslocamento total de 6mm. Para análise estatística, usou-se a ANOVA e o Teste de Comparações Múltiplas de Dunnett. As forças de atrito por deformação do fio se mostraram crescentes na seguinte ordem: Synergy, Damon, amarrilho 8, Easy Clip, In-Ovation, Smart-Clip e ligadura convencional. As diferenças entre todos os grupos foram estatisticamente significantes, com exceção do Amarrilho 8 em relação aos grupos Damon e Easy Clip. Pode-se concluir que em relação à ligadura convencional, todos os sistemas de



fechamento das canaletas testados são eficientes em reduzir a força de atrito, porém, tal redução varia significativamente de acordo com o sistema de fechamento da canaleta selecionado.

Tabela 4- Alterações percentuais na força de atrito entre os braquetes avaliados usando o braquete Damon como referência



Fonte: O autor.

Paula; Ana Paula Borges de Paula(2012) O uso de uma amarração com ligadura convencional (elástica ou metálica) tem uma alta prevalência entre os ortodontistas. Entretanto, estes tipos de ligadura não preenchem todos os requisitos para uma amarração ideal. Durante um longo tempo, as ligaduras metálicas eram as únicas utilizadas. Elas têm como propriedade uma baixa resiliência, tornando difícil o engrenamento total fio-slot (canaleta da estrutura do braquete onde é inserido o arco), e sua força de ligação podem variar de acordo com o manuseio do operador, além de causar desconforto e injúrias ao paciente. Com o objetivo principal de diminuir a resistência do movimento ortodôntico e acelerar o tempo de atendimento do paciente, Stolzenberg criou, em 1935, o primeiro braquete do sistema self-ligating . Este sistema, também conhecido como self-ligating ou autoligável, se caracteriza por não necessitar da utilização de uma amarração externa, seja elástica ou metálica, pois o sistema de ligadura está inerente à estrutura do braquete. O design deste braquete apresenta como característica um parafuso horizontal com rosca para fixar o arco, dispensando o uso de amarrilho. Foram avaliados os materiais dos fios e dos braquetes, as condições da superfície dos fios e do encaixe do braquete, a secção do

fio, o torque na interface fio-braquete, a angulação dos braquetes, o tipo e a força da ligadura, a salina e as funções bucais. Estes fatores influenciam na fricção tanto dos braquetes autoligados como dos bráquetes convencionais, porém todos os braquetes autoligados mostraram valores de fricção inferiores aos dos bráquetes convencionais, tanto no atrito estático como cinético. Foi feito uma revisão da literatura sobre diferentes marcas comerciais de bráquetes autoligados e pode-se concluir que os bráquetes autoligados produzem valores de atrito inferiores aos braquetes convencionais com ligaduras elásticas, independente das marcas de autoligados utilizadas; Ao se comparar as diferentes marcas de braquetes autoligados, observou-se que algumas marcas produzem médias de atrito mais altas, enquanto outras apresentam médias mais baixas; Existe um aumento de atrito diretamente proporcional ao aumento da espessura dos fios utilizados; A diminuição do atrito com a utilização dos bráquetes autoligados possibilita a mecânica de forças reduzidas com melhor controle de ancoragem.

Castro et al. (2013) O atrito é definido como uma força que se opõe à tendência de movimento de um corpo em contato com uma superfície. Ele age tangente às superfícies de contato e surge quando uma superfície tende a deslizar em relação à outra ou quando elas realmente estão se movendo. A fricção pode ser dividida em fricção estática (SF) e fricção cinética (KF). SF é a força mais pequena necessária para iniciar um movimento de um corpo em repouso e fricção cinética (KF) é uma força que se opõe ao deslizamento de um corpo já em movimento. Na Ortodontia, KF é irrelevante porque o movimento do dente ao longo do fio não é contínuo, ocorrendo em uma sequência de pequenos movimentos intermitentes. O objetivo do trabalho foi comparar as forças de atrito estática geradas na interface de braquete / fio de braquetes de aço inoxidável com diferentes geometrias e angulações, combinadas com fios ortodônticos de diferentes diâmetros. Para isso, o material utilizado foram: três diferentes tipos de braquetes metálicos: um autoligável (SmartClip™, 3M / Unitek, Monrovia, EUA), com um design de slot modificado (Mini Uni Twin™, 3M / Unitek, Monrovia, EUA) e convencional (Kirium, Abzil, São José do Rio Preto, Brasil). As amostras foram montadas em um dispositivo de teste com três angulações diferentes e testadas com fios de aço inoxidável de 0,014" e 0,018" (American Orthodontics, Sheboygan, EUA). A força de fricção estática foi medida usando uma máquina de teste universal (DL 500, EMIC®, São José dos Pinhais,

Brasil) com uma velocidade de cruzamento de 1 mm / min. A análise estatística foi realizada por ANOVA de dois sentidos, seguido do teste post hoc de Bonferroni. Observou-se que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na fricção estática quando os três tipos de braquetes foram testados com o mesmo tamanho de fio. O diâmetro do fio influenciou o atrito apenas quando os braquetes tinham uma angulação de  $10^\circ$  ( $p < 0,05$ ). A angulação influenciou o atrito ( $p < 0,05$ ) quando os braquetes foram associados a um fio de 0,018 ". Com isso concluíram que os braquetes com um design de slot modificado mostraram valores de força de atrito estática intermediários entre os braquetes convencionais e auto-ligados testados.

Tabela 5- Desvio médio e padrão da força de fricção (N) entre diferentes tipos de braquetes, angulações e calibre: uma comparação entre diferentes tipos de braquete.

		Conventional bracket	Bracket with a modified slot design	Self-ligating bracket	p* value
0°	0.014"	2.93±1.02	1.69±0.13	0.17±0	p<0.05 <a href="#">a</a> · <a href="#">b</a> · <a href="#">c</a>
	0.018"	2.79±0.86	1.91±0.26	0.17±0	p<0.05 <a href="#">a</a> · <a href="#">b</a> · <a href="#">c</a>
5°	0.014"	2.72±0.86	1.67±0.20	0.17±0	p<0.05 <a href="#">a</a> · <a href="#">b</a> · <a href="#">c</a>
	0.018"	3.14±0.94	1.83±0.24	0.37±0.21	p<0.05 <a href="#">a</a> · <a href="#">b</a> · <a href="#">c</a>
10°	0.014"	3.21±0.57	1.74±0.20	0.37±0.07	p<0.05 <a href="#">a</a> · <a href="#">b</a> · <a href="#">c</a>
	0.018"	4.86±0.93	3.24±0.60	1.32±0.50	p<0.05 <a href="#">a</a> · <a href="#">b</a> · <a href="#">c</a>

Fonte: O autor.

Pimentel R F.et al., (2013) é de extrema importância compreender a influência do atrito exercido sobre a mecânica de deslizamento de braquetes e fios ortodônticos, pois a aplicação de um sistema de forças ótimo, através de deslocamento mecânico eficiente, é interdependente na minimização das forças de atrito opostas à iniciação (fricção estática) e a preservação do deslocamento dentário (fricção dinâmica). Há muitos fatores que contribuem para um aumento da carga de atrito durante a mecânica de deslizamento, como composição de braquetes e fios, tamanho do slot, dimensões e forma do fio, método de ligadura e algumas variáveis intra-orais, como a própria saliva. O objetivo do trabalho é avaliar e comparar *in vitro* as cargas máximas de atrito geradas por três tipos de braquetes estéticos, sendo dois deles cerâmicos policristalinos convencionais (20/40 e InVu) e um monocristalino de safira (Radiance), em ambientes seco e umedecido por saliva artificial. Também avaliar a influência exercida pela saliva artificial sobre as cargas de atrito dos referidos braquetes. os ensaios foram realizados em ambiente seco e em ambiente umedecido com saliva artificial em gel (Oral Balance), utilizando uma máquina de ensaios mecânicos (EMIC, modelo DL10000), simulando um

deslizamento de 2mm de fios retangulares 0,019" x 0,025" de aço sobre os braquetes (n = 18, para cada braquete), pré-angulados e pré-torqueados (canino superior direito prescrição Roth, slot 0,022" x 0,030"). Para comparação entre os braquetes, em ambiente seco ou umedecido, utilizou-se a análise de variância; e para a comparação dos braquetes em ambiente seco e umedecido, utilizou-se o teste t para amostras independentes. Pode-se concluir que os braquetes monocristalinos radiantes, testados na ausência de saliva, apresentaram coeficientes de atrito estatisticamente superiores, seguidos dos braquetes 20/40 e InVu, respectivamente. Para testes na presença de gel de saliva artificial, os coeficientes de atrito do braquete Radiance foram semelhantes aos do 20/40 e estatisticamente maiores para os braquetes InVu. A Saliva gel artificial não causou alterações significativas nas forças de atrito máximas para braquetes Radiance. No entanto, houve um aumento significativo nas forças de atrito para os braquetes 20/40 e InVu. Os braquetes InVu apresentaram os menores coeficientes de atrito de todos os braquetes testados, tanto para testes na presença como na ausência de saliva.

Jakob et al. (2014) Um dos campos mais amplamente estudados na pesquisa ortodôntica tem sido o desempenho de bráquetes auto-ligados devido às supostas vantagens em relação aos sistemas convencionais. Além de reter o fio dentro do slot do bráquete, o sistema de ligação funciona em simbiose com o fio e aumenta a eficácia do movimento dentário. Compararam então, *in vitro*, o atrito entre três modelos de braquetes: Ovation (convencional, aço inoxidável); In-Ovation C (autoligável, cerâmico) e In-Ovation R (autoligável, aço inoxidável), todos do mesmo fabricante (Dentsply GAC). O material utilizado foi cinco braquetes, colados a um protótipo de alumínio, que permitiu a simulação de quatro situações (n = 10), sendo uma delas sem desalinhamento (com utilização de fio retangular de aço inoxidável, com espessuras de 0,019" x 0,025") e outras três com desalinhamento, sendo um horizontal, um vertical e outro simultaneamente combinando ambos (com utilização de fio de níquel-titânio com espessura de 0,016"). O atrito foi mensurado por uma máquina universal de ensaios. Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de Análise de Variância, complementado pelo teste de comparações múltiplas de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). Foi observada interação significativa entre os grupos ( $p < 0,01$ ). Para os ensaios que simularam a fase inicial de alinhamento, realizada com fios de NiTi, o

braquete Ovation foi o que produziu o maior atrito, e os dois modelos autoligáveis produziram resultados menores e semelhantes, exceto para o ensaio de desalinhamento horizontal, onde o In-Ovation C apresentou atrito menor do que o similar metálico In-Ovation R. Na fase em que o fechamento de espaço foi simulado, os mesmos resultados foram observados. O estudo concluiu que, o sistema de autoligável mostrou-se superior ao convencional, com elastômeros, por produzir menor atrito. Quanto ao material utilizado na confecção dos braquetes, o modelo cerâmico In-Ovation C apresentou menor atrito que os metálicos.

Arash et al. (2015) A resistência à fricção é indesejável no movimento dentário ortodôntico, pois pode bloquear a posição do braquete e impedir o movimento do dente; além disso, pode curvar o arco e inclinar o dente, ou levar a movimentos dentários indesejados ou perdas espaciais através da interferência de ancoragem. Portanto, as variáveis que podem aumentar o atrito são de interesse. Foram comparadas forças de atrito entre os extratos de alumina monocristalina (MA), alumina policristalina (PA) e aço inoxidável (SS) com dois fios de SS: retangular e redondo. Para isso utilizaram 60 torres de 0,022 braquetes [20 PA (0 ° torque, Forestadent, Alemanha) e 20 MA (0 ° torque, Ormco, Califórnia, EUA)] braquetes mais 20 braquetes SS (0 ° torque, Forestadent, Alemanha) e 60 arcos de SS (30 alamedas rectangulares de 0,019 × 0,025 e 30 argolas redondas de 0,018, Ortho Technology, EUA) foram usados em subgrupos de 10 da combinação de todos os braquetes e todos os arcos. Uma máquina de ensaio universal (Instron, Modelo STM 250, Alemanha) foi utilizada para investigar a resistência à fricção estática. A angulação entre o braquete e o fio foi de 0 °, e os fios foram puxados pelos slots a uma velocidade de cruzamento de 10 mm / min. A análise de variância (ANOVA) e Tukey foram utilizadas para analisar os dados. Concluíram então que os braquetes policristalinos poderiam criar maiores forças de fricção em relação aos braquetes SS e monocristalinos. O arco retangular (0,019 "× 0,025") pode criar forças de fricção maiores em relação ao fio redondo (0,018 "). O fio retangular combinado com braquete policristalino teve a força de fricção mais alta. O braquete SS combinado com o fio redondo produziu a menor resistência à fricção.

Tabela 6- Comparação das forças de atrito entre os extratos de alumina monocristalina (MA), alumina policristalina (PA) e aço inoxidável (SS) com dois fios de SS: retangular e redondo.

Bracket type	Archwire	Mean (SD)	Minimum	Median	Maximum	95% CI
Monocrystalline	Round	3.479 (0.3894)	3.053	3.354	4.341	3.176-3.782
	Rectangular	4.056 (0.4723)	3.237	4.237	4.67	3.753-4.359
Polycrystalline	Round	4.147 (0.3723)	3.458	4.194	4.697	3.845-4.450
	Rectangular	4.454 (0.6549)	3.458	4.531	5.371	4.151-4.756
Metal	Round	3.283 (0.2244)	3.029	3.213	3.66	2.980-3.586
	Rectangular	4.222 (0.6119)	3.384	3.992	5.273	3.919-4.524

SD – Standard deviation; CI – Confidence interval for the mean

Fonte: O autor.

AlSubaie M. et al. (2016) compararam a porcentagem de perda de força em braquetes cerâmicos recém-introduzidos e braquetes metálicos, durante movimentos deslizantes de caninos. Para isso utilizaram dois tipos de braquetes cerâmicos, braquetes cerâmicos policristalina (Clarity Advanced) (PCA) e de cerâmica monocristalina (MCA) (Inspire Ice) que foram comparados com braquetes de aço inoxidável (SS) (Victory Series). Todos os grupos de braquetes (n = 5 cada) foram para os caninos superiores e tinham um tamanho de slot de 0,018 polegadas. Os braquetes foram montados em um Sistema de Medição e Simulação Ortodôntica (OMSS) para simular o movimento de retração do canino no espaço de extração do primeiro pré-molar. Utilizando ligaduras elásticas, ligaram-se arcos de aço inoxidável de 0,016 × 0,022 " (0,40 × 0,56 mm) aos braquetes. A força de retração foi aplicada através de uma mola helicoidal de níquel-titânio com uma força quase constante de aproximadamente 1 N. O OMSS mediu a porcentagem de perda de força sobre o caminho de retração referindo-se à diferença entre a força de retração aplicada e a força real atuando em cada braquete. Entre as comparações entre os grupos foram realizadas análises de variância unidirecional. Os resultados obtidos foram: Os braquetes metálicos revelaram a menor porcentagem de perda de força devido ao atrito, seguido pelos grupos de braquetes cerâmicos PCA e MCA (67 ± 4, 68 ± 7 e 76 ± 3%, respectivamente). Não houve diferença significativa entre os braquetes SS e PCA (p = 0,97), mas observamos diferenças significativas entre braquetes metálicos e MCA (p = 0,03) e entre braquetes cerâmicos PCA e MCA (p = 0,04). Com isso, pode-se concluir que os braquetes cerâmicos PCA, cuja superfície do slot é coberta com um revestimento à base de zircônia estabilizado com ítria, exibiam propriedades de atrito similares às dos braquetes metálicos. E que a resistência ao atrito resultou em uma perda de mais de 60% da força aplicada devido ao uso de ligaduras elásticas.

Fontes et al. em 2017, avaliaram a influência da canaleta metálica em dois tipos de braquetes estético convencional, na intensidade da força de atrito. Para isso, utilizaram o braquetes estético convencional sem canaleta metálica (Morelli®) e convencional com canaleta metálica (Tecnident®). Os braquetes foram associados a fios de duas dimensões 0,017" X 0,025" e 0,019" X 0,025" da Morelli®, originando 4 grupos diferentes de acordo com tipo de braquete e fio. Com os resultados foi possível observar que o maior atrito foi gerado pelo braquete convencional com canaleta metálica. Para o diâmetro do fio não foi detectado efeito estatisticamente significativo. Pode-se concluir que os braquetes estéticos convencionais sem canaletas metálica, apresentaram menor força de atrito.

Aguiar G A R. et al. (2017) realizaram uma pesquisa dos braquetes estéticos mais vendidos, de acordo com sua marca e composição, abordando suas características, vantagens e desvantagens, assim como a sua aplicação na rotina do ortodontista. Para realização da pesquisa, foram feitas ligações em 4 dentais em Cuiabá- MT (Dental Imperador, Dental Prado, Orto Stillo e Dental Diagnosis), e nos sites das empresas Dental Cremer e Surya Dental (dentalcremer.com.br e suryadental.com.br). Foram feitas as seguintes perguntas: o valor dos braquetes cerâmicos policristalinos e monocristalinos, qual a prescrição, qual o slot, a marca dos braquetes e quais eram os mais vendidos. Pode-se concluir que dentre as marcas dos braquetes estéticos existentes no mercado, o mais encontrado é da Eurodonto na sua composição policristalino, devido ao seu valor. As características de ambos os braquetes cerâmicos são muito satisfatórias, devendo o ortodontista saber escolher qual o mais indicado para o paciente, nos quesitos da mecânica ortodôntica e financeiramente. Todo o processo de evolução dos braquetes estéticos, fez com que o profissional pudesse optar por diferentes tipos e fabricantes.

#### 4. DISCUSSÃO

Um número significativo de fatores influencia no coeficiente de atrito, evidenciando a sua natureza multifatorial. Assim, o coeficiente de atrito é um parâmetro que deve ser analisado quando a movimentação dentária é o objetivo do ortodontista. Muitos estudos já foram realizados na busca de uma associação favorável de diferentes tipos de braquetes e fios. Entretanto, a exigência estética dos pacientes teve seu limiar aumentado em decorrência dos novos materiais disponíveis como, por exemplo, braquetes estéticos. Deve-se reconhecer os coeficientes de atrito dos braquetes e fios selecionados para que se possa utilizá-los sem prejuízo ao tratamento ortodôntico. (Braga et al. 2004)

Segundo a revisão de literatura feita por Maltagliati et al.2006, mesmo com canaleta de metal ou com lisura de superfície, braquetes estéticos conferem maior fricção quando comparados aos metálicos, principalmente em situações de desnivelamento, onde o fio sofre angulações nas canaletas. Braga et al.2004, comparou o coeficiente de atrito de 3 braquetes, dentre eles, braquete cerâmico com canaleta metálica (Clarity) e braquete cerâmico sem canaleta metálica (Allure). Pode-se afirmar com seu resultado que o braquete Clarity apresentou coeficiente de atrito significativamente menor do que o braquete Allure, independentemente do fio utilizado. Já, Fontes et al., discorda de tal afirmação uma vez que, em seu estudo realizado em 2017, mostrou que o braquete cerâmico convencional com canaleta metálica apresentou maior atrito que o braquete cerâmico sem canaleta metálica. Por sua vez, Guerrero et al 2010 , afirma que os braquetes de metal produziram as forças de atrito mais baixas e que os Slots de metal nos braquetes cerâmicos (Clarity) não reduziram efetivamente o atrito. Porém, kapur et al. 2010 concluiu que as altas resistências de atrito cinético e estático dos braquetes cerâmicos podem ser reduzidas forrando os slots com aço inoxidável ou reduzindo a largura do braquete e arredondando a base do slot. Cacciafesta V. et al 2003 também concorda que os braquetes cerâmicos com slots metálicos geraram forças de atrito significativamente menores do que os braquetes cerâmicos convencionais, e que são uma valiosa alternativa aos braquetes de aço inoxidável convencionais em pacientes com



demandas estéticas. Alsubaie et al. 2016, mostrou que braquetes cerâmicos com superfície do slot revestido à base de zircônia estabilizada com ítria, exibiam propriedades de atrito similares às dos braquetes metálicos. Já Jung-Yul Cha et al 2007, mostraram que braquetes cerâmicos com inserção de sílica apresentaram resistência à fricção significativamente menor do que o gerado com os outros braquetes cerâmicos, e que foi semelhante ao do braquete de aço.

Bággio et al 2007 e Fidalgo et al. 2011 encontraram como resultado de seus estudos, maiores coeficientes de atrito na combinação braquete cerâmico/fio de aço inoxidável quando comparados a combinação braquete de aço inoxidável/fio de aço inoxidável. Arash et al. 2015, também constatou menor resistência a fricção no braquete de aço, quando combinado com fio redondo. No estudo de Braga et al.(2004) o braquete de aço inoxidável não apresentou diferenças significativas em relação ao coeficiente de atrito do braquete estético convencional com canaleta metálica, quando o fio utilizado foi o beta-titânio. Porém quando o fio testado foi o de aço inoxidável, apresentou coeficiente de atrito significamente menor. Classicamente, a superfície padrão da mecânica de deslizamento é o metal – particularmente o aço inoxidável. Contudo, outros materiais ortodônticos vêm apresentando resultados satisfatórios, destacando-se os braquetes plásticos. Em 2010, Lima et al. realizaram um estudo e constataram que os braquetes plásticos, sob o ponto de vista de atrito, tiveram melhor comportamento do que os metálicos. Bigarella 2005, constatou no seu estudo que de 4 grupos de braquetes cerâmicos testados, 3 apresentaram coeficiente de atrito menor que o dos metálicos. Jakob et al. 2014 que comparou braquete de aço inoxidável com braquete autoligável cerâmico e autoligável aço inoxidável mostrou que o braquete autoligável cerâmico apresentou menor atrito que os demais. Castro et al. 2013 e Paula et al. 2012 concluíram que braquetes autoligados tem fricção inferior que os braquetes convencionais, tanto no atrito estático como cinético.

As variáveis que afetam o papel do atrito durante o tratamento ortodôntico podem ser divididas em dois grandes grupos: biológicos e mecânicos. O principal fator biológico que influencia parece ser a presença de saliva, que atua como lubrificante e desempenha um papel importante na redução do atrito. Fatores simples, como o acúmulo de detritos sobre a superfície do fio e a biodegradação dos slots registrados após o uso intra-oral, podem ser tão importantes quanto o tipo de material utilizado

quando a fricção na Ortodontia é considerada. (Pacheco et al. 2012). No estudo de Kusy et al.1991, Avaliaram os coeficientes de atrito nos estados seco e úmido (saliva) de fios de aço inoxidável, cobalto-cromo, níquel-titânio e beta-titânio contra braquetes de aço inoxidável ou de cerâmica policristalina e constataram que no estado úmido, os coeficientes cinéticos das combinações de aço inoxidável aumentaram até 0,05 em relação ao estado seco. Em contraste, todas as combinações de fios de beta-titânio no estado úmido diminuíram para 50% dos valores no estado seco e os relatos mistos indicam que a saliva pode promover adesividade e lubrificação. Já no estudo feito por Pimentel et al.(2013), a Saliva gel artificial mostrou um aumento significativo nas forças de atrito para os braquetes cerâmicos policristalinos convencionais. No estudo feito por Shiva Alavi e Ali Farahi (2011), in vitro, indicou que o uso de gel de fluoreto tópico de Sultan (APF 1,23%, pH = 3,5) na presença de braquete de aço e NiTi e fios de aço também pode aumentar as forças de fricção.

## 5. CONCLUSÃO

Após realizar a revisão de literatura pode concluir que:

1. Houve uma diminuição significativa no coeficiente de atrito em braquetes estéticos com canaletas metálicas quando comparados aos braquetes estéticos sem canaletas metálicas, na maioria dos casos estudados. A incorporação de canaletas metálicas também contribuiu, em alguns casos, como reforço estrutural do braquete.

2. O slot metálico incorporado ao braquete estético, além de interferir na estética, em alguns estudos realizados, não reduziu significativamente o atrito, e em outros até aumentou.

3. Em relação aos fatores externos, pode-se verificar que a saliva, o flúor e variáveis mecânicas como o tipo de material utilizado para a confecção do braquete, o tamanho da canaleta, a largura e a angulação do braquete, a forma, espessura e a composição material do fio, tipo de ligadura e a força aplicada na ligação influenciam no atrito entre braquete e fio.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUIAR G. A. R. et al. aparelhos (braquetes) estéticos. **RFAIPE**, v. 7, n. 2, p. 9-15, jul./dez. 2017
2. ALSUBAIE M. et al. Study of force loss due to friction comparing two ceramic brackets during sliding tooth movement. **J Orofac Orthop**. 2016 Jul 6.
3. ARASH V. et al., In vitro evaluation of frictional forces of two ceramic orthodontic brackets versus a stainless steel bracket in combination with two types of archwires. **J Orthod Sci** v.4(2); Apr-Jun 2015
4. ASSAD-LOSS T F.; NEVES R M L.; MUCHA J N. Composição química e aspecto superficial do slot de braquetes metálicos. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 13, n. 3, p. 85-96, maio/jun. 2008
5. BÁGGIO P. E.; TELLES C S.; DOMICIANO J B. Avaliação do atrito produzido por braquetes cerâmicos e de aço inoxidável, quando combinados com fios de aço inoxidável. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 12, n. 1, p. 67-77, jan./fev. 2007
6. BIGARELLA, Cesar Antonio. Avaliação in vitro da resistência friccional entre braquetes cerâmicos e metálico. 2005. 104f **Dissertação (Odontologia) – Universidade de Marília, Marília, São Paulo, 2005.**
7. BRAGA, C. P. et al. 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.
8. CACCIAFESTA, V. et al. Evaluation of friction of conventional and metal-insert ceramic brackets in various bracket-archwire combinations. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. v. 124, n. 4, p. 403 – 409, october. 2003

9. CASTRO R. M. et al. Comparison of static friction with self-ligating, modified slot design and conventional brackets. **J. Appl. Oral Sci.** vol.21 no.4 Bauru July/Aug. 2013
10. FIDALGO T K S.; PITHON M M.; MACIEL J V B.; BOLOGNESE A M. Friction between different wire bracket combinations in artificial saliva - an in vitro evaluation. **J. Appl. Oral Sci.** vol.19 no.1 Bauru Jan./Feb. 2011
11. FONTES N M.; VEDOVELLO S A S.; VEDOVELLO S A S.; VEDOVELLO FILHO M.. Avaliação da Canaleta em Relação ao Atrito de Bráquetes Cerâmicos Convencionais: Estudo in vitro. **J Health** v. 19, n. 5 (2017)
12. GUERRERO A P.; GUARIZA FILHO O.; TANAKA O.; CAMARGO E S .; VIEIRA S.. Evaluation of frictional forces between ceramic brackets and archwires of different alloys compared with metal brackets. **Braz Oral Res.** 2010 Jan-Mar;24(1):40-5.
13. JAKOB S R.; MATHEUS D.; JIMENEZ-PELLEGRIN M C.; TURSSI C P.; AMARAL F L B. Comparative study of friction between metallic and conventional interactive self-ligating brackets in different alignment conditions. **Dental Press J. Orthod.** vol.19 no.3 Maringá May/June 2014
14. JUNG-YUL CHA.; KYUNG-SUK KIM.; CHUNG-JU HWANG. Friction of Conventional and Silica-Insert Ceramic Brackets in Various Bracket-Wire Combinations. **Angle Orthodontist**, Vol 77, No 1, 2007
15. KAPUR WADHWA R.; KWON H K .; CLOSE J M. Frictional resistances of different bracket-wire combinations. **Aust Orthod J** 2004 May;20(1):25-30

16. LIMA, V. N. C. et al. A força de atrito em bráquetes plásticos e de aço inoxidável com a utilização de quatro diferentes tipos de amarração. **Dental Press J. Orthod.** v. 15, n. 2, p. 82 – 86, mar./apr. 2010
17. MALTAGLIATI L A.; FERES R.; FIGUEIREDO M A.; SIQUEIRA D F. Braquetes estéticos: considerações clínicas. **Rev Clín Ortodon Dental Press** 2006 jun.-jul.;5(3):84-7
18. PACHECO M R.; JANSEN W C.; OLIVEIRA D D. The role of friction in orthodontics. **Dental Press J. Orthod.** vol.17 no.2 Maringá Mar./Apr. 2012.
19. PAULA A F B.; PAULA A P B. Fricção superficial dos bráquetes autoligados. **Rev. Bras. Odontol.** vol.69 no.1 Rio de Janeiro Jan./Jun. 2012.
20. PIMENTEL, R. F. et al. Evaluation of the friction force generated by monocristalyne and policristalyne ceramic brackets in sliding mechanics. **Dental Press J Orthod.** v. 18, n. 1, p. 121 – 127, jan./fev. 2013.
21. PITHON MM. et al. Avaliação in vitro da citotoxicidade de braquetes ortodônticos cerâmicos com e sem canaleta metálica. **Rev. Odontol. Univ. Cid. São Paulo**; 23(3): 223-27, set-dez 2011.
22. QUEIROZ G V. et al. Comparative study of frictional forces generated by NiTi archwire deformation in different orthodontic brackets: In vitro evaluation. **Dental Press J. Orthod.** vol.17 no.4 Maringá July/Aug. 2012.
23. KUSY R P.; JOHN Q WHITLEY.; MARY J PREWITT. (1991) Comparison of the frictional coefficients for selected archwire-bracket slot combinations in the dry and wet states. **The Angle Orthodontist**: December 1991, Vol. 61, No. 4, pp. 293-302.

24. SHIVA ALAVI.; ALI FARAHI. Effect of fluoride on friction between bracket and wire. **Dental research journal**, v.8(Suppl1); 2011 Dec.
25. SOBREIRA, C. R.; LORIATO, L. V.; OLIVEIRA, D. D. Bráquetes estéticos: Características e Comportamento Clínico. **Rev. Clín. Ortodon. Dental Press**. Maringá, v. 6, n. 1, p. 94 – 102, fev./mar. 2007.
26. TAMIZHARASI; KUMAR, S. Evolution of Orthodontic Brackets. **JIADS**. v. 1, n. 3, p. 25 – 30, july. 2010.