

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ**

**ACADEMIA CEARENSE DE ODONTOLOGIA**

**CENTRO DE EDUCAÇÃO CONTINUADA**

THIAGO BARRETO CARVALHO

**ANÁLISE DO ATRITO NOS SISTEMAS DE BRÁQUETES AUTOLIGADOS**

FORTALEZA

2011

THIAGO BARRETO CARVALHO

**ANÁLISE DO ATRITO NOS SISTEMAS DE BRÁQUETES AUTOLIGADOS**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização Acadêmica em Ortodontia do Centro de educação Continuada da Academia Cearense de Odontologia outorgado pela Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof: Paulo Tárcio Aded da Silva

FORTALEZA

2011

**ANÁLISE DO ATRITO NOS SISTEMAS DE BRÁQUETES AUTOLIGADOS**

Esta Monografia foi submetida à Coordenação do Curso de Especialização Acadêmica em Ortodontia do Centro de Educação Continuada da Academia Cearense de Odontologia, outorgado pela Universidade Estadual do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados nas bibliotecas das referidas entidades.

THIAGO BARRETO CARVALHO

Defesa: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Conceito Obtido: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

# Banca Examinadora

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Prof. Paulo Tárcio Aded da Silva(Orientador)**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Prof. Mustaphá Amad Neto**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Profª Luciana Silva Nobre**

‘‘A verdade emerge mais prontamente do erro que da confusão”

“Truth emerges more readily from error than confusion.’’

Sir Francis Bacon

**AGRADECIMENTOS**

A Deus, Pai amoroso e guia,

A minha esposa e filha, fontes inesgotáveis de amor e motivação,

Aos meus pais e irmãos, amigos preciosos de todas as horas,

Aos mestres, por sua dedicação e conduta inspiradora.

**SUMÁRIO**

1. **INTRODUÇÃO.........................................................................................................08**
2. **REVISÃO DE LITERATURA...................................................................................11**
3. **DISCUSSÃO............................................................................................................23**
   1. mensuração do atrito em laboratório: autoligados passivos, ativos e

bráquetes convencionais............................................................................23

* 1. métodos de ligação fio-bráquete.................................................................25
  2. natureza dos fios ortodônticos e o seu efeito sobre o atrito dos

autoligados..................................................................................................26

* 1. sistemas autoligados estéticos ...................................................................27
  2. efeitos do torque sobre o atrito de autoligados............................................28
  3. efeito do apinhamento sobre as características de deslizamento dos

autoligados...................................................................................................28

* 1. trabalhos in vivo ou in vitro: como aferir melhor o atrito...............................29
  2. atrito como fator preponderante para a movimentação ortodôntica.............31

**4 CONCLUSÕES..........................................................................................................33**

**REFERÊNCIAS.............................................................................................................35**

**RESUMO**

Este estudo busca identificar em base de dados eletrônicos alguns trabalhos que, no período de 1997 a 2010, investigaram a característica de atrito dos sistemas autoligados ativos ou passivos na interface fio-bráquete o que foi analisado por meio da discussão sobre duas premissas centrais: a superioridade dos bráquetes autoligados em relação aos demais bráquetes e ligações no quesito atrito e o atrito como característica preponderante na definição da movimentação ortodôntica. Não há suporte cientifico para confirmar a tese de que bráquetes autoligados geram menos atrito clinicamente ou de que favoreçam tratamentos efetivamente mais rápidos.

**ABSTRACT**

The purpose of this study was to identify in several electronic database some works from 1997 till 2010 related to selfligating brackets and friction. Two main assumptions were investigated: selfligating brackets often lower friction than conventional brackets and ligating methods and friction has a main role in orthodontic movement. There is not enough cientific evidence to confirm selfligating brackets generate less friction. Friction may not be as determinant as expected on orthodontic movement.

1. **INTRODUÇÃO**

Bráquetes autoligados não são exatamente novidade em ortodontia. As experimentações com sistemas autoligados visando eficientização dos tratamentos datam da década de 30 com o dispositivo de ligação de Russell (RINCHUSE ; MILES, 2007). Há cerca de uma década, os bráquetes autoligados voltaram ao centro dos debates e publicações científicas no meio odontológico o que em muito se deve a introdução de diversos novos sistemas autoligados no mercado (Pandis, Polychronopoulou ; Eliades, 2007).

Os sistemas autoligados diferem fundamentalmente dos demais pela logística mecânica presente em sua ranhura, que garante a permanência do fio ortodôntico em seu interior sem o acréscimo dos métodos convencionais de ligação (amarrilho ou *alastic*).

Existem comercialmente inúmeros sistemas autoligados que podem ser categorizados em passivos e ativos. Os autoligados passivos são dotados de uma cobertura metálica de material semelhante ao empregado na manufatura do bráquete, ela tem encaixe na abertura da ranhura, formando uma quarta parede à semelhança do que seria um tubo ortodôntico (figura 1).



**Figura 1** Modelo de bráquete autoligado passivo (Damon 2)

O outro modelo autoligado existente caracteriza-se pela presença de uma mola de material resiliente, que garante a reclusão do fio ortodôntico no interior da ranhura dos bráquetes. O resultado da interação mola-fio está diretamente associado ao calibre do fio empregado, isto é, em fios de menor calibre a mola pode estar passiva. Este sistema passou a denominar-se *spring clip* ou sistema ativo resiliente (CHEN *et al,* 2010)(figura 2).



**Figura 2** Modelo de bráquete autoligado ativo (GAC In-Ovation)

Propaga-se muito velozmente a percepção de que os sistemas autoligados seriam em muitos aspectos uma evolução em relação aos sistemas convencionais. Atribui-se a eles diversas vantagens potenciais tais como ligação mais robusta e segura, fricção reduzida, maior eficiência e facilidade de uso, tempo total de tratamento reduzido, menor tempo de cadeira, eficiente alinhamento de dentes gravemente desalinhados, maior conforto para o paciente, melhor controle da placa, melhor conservação da ancoragem, redução do risco de injúria ao operador, dentre outros (HARRADINE, 2003).

De todas as vantagens competitivas atribuídas aos autoligados, uma parece central: a premissa de que estes geram fricção reduzida viabilizando movimentação dentária mais rápida e confortável. O destaque dado a este fator justifica-se pelo advento e massificação das mecânicas de deslize. Diferentemente do uso de alças, onde o atrito gerado é mínimo, o deslizamento responde por considerável quantidade de fricção na interface bráquete/fio ortodôntico, de modo que, em tese, a dinâmica deste binômio pode ser importante para o estabelecimento da movimentação ortodôntica.

O grupo de trabalhos selecionados e revisados busca fundamentalmente embasamento científico acerca das seguintes temáticas centrais:

* Mensuração do atrito em laboratório: autoligados passivos, ativos e bráquetes convencionais.
* Métodos de ligação fio-bráquete
* Natureza dos fios ortodônticos e o seu efeito sobre o atrito dos autoligados.
* Sistemas autoligados estéticos
* Efeitos do torque sobre o atrito de autoligados.
* Efeito do apinhamento sobre as características de deslizamento dos autoligados.
* Trabalhos *in vivo* ou *in vitro*: como aferir melhor o atrito.
* O atrito como fator preponderante para a movimentação ortodôntica.

Faz-se, portanto, de suma importância acompanhar o que os relatos científicos atestam como vantagem real do novo sistema. O presente trabalho busca identificar, em base de dados eletrônicos, alguns trabalhos, no intervalo de 1997 a 2010, que investiguem a característica de atrito dos sistemas autoligados ativos ou passivos na interface fio-bráquete. A literatura consultada apresentou revisões sistemáticas do tema, um editorial, uma dissertação de mestrado, trabalhos científicos *in-vitro* e uma minoria de trabalhos *in-vivo*.

1. **REVISÃO DE LITERATURA**

Em 1997, Read-Ward, Jones ; Davies, compararam em seu estudo *in-vitro* a fricção estática entre 3 sistemas de bráquetes autoligados e um convencional. As variáveis investigadas foram: os efeitos do tamanho do fio (0,020”, 0,019” x 0,025” e 0,021” x 0,025”), angulação bráquete-fio (0°, 5° e 10°) e a presença de saliva humana não-estimulada. Um total de 120 bráquetes de cada tipo foram usados. Cada combinação bráquete-fio foi testada 10 vezes num total de 480 testes. O bráquete era então fixado e sua posição definida na angulação 0°, 5° ou 10° com o auxílio de um seguimento de fio 0,021” x 0,025”. Nos testes úmidos uma gota de saliva era então despejada sobre o bráquete. Na máquina de teste o fio era deslizado pela canaleta a uma velocidade de 0,5 mm/min e os níveis de atrito processados por computador. A presença de saliva teve efeito inconsistente. O sistema Mobil-Lock Variable-Slot teve a menor fricção para todos os fios a 0° de angulação, com aumento da angulação, seus valores se tornaram comparáveis aos dos outros bráquetes. O sistema de bráquetes Activa foi o segundo com resistência friccional mais baixa, mas teve aumento significativo destes valores quando usado com fios 0,019” x 0,025”. O sistema SPEED demonstrou baixas forças com fios redondos, mas apresentou grande aumento da fricção com fios retangulares e angulação. Os bráquetes convencionais obtiveram grande variação individual, embora, de um modo geral, forças friccionais mais elevadas foram observadas.

## Pizzoni; Ravnholt ; Melsen (1998), desenvolveram novo modelo *in vitro* para avaliação da fricção de bráquetes autoligados e fios beta-titânio (TMA) em oposição às configurações mais convencionais. Levados através de rolamentos de baixa fricção, os bráquetes foram deslizados sobre segmentos de fio não defletido com mínima fricção com e sem angulação em relação ao fio. Dois autoligados foram usados e não geraram nenhuma força normal significante. A fricção foi testada sobre 4 fios de aço inoxidável e beta-titânio, ambos com secções retangular e redonda. A força usada para superar a fricção e iniciar na movimentação foi aferida por uma máquina de teste à velocidade de 10 mm/min, sendo subtraída a fricção básica. Os resultados mostraram que arcos redondos tiveram fricção menor que os retangulares; que o TMA gera mais fricção que o aço inoxidável e que a fricção é aumentada pela angulação em todas as combinações bráquete-fio realizadas. Os autoligados tiveram menor fricção que os convencionais em todas as angulações e o autoligado passivo apresentou menor fricção que o ativo.

Thomas; Sherriff ; Birnie (1998), buscaram comparar a fricção de 2 tipos de autoligados e 2 tipos de bráquetes *edgewise* com ligaduras elásticas. Os bráquetes eram colados a barras de aço e alinhados por um *jig* pré-formado. Cinco combinações de tamanho e material de fio foram usadas: 0,014” níquel-titânio (NiTi), 0,0175” aço inoxidável, 0,016” x 0,022” NiTi, 0,016” x 0,022” aço inoxidável e 0,019” x 0,025” aço inoxidável. Os fios deslizados pelos bráquetes e a resistência foi aferida por uma máquina de teste. Os resultados revelaram que os autoligados Damon seguidos pelos também autoligados Time foram os geraram menor atrito entre todas as combinações.

Thorstenson ; Kusy (2001), observaram o comportamento do atrito em sistemas autoligados e convencionais em fios sujeitos a dobras de segunda ordem. Foram comparados bráquetes convencionais de aço inoxidável, com arcos de aço inoxidável retangulares e amarrilho às de autoligados com os mesmos arcos e dobras de segunda ordem. O deslizamento de ambos foi aferido. Foram usadas forças de ligação de 200 a 600 centinewtons (cN) e ângulos de -9º a 9º. O mesmo ângulo foi usado para os autoligados embora nenhuma amarração adicional tenha sido usada para eles. Quando usados de modo passivo, os autoligados apresentaram fricção similar aos bráquetes convencionais, mas quando fechados os autoligados não exibiram fricção. Na configuração ativa, todos apresentaram aumento da fricção com maior angulação. Para todos os ângulos, a fricção dos autoligados foi menor que dos bráquetes convencionais.

Pandis; Polychronopoulou ; Eliades (2007), investigaram *in vivo* os efeitos dentais e a duração da correção do apinhamento mandibular com bráquetes autoligados e bráquetes convencionais. Cinquenta e quatro pacientes foram selecionados de um grupo de pacientes de modo a encontrar os seguintes critérios de inclusão: tratamento sem extração nos 2 arcos, todos os dentes mandibulares erupcionados, ausência de espaços nos arcos mandibulares, grau de apinhamento superior a 2 no arco mandibular e ausência, no planejamento, de aparelhos adicionais intra ou extraorais. Os pacientes foram divididos em 2 grupos randomicamente, um recebeu sistema *edgewise* convencional e o outro recebeu um sistema autoligado, ambos com canaleta 0,022”. O grau de apinhamento encontrado nos 2 grupos foi dissolvido e o tempo de tratamento marcado em dias. O tempo de tratamento foi avaliado com modelo estatístico. Radiografias cefalométricas laterais foram usadas para medir a posição do incisivo pré e pós tratamento. As medidas das distâncias intercaninos e intermolares foram feitas em modelos para aferir alterações pré e pós tratamento. Em geral, não houve redução do tempo de tratamento na correção do apinhamento mandibular entre os grupos. Para apinhamentos moderados (grau < 5), entretanto, o grupo com autoligados teve tempo de correção do apinhamento 2,7 vezes menor. Maior apinhamento foi responsável por maior tempo de correção sendo observado o acréscimo de 20% mais tempo para cada grau a mais de apinhamento. Aumento sutil das distâncias intercaninos e intermolares foi notado independentemente do bráquete usado. O grupo com autoligados mostrou aumento da distância intermolar estatisticamente maior. Um aumento da inclinação vestibular dos incisivos induzido pelo alinhamento foi observado em ambos os grupos sem diferenças significativas.

Rinchuse ; Miles (2007), relatam que muitos trabalhos e apresentações apoiados por fabricantes parecem ter uma faceta científica, mas em sua maioria se amparam em estudos de caso. O valor dos estudos *in vitro* sobre autoligados foi questionado por não conseguir simular as respostas biológicas. Bráquetes autoligados geram excelentes resultados *in vitro* com fios menores comuns ao início do tratamento. Quando usados fios 0,016” x 0,022” ao 0,019” x 0,025” NiTi e em uma canaleta 0,022” não há diferenças de atrito entre autoligados e convencionais.

Miles (2007), comparou a taxa de fechamento de espaço em bloco com mecânica de deslizamento entre autoligados passivos (*Smart Clip*) e bráquetes convencionais ligados com amarrilho. Dezenove pacientes totalizando 20 arcos participaram da pesquisa prospectiva com bráquetes de *slots* 0,018”. Todos tiveram extração do 1º pré-molar em pelo menos um arco. Os segundos pré-molares e primeiros molares vizinhos ao espaço da extração receberam bráquetes *Smart Clip* de um lado e bráquetes convencionais do outro. A mecânica de deslize iniciou-se após alinhamento até o fio 0,016 x 0,022” de aço inoxidável e por meio de molas NiTi ativadas entre 6 a 9 mm. Os pacientes foram acompanhados a cada 5 semanas até o fechamento dos espaços. A distância da mesial do bráquete do canino e distal do bráquete do 1º molar foi medida antes e depois da retração e a taxa média de fechamento ao mês foi calculada. Treze pacientes concluíram a pesquisa (14 arcos) e não foi encontrada diferença significativa na velocidade de deslizamento entre os bráquetes testados.

Reicheneder *et al*  (2007), compararam *in vitro* a fricção de 2 tipos de autoligados passivos e estéticos Opal (Ultradent Products) e Oyster (Gestenco Int.), com 4 tipos bráquetes estéticos convencionais Transcend (3M Unitek), Inspire (Ormco), Allure (GAC Int.), and Image (Gestenco Int.). A fricção foi testada com 3 diferentes dimensões e qualidades de fios (fio de aço inoxidável 0,017” × 0,025”, 0,019” × 0,025” e o fio TMA 0,019” × 0,025”. Todos os bráquetes tinham canaleta de 0,022” e correspondiam ao bráquete do 1º pré-molar superior na prescrição de Roth (implicando ângulo 0° e torque 7º). Dois grupos de 30 bráquetes Opal foram envelhecidos em uma máquina sob condições padrão por 9-10 e 18-20 meses respectivamente. A fricção dos bráquetes envelhecidos foi então testada de modo similar com os mesmos tipos de fios usados para as demais amostras. Observou-se que os bráquetes Opal apresentaram os valores mais baixos de fricção para todos os fios testados. Somente os bráquetes Oyster tiveram valor de fricção similar quando combinados com fio de aço inoxidável 0,019” × 0,025”. Os bráquetes Opal envelhecidos apresentaram valores de fricção mais altos que os bráquetes Opal novos, mas, ainda assim, mais baixos que os outros 4 bráquetes estéticos convencionais.

Tecco *et al* (2007), empregaram modelo especialmente desenhado e incluía 10 bráquetes alinhados avaliando a força de fricção gerada por bráquetes convencionais de aço inoxidável, autoligados e ligaduras de baixa fricção conjuntamente a vários arcos de aço inoxidável, níquel-titânio (NiTi) e beta-titânio (TMA). Todos os bráquetes tinham canaleta 0,022” e os arcos mediam 0,016”, 0,016” × 0,022” e 0,019” × 0,025” NiTi, 0,017” × 0,025” TMA e 0,019” × 0,025” aço inoxidável. Cada combinação bráquete-fio foi testada 10 vezes. A maior fricção foi gerada pela combinação fio 0,016” NiTi e bráquete convencional. A menor fricção ocorreu com os autoligados e fio 0,016” × 0,022” NiTi; os autoligados geraram significativamente menos fricção que os bráquetes convencionais com ligadura de baixa fricção; com 0,019” × 0,025” aço ou 0,019” × 0,025” NiTi, as ligaduras de baixa fricção geraram a mais baixa fricção entre todos os grupos. Nenhuma diferença foi observada entre os 4 grupos quando usado o 0,017” × 0,025” TMA.

Fleming; Dibiase ; Lee (2008), buscaram através de uma revisão de literatura discutir vantagens associadas aos sistemas autoligados e identificar relatos científicos a respeito das mesmas. Foram debatidas 9 vantagens potenciais dos autoligados, quais sejam: ligação mais robusta e segura, fricção reduzida, maior eficiência e facilidade de uso, tempo total de tratamento reduzido, eficiente alinhamento de dentes gravemente desalinhados, maior conforto para o paciente, melhor controle da placa, melhor conservação da ancoragem e redução do risco de injuria ao operador.

Lenza (2008), consulta a literatura quanto à capacidade dos sistemas autoligados (quando associados a fios superelásticos com formato mais expansivo) de permitir tratamentos expansivos e sem a necessidade da extração de pré-molares. Carlsson ; Thorgeirsson (2007 apud LENZA, 2008, p.18) realizaram estudo clínico prospectivo randômico em adolescentes com grau de apinhamento moderado na Universidade de Aarhus, Dinamarca, com o objetivo de avaliar o grau de movimentação transversal dos dentes superiores, as alterações na inclinação dentária e a quantidade de tecido ósseo nos segmentos laterais após o tratamento com um sistema de bráquetes autoligados passivo e ativo. A realização de tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) nestes casos permitiu obtenção de análise tridimensional das alterações do osso alveolar em uma amostra relativamente grande. Os resultados demonstraram haver redução na quantidade de osso alveolar por vestibular após o tratamento. Em nenhum caso, foram observadas deiscências ósseas. A quantidade de expansão mais acentuada foi detectada na região de pré-molares, seguida por caninos e em menor magnitude nos molares.

Reicheneder *et al* (2008), compararam a fricção de 4 bráquetes autoligados metálicos (Speed, Damon 2, In-Ovation, e Time) àquelas de 3 bráquetes convencionais metálicos (Time, Victory Twin, e Discovery). O autoligado Time também foi usado como bráquete convencional. A fricção foi testada 20 vezes para cada combinação bráquete-arco usando arcos de aço inoxidável em três dimensões diferentes (0,017” × 0,025”, 0,018” × 0,025” e 0,019” × 0,025”). Todos os bráquetes tinham *slot* 0,022” e a prescrição de um 1º pré-molar superior. Foram analisados estatisticamente os dados de todas as combinações e os resultados mostraram que quase todos os bráquetes tiveram fricção mais baixa com o arco de dimensão 0,018” × 0,025”. A fricção dos autoligados usando-se o arco de dimensão 0,018” × 0,025” foi 45-48% mais baixa que com os arcos de 0,017” × 0,025” e 0,019” × 0,025”. Os bráquetes convencionais tiveram sua fricção 14% menor quando usado o arco 0,018” × 0,025” quando comparados aos arcos de 0,017” × 0,025” e 0,019” × 0,025”. Os bráquetes autoligados apresentaram menor fricção com o arco 0,018” × 0,025” que os bráquetes convencionais. Os bráquetes convencionais tiveram menor fricção com os arcos de 0,017” × 0,025” e 0,019” × 0,025”.

Gandini *et al* (2008), realizaram experimento com o objetivo de testar a hipótese de que não há diferenças entre fricção gerada por um autoligado passivo e um bráquete convencional com 2 tipos diferentes de *alastic*. Foram usados um autoligado passivo e um bráquete convencional ligado a 2 tipos de *alastic*, o convencional e um novo tipo de ligadura (Slide, da Leone Orthodontic Products) que supostamente garante ao fio a mesma liberdade de deslizamento que os autoligados passivos (figura 3). Foram usados 2 tipos de fio 0,014” NiTi super elástico e 0,019” x 0,025” de aço inoxidável. A resistência ao deslizamento do sistema bráquete-fio-ligadura foi aferida por um sistema experimental adaptado uma máquina de teste sob uma carga de 10N em estado seco. Cada amostra foi submetida a 10 testes consecutivos. Como resultados, verificou-se que em todos os testes com autoligados passivos ou bráquetes convencionais associados ao novo tipo de ligadura as forças aferidas estavam próximas de 0 g, isto para ambos os fios testados. Esta força aumentava significativamente (87–117 g) quando usado bráquete e *alastic* convencional para ambos os fios.



**Figura 3** Ligadura de baixa fricção (Slide, Leone Orthodontic Products)

(A) Vista Frontal e (B) vista lateral

Burrow (2009), em sua revisão questiona o paradigma de que a fricção seja de fato o maior responsável pela resistência ao deslizamento em um tratamento. Estudos em laboratório mostram que a ligação do arco contra os cantos da canaleta inicia logo que o dente começa a mover-se e sofre angulação e é muito mais importante do que se pensava. Esta ligação leva a uma deformação no arco que pára temporariamente o movimento. Estudos clínicos dão suporte à tese de que o movimento de corpo no deslize pouco tem a ver com fricção, estando muito mais relacionado a este processo de ligação e liberação que se dá tanto em bráquetes convencionais quanto em autoligados. Os poucos estudos clínicos existentes até então não apoiam a tese de que autoligados geram tempo de tratamento reduzido em decorrência de uma possível fricção reduzida.

Castro (2009), buscou na literatura evidências científicas que dessem suporte a maior eficiência atribuída aos autoligados e verificou que os bráquetes autoligados ainda não demonstraram superioridade mecânica em relação aos sistemas convencionais.

Turpin (2009), exalta em editorial os trabalhos *in-vivo* como sendo a melhor referência quanto a real eficiência dos autoligados. Os testes *in vitro* são ditos incapazes de replicar o meio bucal especialmente a natureza de tecidos moles e ósseos em que o movimento dentário se dá. Quatro estudos longitudinais, recentes e *in-vivo* e com grupos controle foram base para este argumento. Os estudos indicaram que os bráquetes autoligados não apresentaram vantagem mensurável em tempo de tratamento, número de visitas, tempo gasto em alinhamento inicial ou na posição final do incisivo e dimensões transversais (distância intercanina e intermolares).

Krishnan; Kalathil ; Abraham (2009), pesquisaram *in vitro* a fricção de autoligados contemporâneos e arcos de diferentes ligas. Foram comparados o desempenho de 2 autoligados passivos, 2 autoligados ativos e 1 bráquete convencional, todos com canaleta 0,022”. Foram usados fios 0,019” x 0,025” polegadas de aço, níquel-titânio e beta-titânio. A fricção foi avaliada através de um bráquete colado a um hemiarco artificial fixado em uma máquina de teste. Como resultados, verificou-se que as fricções estática e cinética foram mais baixas para autoligados em oposição ao sistema convencional. Os maiores valores de força foram vistos com o fio beta-titânio. Quando usados fios de aço não houve diferenças entre a fricção de autoligados passivos ou ativos. Quando usados fios níquel-titânio ou beta-titânio verificou-se que os autoligados passivos podem minimizar resistência friccional.

Oliveira (2009), comparou a força de atrito produzida por bráquetes metálicos convencionais e autoligados de canino, primeiro e segundo pré-molar do lado direito durante a mecânica de deslizamento. Com este propósito foram confeccionados corpos de prova com resina acrílica autopolimerizável e fixados os acessórios, sendo divididos em: Grupo 1 - bráquetes metálicos convencionais usinados, prescrição Roth, modelo light, com canaleta de 0,022” x 0,028”, da marca Morelli (Dental Morelli, Sorocaba, SP, Brasil); Grupo 2 - bráquetes metálicos convencionais usinados, prescrição Roth modelo M2000, com canaleta de 0,022” x 0,028”, da marca ORMCO (Glendora, Califórnia, USA); Grupo 3 - bráquetes convencionais injetados, prescrição Roth, com canaleta 0,022” x 0,028”, marca Morelli (Dental Morelli, Sorocaba, SP, Brasil); Grupo 4 - bráquetes autoligados, prescrição In-Ovation com canaleta de 0,022” x 0,028”, marca GAC (New York, NY, USA); Grupo 5 - bráquetes autoligados, prescrição Damon com canaleta de 0,022” x 0,028”, da marca ORMCO (Glendora, Califórnia, USA); Grupo 6 - bráquetes autoligados, prescrição *Smart Clip*, com canaleta de 0,022” x 0,030”, da marca 3M Unitek (Monróvia, CA, USA). Cada grupo específico foi composto de cinco corpos de prova e que foram submetidos ao ensaio de atrito, promovendo-se o deslizamento de um segmento de fio de aço inoxidável 0,019” x 0,025” marca (Morelli, Sorocaba- SP-Brasil) pelas canaletas dos acessórios e avaliados na máquina de Ensaio Universal. Os grupos foram comparados quanto à força máxima de atrito, força média de atrito estático e força média de atrito dinâmico. Os resultados encontrados foram: 1) os bráquetes de aço inoxidável autoligados *Smart Clip* e Damon geraram forças de atrito estático e cinético significativamente menores do que os bráquetes de aço inoxidável convencionais usinado e convencional injetado; 2) as comparações entre bráquetes autoligados de marcas distintas evidenciou que o *Smart Clip* e Damon apresentaram resistência ao atrito menor que o In–Ovation; 3) dentre os bráquetes convencionais, os bráquetes usinados M2000 ORMCO apresentou maior resistência ao atrito; 4) Os bráquetes autoligados In-Ovation e os bráquetes ligáveis Morelli usinado e injetado não apresentaram diferença significante.

Petersen *et al* (2009), avaliou o desempenho de ligaduras elásticas e bráquetes autoligados quanto à liberação de forças de um arco 0,014” CuNiTi. Para tanto, foi simulado um alinhamento de um canino lingualizado usando arco completo e 3 métodos diferentes de ligação: *alastic*, autoligado e *alastic* distendido. Foram testados 30 arcos por grupo. O experimento foi conduzido em campo seco e há uma temperatura controlada entre 35° C (variação de graus para mais ou para menos). Os bráquetes foram fixados de 1° a 1° molar em base metálica dotada de um espaço na região do canino esquerdo. O arco foi defletido 3 mm e depois descomprimido na velocidade de 2 mm por minuto. Os dados foram colhidos em quatro momentos ao longo da descompressão. Observou-se que arcos ligados com *alastic* e *alastic* distendido produziram respectivamente cargas de descompressão iguais a 56% e 88% das cargas gerados no mesmo arco por um autoligado.

Baccettia *et al* (2009), analisaram forças liberadas por 4 tipos de bráquetes autoligados passivos de aço inoxidável, 2 tipos de não-convencionais de ligaduras e uma ligadura convencional aplicadas sobre um sistema de bráquetes convencionais durante o alinhamento de um canino superior em infra-oclusão. Para tanto, desenvolveram um modelo experimental consistindo em 5 bráquetes usados para acessar os níveis de força gerados pelas 7 diferentes combinações bráquetes-ligadura com fios níquel-titânio superelástico de 0,012” e 0,014” na presença de diferentes quantidades de deslocamento apical do bráquete correspondente ao canino (1.5 mm a 6 mm). Quando o deslocamento apical foi mínimo (até 1,5 mm) a diferença de performance entre sistemas de baixa ou alta fricção foi mínima. Estas diferenças tornam-se significativas quando o grau de apinhamento supera os 3 mm. Nos apinhamentos superiores a 4,5mm os sistemas de baixa fricção, apesar do aumento da mesma, ainda liberaram forças residuais de 40 a 120g.

Chung *et al* (2009), pesquisaram a influência do torque sobre a fricção cinética nas mecânicas de deslize envolvendo bráquetes autoligados ativos e passivos. As forças de fricção fio-canaleta foram aferidas e comparadas entre 5 grupos de bráquetes e tubos em um segmento dental posterior simulado com torques variados (-15°, -10°, -5°, 0°, 5°, 10°, 15°) no bráquete do segundo pré-molar. O fio ortodôntico de trabalho (0,019” x 0,025” de aço inoxidável) foi então inserido nas canaletas e tubos. O aumento do torque de 0° a + ou – 15° produziu significativos aumentos na fricção para todos os bráquetes e tubos. O torque entre 0° a + ou - 5° gerou menos fricção quando usados autoligados passivos, seguidos por autoligados ativos e pelos sistemas convencionais com ligadura elástica. Ao torque de + ou -10°, aparentemente houve o fim da folga entre fio e a canaleta e todos os grupos de bráquetes e tubos apresentaram resistência similar, com uma exceção em +10°. Em + ou – 15° de torque, um grupo passivo e um ativo produziu significativamente mais resistência que os outros três.

Ehsania *et al* (2009), testaram a quantidade de fricção gerada *in vitro* por bráquetes autoligados e bráquetes convencionais através de uma revisão sistemática da literatura. Várias bases eletrônicas de dados (Medline, PubMed, Embase, Cochrane Library, and Web of Science) foram consultadas sem limites até a data de abril de 2008. Os estudos *in vitro* encontrados foram selecionados e revisados. Uma pesquisa adicional foi realizada com base nas referências dos próprios na intenção de identificar algum artigo que pudesse não estar nas bases de dados eletrônicas. Um total de 73 artigos foram encontrados, destes 19 atendiam aos critérios de seleção desta revisão, muitos métodos foram empregados. Não foi encontrada evidência suficiente para afirmar, com arcos retangulares, na presença de angulação, torque e/ou em maloclusões consideráveis, que os autoligados produzam mais baixa fricção que os bráquetes convencionais.

Chen *et al* (2010), realizaram revisão de literatura buscando evidências científicas que confirmassem a eficácia, eficiência e estabilidade de resultados dos autoligados em comparação com os convencionais. Uma triagem qualitativa dos artigos de 4 bases de dados eletrônicas de 1966 a 2009 também foi feita. Nenhuma diferença em tempo total de tratamento foi comprovada e as únicas vantagens comprovadamente observadas em favor dos autoligados foram menor tempo de cadeira e uma vestibularização dos incisivos superiores discretamente menor.

Kahlon *et al* (2010), empregaram *in vitro* arcos de aço inoxidável tipo Gianelly, ligaduras de baixa fricção, ligaduras convencionais e amarrilhos com bráquetes convencionais e autoligados ativos e passivos de modo a terem 5 possíveis modos de ligação. Também foram usadas duas medidas de arcos de aço inoxidável (0,016” x 0,022” e 0,018” x 0,022”). No quesito avaliado, atrito, as ligaduras de baixa fricção foram superiores às convencionais e inferiores aos autoligados e convencionais com amarrilho.

Ong *et al* (2010), realizaram estudo *in vivo* com o objetivo de avaliar a eficiência dos autoligados ante a bráquetes convencionais durante as primeiras 20 semanas do tratamento com extração. Foram estudados 50 modelos consecutivos de pacientes que tiveram extrações de pré-molar em maxila e/ou mandibula, foram usadas canaletas 0,022” x 0,028” e a mesma seqüência de fios. 44 arcos receberam bráquetes SL Damon 3MX brackets (Ormco, Glendora, Calif), e para 40 outros foi usado CL Victory Series (3M Unitek, Monrovia, Calif) ou Mini-Diamond (Ormco). Os modelos foram avaliados quanto a alinhamento anterior, espaços da extração e dimensões do arco em 3 momentos: pré-tratamento, à 10 semanas e à 20 semanas de tratamento iniciado. Não houve diferença estatística significativa no fechamento dos espaços, no aumento das distâncias inter-caninos ou no alinhamento anterior no período avaliado.

Reznikov *et al* (2010), avaliaram as forças de fricção entre vários autoligados e arcos de aço inoxidável sujeitos a diversas dobras no plano vestibulo-lingual (de primeira ordem). Três tipos de autoligados e 2 bráquetes convencionais (controle) foram testados em um novo sistema *in-vitro*. A fricção foi testada com arcos de aço inoxidável em 3 estados de deflexão. Amostras dos arcos foram colhidas em microscópio eletrônico antes e depois do deslize. Os resultados mostram diferenças significativas entre os grupos quanto à fricção gerada após a deflexão do arco. Nas dobras de primeira ordem, os autoligados passivos desenvolveram fricção mais alta que os bráquetes convencionais. Os bráquetes convencionais usados como controle que dispunham de ligaduras de baixa fricção obtiveram forças de fricção mais baixas que qualquer outro grupo. Os autoligados ativos ficaram entre os passivos e convencionais. Consideráveis alterações de superfície foram encontradas nas amostras dos arcos usados por autoligados passivos.

Fleming ; Johal (2010), investigaram, numa revisão sistemática da literatura, as diferenças clínicas em relação ao uso de bráquetes autoligados na ortodontia. Para isto, as bases de dados eletrônicas foram pesquisadas (sem restrições relacionadas ao status ou à língua da publicação) considerando-se estudos desde 1950 até abril de 2009. Testes clínicos randomizados controlados (TRC) e testes clínicos controlados (TCC) investigando a influência do tipo de bráquete na eficiência do alinhamento, experiência subjetiva de dor, quebra da adesão, mudanças dimensionais do arco, taxa de fechamento de espaços ortodônticos, efeitos periodontais e reabsorção radicular foram selecionados. Foram analisados 6 TRCs e 11 TCCs. Não houve diferença significativa dos autoligados em relação à dor experimentada pelos pacientes. A análise estatística dos demais fatores foi inviável em virtude de desenhos metodológicos inadequados e/ou heterogêneos.

1. **DISCUSSÃO**

Na última década, com o recrudescimento dos sistemas de bráquetes autoligados pela indústria ortodôntica muito foi publicado a respeito das vantagens competitivas destes sistemas. A comunidade científica tenta aprofundar e embasar as discussões sobre autoligados.

Este trabalho busca identificar em base de dados eletrônicos alguns trabalhos que, período de 1997 a 2010, tenham investigado a característica de atrito dos sistemas autoligados ativos ou passivos na interface fio-bráquete promovendo uma discussão acerca dos seguintes tópicos:

* Mensuração do atrito em laboratório: autoligados passivos, ativos e bráquetes convencionais
* Métodos de ligação fio-bráquete
* Natureza dos fios ortodônticos e o seu efeito sobre o atrito dos autoligados
* Sistemas autoligados estéticos
* Efeitos do torque sobre o atrito de autoligados
* Efeito do apinhamento sobre as características de deslizamento dos autoligados
* Trabalhos *in vivo* ou *in vitro*: como aferir melhor o atrito
* O atrito como fator preponderante para a movimentação ortodôntica
  1. **Mensuração do atrito em laboratório: autoligados passivos, ativos e bráquetes convencionais**

Com o intuito de analisar comparativamente atrito gerado pelos sistemas autoligados passivos ou ativos e pelos sistemas convencionais diversos métodos laboratoriais foram desenvolvidos.

Read-Ward *et al* (1997), analizou *in vitro* a fricção estática entre 3 sistemas de bráquetes autoligados e um convencional As variáveis investigadas foram: os efeitos do tamanho do fio, angulação bráquete-fio e a presença de saliva humana não-estimulada. A presença de saliva teve efeito inconsistente. Os bráquetes convencionais obtiveram grande variação individual, confirmando a dificuldade em se padronizar a força de ligação, embora de um modo geral forças friccionais mais elevadas foram observadas. O aumento do calibre do fio e do ângulo gerou aumento de fricção para todos os sistemas. Os sistemas de bráquetes autoligados tiveram redução da força friccional apenas sob certas condições. Reicheneder *et al*, 2008, também verificaram que a dimensão do arco tem papel importante na determinação do atrito. Entretanto, Reicheneder *et al* (2008), também sugeriram que o planejamento da sequência de arcos deve ser contemplado na escolha do sistema de bráquetes visando produzir menor atrito possível.

No estudo comparativo de Thomas *et al* (1998), foram confrontados 2 tipos de autoligados e 2 tipos de bráquetes *edgewise* com ligaduras elásticas e verificou-se que os autoligados Damon e Time sobressaíram-se com menor fricção em todas as combinações de fio. O estudo de Oliveira, 2009, também constatou baixo atrito para os autoligados Damon. Neste caso, os braquetes Damon e *Smart Clip* geraram forças de atrito estático e cinético significativamente menores do que os bráquetes de aço inoxidável convencionais usinado e convencional injetado.

Em trabalho de 2010, Reznikov *et al* encontraram algo diferente. Diante de dobras de primeira ordem, o estudo comparativo da fricção de 3 autoligados e 1 sistemas convencional com ligaduras de baixa fricção revelou diferenças significativas entre os grupos. Nas dobras de primeira ordem os bráquetes convencionais usados como controle que dispunham de ligaduras de baixa fricção obtiveram fricção mais baixa que qualquer outro grupo. Os autoligados passivos desenvolveram fricção mais alta que os bráquetes convencionais. Os autoligados ativos ficaram entre os passivos e convencionais. Consideráveis alterações de superfície foram encontradas nas amostras dos arcos usados por autoligados passivos. Isto é, em contraste com o que alegam os fabricantes, em certas condições clínicas um clipe firme e passivo pode gerar aumento de fricção. Esta eleva-se proporcionalmente ao grau de deflexão e a rigidez do componente que mantém o arco no *slot*.

Em sua revisão sistemática, Ehsani ; colaboradores (2009), investigaram trabalhos que comparassem a fricção gerada por bráquetes autoligados e bráquetes convencionais, concluindo que, *in vitro,* os autoligados produzem mais baixa fricção com arcos redondos de menor calibre na ausência de angulação e torque, ou seja, em um arco perfeitamente alinhado. Não foi encontrada evidência suficiente para afirmar que, com arcos retangulares, na presença de angulação, torque e/ou em maloclusões consideráveis, os autoligados produzam fricção inferior à dos bráquetes convencionais. De outro modo, Chen *et al*, 2010, levantaram artigos de 1966 a 2009 e ao final comprovaram como vantagens dos autoligados menor tempo de cadeira e uma vestibularização dos incisivos superiores discretamente menor. Nenhuma diferença em tempo total de tratamento foi comprovada.

* 1. **Métodos de ligação fio-bráquete**

Schumacher ; cols (*apud* Fleming *et al* 2008) sugerem que a natureza da ligação desempenha papel fundamental na determinação da fricção. Shivapuja e Berger (*apud* Fleming *et al* 2008) citam que a ligação com amarrilho produz 30 a 50% da força de atrito gerada pelas ligaduras elásticas mas, mesmo estas, geram atrito em níveis indesejados.

Vários estudos *in-vitro* realizaram combinações arco/método ligação para avaliar os efeitos de cada um na resistência friccional. Petersen *et al* (2009), constataram que as forças liberadas pelo fio após a queda da tensão inicial das ligas não são estatisticamente diferentes das forças presentes em autoligados. Assim, ligas distendidas e autoligados foram mais efetivos no alinhamento que ligas ativas. Baccettia *et al*, 2009, por outro, realizou estudo em que desconsiderou o efeito do tempo e fatores intra-orais sobre ligaduras elásticas. Foram comparadas as forças liberadas por 4 tipos de bráquetes autoligados passivos de aço inoxidável, 2 tipos de não-convencionais de ligaduras e uma ligadura convencional aplicadas sobre um sistema de bráquetes convencionais durante o alinhamento de um canino superior em infra-oclusão. Em deslocamentos maiores (acima de 3 mm) os autoligados apresentaram melhor desempenho com mais baixa fricção e maior correção (movimentação). Foi sugerida maior investigação *in vivo*, visto que o método empregado não permitiu a movimentação dos dentes vizinhos ao apinhamento (o que simularia uma situação de ancoragem).

Gandini *et al* (2008), resolveram testar a hipótese de que não há diferenças entre as forças friccionais geradas por um autoligado passivo e um bráquete convencional com 2 tipos diferentes de ligaduras elásticas. O modelo de ligadura elástica *Slide* da *Leone Orthodontic Products* foi considerado uma alternativa válida aos autoligados passivos para uma biomecânica de baixa fricção apresentando as vantagens de um baixo custo e a possibilidade de ser combinado com ligaduras convencionais gerando áreas de maior e menor fricção conforme os objetivos do tratamento. Kahlon *et al,* em 2010, também usou as ligaduras slide Leone comparando-as com ligaduras convencionais e amarrilhos com bráquetes convencionais, além de autoligados ativos e passivos de modo a terem 5 possíveis modos de ligação. Neste caso, no quesito atrito, as ligaduras Leone foram superiores às convencionais e inferiores aos autoligados e convencionais com amarrilho. No estudo de Tecco *et al* (2007), entretanto, a combinação das ligaduras de baixa fricção (*Slide*) com bráquetes convencionais gerou maior atrito que os autoligados testados.

* 1. **Natureza dos fios ortodônticos e o seu efeito sobre o atrito dos autoligados**

## Em 1998, Pizzoni *et al*, testaram a fricção existente na combinação autoligados e fios TMA em oposição às configurações mais convencionais. Arcos redondos tiveram fricção menor que os retangulares. Fios TMA geraram mais fricção que os de aço inoxidável e a fricção é aumentou pela angulação em todas as combinações bráquete-fio realizadas. Os autoligados tiveram menor fricção que os convencionais em todas as angulações e o autoligado passivo apresentou menor fricção que o ativo. Com isso, puderam concluir que a escolha do bráquete, do material e da dimensão do fio (especialmente quanto a suas características de lisura superficial, dureza e flexibilidade) influenciam significativamente as forças agindo em um sistema de arco contínuo. No estudo de Tecco *et al* (2007*),* foram testadas as características de deslize de bráquetes convencionais de aço inoxidável, autoligados e ligaduras de baixa fricção (Slide) conjuntamente a arcos de aço inoxidável, NiTi e TMA de diversas medidas. Neste caso, a maior fricção aferida foi encontrada na combinação fio 0.016” NiTi e bráquete convencional. Também neste estudo, os autoligados geraram significativamente menos fricção que os bráquetes convencionais com ligadura de baixa fricção; Nenhuma diferença foi observada entre os 4 grupos quando usado o 0.017 × 0.025” TMA. Em 2009, Krishnan, *et al*, também avaliaram o comportamento de autoligados passivos, ativos e bráquetes convencionais com arcos de aço inoxidável, NiTi e TMA. Os resultados encontrados também mostraram uma fricção estática e cinética inferior para autoligados passivos e ativos. Neste estudo, autoligados passivos e ativos tiveram performance similar com arcos de aço inoxidável, mas houve diferenças consideráveis com NiTi ou TMA, com menor atrito para os autoligados passivos.

Em 2008, Lenza aborda o comportamento de autoligados quando usados fios superelásticos. Verificou-se que alguma expansão é alcançada principalmente na região de pré-molares e sem deiscências ósseas apesar da redução da quantidade óssea na região vestibular. Mas novas pesquisas são necessárias bem como a proservação, a longo prazo, dos casos quanto a estabilidade dos resultados.

* 1. **Sistemas autoligados estéticos**

Quando confeccionados em materiais não metálicos bráquetes autoligados preenchem os requisitos estéticos demandados por grande parte dos pacientes atualmente. No entanto, diante da mudança de material, é de se questionar, como estes bráquetes passam a comportar-se na interfácie fio-bráquete, isto é, o que ocorre com suas características de atrito.

Reicheneder *et al* (2007), realizaram estudo com o propósito de comparar as propriedades friccionais de 2 tipos de autoligados passivos e estéticos (feitos de um polímero de fibra de vidro reforçada por compósito) com 4 tipos bráquetes estéticos convencionais (2 em cerâmica policristalina, 1 em cerâmica monocristalina e um em polímero de fibra de vidro reforçada por compósito). Verificando superioridade significativa dos autoligados estéticos sobre os demais, mesmo quando submetidos a processo de envelhecimento. No entanto, há ainda grande escassez de trabalhos sobre autoligados estéticos e o desempenho clínico ou mesmo laboratorial deles é muito pouco conhecido.

* 1. **Efeitos do torque sobre o atrito de autoligados**

O torque, invariavelmente presente na terapia ortodôntica é um dos fatores que merece ser avaliado quanto a sua influência na fricção cinética nas mecânicas de deslize envolvendo bráquetes autoligados ativos e passivos. Chung *et al* (2009), criaram experimento *in vitro* para simular a situação e as resultantes do torque no atrito. Observaram que a presença de torque nos segmentos posteriores pode gerar resistência friccional durante a retração anterior em caso de mecânicas de deslize com bráquetes autoligados. Quando pequenos torques são empregados, há menos fricção nos passivos que nos autoligados ativos, mas deve ser considerado o fator: desenho do bráquete. As forças friccionais são substanciais e independem do tipo de ligação se o torque bráquete-fio excede o espaço livre de terceira ordem.

* 1. **Efeito do apinhamento sobre as características de deslizamento dos autoligados**

Sistemas autoligados passivos normalmente geram menor fricção que sistemas autoligados ativos, no entanto, quando usados em regiões de grande apinhamento, os níveis de atrito dos autoligados aumentam drasticamente (FLEMING *et al*, 2008).

Em 2007, Pandis *et al*, realizaram estudo clínico prospectivo com o propósito de investigar a duração da correção do apinhamento mandibular com bráquetes autoligados e bráquetes convencionais proservando os efeitos dentais. Em geral, não houve redução do tempo de tratamento na correção do apinhamento mandibular entre os grupos. Para apinhamentos moderados, entretanto, o grupo com autoligados teve tempo de correção do apinhamento 2,7 vezes menor. Maior apinhamento foi responsável por maior tempo de correção. Aumento sutil das distâncias intercaninos e intermolares foi notado independentemente do bráquete usado. O grupo com autoligados mostrou aumento da distância intermolar estatisticamente maior. Além disso, um aumento da inclinação vestibular dos incisivos induzido pelo alinhamento foi observado em ambos os grupos sem diferenças significativas. Em 2010, Ong *et al* realizaram estudo afim de comparar a eficiência de bráquetes autoligados e convencionais durante as primeiras 20 semanas do tratamento com extração e também não confirmaram a superioridade dos autoligados concluindo que o método de ligação é apenas um dos fatores que podem influenciar na eficiência do tratamento. A premissa de que bráquetes autoligados geram tratamentos mais curtos foi negada.

* 1. **Trabalhos in vivo ou in vitro: como aferir melhor o atrito**

Avaliar as propriedades friccionais *in vivo* é complexo, por isso o conhecimento que se tem hoje decorre quase que totalmente de estudos *in vitro* em que se tenta simular o ambiente oral. A dificuldade em se replicar o ambiente oral é evidente se considerarmos consideramos a dinâmica da remodelação óssea, característica da movimentação dentária, e o fator crescimento. Por isso, o fator fricção nos sistemas ortodônticos *in vivo* ainda é vastamente debatido (FLEMING *et al*, 2008).

Em 2007, Miles, num estudo *in vivo*, comparou a taxa de fechamento de espaço em bloco com mecânica de deslizamento entre autoligados passivos (*Smart Clip*) e bráquetes convencionais ligados com amarrilho. Treze dos 19 pacientes iniciais concluíram a pesquisa (14 arcos) e não foi encontrada diferença significativa na velocidade de deslizamento entre os bráquetes testados. Também, Turpin, 2009, selecionou e revisou 4 estudos *in vivo*, os quais, segundo ele, oferecem a melhor medida quanto a real eficiência dos autoligados. Novamente, o valor dos testes *in vitro* usados para aferir propriedades pertinentes à movimentação dentária foi questionado. Foram analisados estudos longitudinais, recentes e *in-vivo* com grupos controle os quais em síntese também concluíram que não houve diferença no tempo de correção do apinhamento mandibular. Além disso, não houve diferença estatisticamente significativa em tempo de total de tratamento, o número de bráquetes quebrados e de consultas não agendadas foi substancialmente maior para os pacientes tratados com autoligados, houve pouca influência do tipo de bráquete na posição final do incisivo e dimensões transversais (distância intercanina e intermolares) e os bráquetes autoligados não apresentaram vantagem mensurável quanto ao número de visitas e tempo gasto em alinhamento inicial.

Pandis *et al* (2007), citam que além da biomecâmica da movimentação dentária, outro fator *in vivo* desconsiderado nos estudos *in vitro* é o acumulo de depósitos calcificados no fio capaz de gerar uma resistência adicional ao deslize. A falta de padronização das taxas de deslizamento do fio pelos bráquetes nos estudos *in vitro* dificulta a comparação de resultados de diferentes estudos. Por outro lado, se a taxa for padrão, surgem discrepâncias entre as condições (modelo) de pesquisa e a situação clínica. Para Kusy ; Whitley (1989 apud Pandis, 2007, p.209) há influência da velocidade na fricção e isto não tem sido considerado nas pesquisas *in vitro*.

Rinchuse ; Miles (2007), concordam que o valor dos estudos *in vitro* sobre autoligados é questionável. Estudos *in vitro* não simulam as respostas biológicas e o modelo implementado não representa a situação clínica. Normalmente os trabalhos laboratoriais representam um fragmento ou um aspecto pequeno do tratamento ortodôntico completo. Estudos até aqui estiveram limitados aos bráquetes de canaletas 0,022”. A vibração *in vitro* que busca simular os esforços oclusais não foi validada. As pesquisas *in vitro* que envolvem taxa de movimentação (de 0,5 mm por minuto a 10 mm por minuto), usam taxas 21700 a 435000 mais rápidas que a movimentação clínica e não consideram a remodelação óssea que se dá antes da movimentação efetiva. Os bráquetes autoligados ativos a dimensão horizontal da canaleta é invadida pelo clip ativo, isto é, não representa uma canaleta 0,022 x 0,028” tradicional. Também os estudos retrospectivos *in vivo* podem tornar-se tendenciosos se determinados fatores não forem controlados, tais como: experiência clínica, intervalo de retornos, seqüência e tipo de arcos usados. O entusiasmo quanto aos novos sistemas pode, mesmo inconscientemente, levar o operador a atuar diferentemente. Por isso, os estudos mais recomendados são pesquisas prospectivas de escolha randômica ou seqüencial de pacientes.

Castro (2009), pondera que a maior parte das informações disponíveis sobre autoligados deriva de material promocional, relatos de casos e apresentações em congressos e que estes não são representativos da variedade de casos que o clínico encontra no consultório ortodôntico.

Fleming ; Johal (2010), fizeram revisão sistemática da literatura com o objetivo de avaliar as diferenças clínicas em relação ao uso de bráquetes autoligados na ortodontia. Não houve diferença significativa dos autoligados em relação à dor experimentada pelos pacientes. A análise estatística dos demais fatores foi inviável em virtude dos desenhos metodológicos inadequados e/ou heterogêneos. É nítida a dificuldade em reproduzir *in vitro* variáveis como força mastigatória e demais funções orais, rotação, torque e angulação dentária, temperatura e lubrificação naturais à cavidade oral.

* 1. **O atrito como fator preponderante para a movimentação ortodôntica**

Embora a baixa fricção deva estar associada a benefícios como alinhamento rápido, correção rotacional e fechamento de espaços, não há ainda evidência clínica publicada capaz de comprovar esta hipótese (FLEMING *et al* 2008).

Apesar do marketing sobre bráquetes autoligados, a ciência ortodôntica está longe de um consenso quanto à fricção como maior responsável pela resistência ao deslizamento em um tratamento. Diversos estudos em laboratório mostram que a ligação do arco contra os cantos do slot inicia logo que o dente começa a mover-se e sofre angulação e é muito mais importante do que se pensava. Esta ligação leva a uma deformação do arco que pára temporariamente o movimento (BURROW, 2009). Estudos clínicos dão suporte à tese de que o movimento de corpo no deslize pouco tem a ver com fricção, estando muito mais relacionado a este processo “de ligação e liberação” que se dá tanto em bráquetes convencionais quanto em autoligados. Os poucos estudos clínicos existentes até então não apoiam a tese de que autoligados geram tempo de tratamento reduzido em decorrência de uma possível fricção reduzida. A simplificação das complexas interações biomecânicas que inevitavelmente ocorrem nos estudos *in-vitro* pode resultar em um superestimado significado clínico dado ao fator atrito (SWARTZ, 2007 apud BURROW, 2009 p.446).

Thorstenson ; Kusy (2002), avaliaram o efeito da angulação sobre resistência ao deslize simulando a influência de apinhamento dentário na fricção. Em todos os graus de angulação os bráquetes autoligados Damon produziram um pouco menos atrito embora tenha ocorrido aumento do atrito para ambos na presença de apinhamento. Estes achados sugerem que a redução de atrito associada aos autoligados não seja tal qual demonstrado *in vitro*. A atividade mastigatória pode reduzir o impacto da resistência ao deslize em um aparelho ortodôntico. O’Reilly *et al* (1999 apud FLEMING; DIBIASE ; LEE, 2008, p.646) simularam o apinhamento e o ciclo mastigatório enquanto a resistência friccional era medida e os resultados obtidos com o fio 0,021” x 0,025” aço inoxidável mostram uma redução em 85% da fricção levando à conclusão de que a fricção pode estar sendo superestimada em ortodontia dados os deslocamentos de bráquete e fio *in vivo* sob esforços mastigatórios.

**4 CONCLUSÕES**

* Em geral, quão maior for o calibre do arco a ser usado, maior a fricção. Esta é maior nos fios retangulares que em fios redondos. Bráquetes metálicos produzem menor atrito que os cerâmicos ou os de policarbonato. Entretanto, quando comparada a fricção encontrada entre bráquetes autoligados passivos e ativos há controvérsias.
* Variação de composição dos fios ortodônticos, especialmente quanto a suas características de lisura superficial, dureza e flexibilidade, influenciam significativamente as forças agindo em um sistema de arco contínuo.
* Os testes *in vitro* revelam superioridade dos sistemas autoligados sob circunstâncias extremamente controladas de alinhamento e nivelamento o que na prática não ocorre. As ligaduras de baixa fricção como alternativas econômicas aos autoligados apresentaram resultados inconsistentes e merecem maior investigação *in vivo*.
* O torque, quando excede o espaço livre de terceira ordem, aumenta substancialmente o nível de atrito de autoligados e aproxima seu comportamento do apresentado por sistemas convencionais.
* Estudos clínicos dão suporte à tese de que o movimento de corpo no deslize pouco tem a ver com fricção, estando muito mais relacionado ao processo “de ligação e liberação” que se dá tanto em bráquetes convencionais quanto em autoligados. O fator fricção pode estar sendo superestimado em ortodontia dados os deslocamentos de bráquete e fio *in vivo*.
* Embora os trabalhos *in vitro* até então realizados sejam uma referência antecipada do comportamento clínico, este pode ser, em alguns casos, bastante diferente. Assim sendo, um número maior de estudos clínicos randômicos e prospectivos é necessário.
* Não há suporte cientifico para confirmar a tese de que bráquetes autoligados geram menos atrito clinicamente ou de que favoreçam tratamentos efetivamente mais rápidos.

**REFERÊNCIAS**

Baccettia, T. et al. Forces Produced by Different Nonconventional Bracket or Ligature Systems during Alignment of Apically Displaced Teeth. **Angle Orthodontist**. vol. 79, n. 3, p. 533-539, 2009.

Burrow, S.J. Friction and resistance to sliding in orthodontics: A critical review. American Journal **of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**. vol.135, n. 4, p.442-447, abr. 2009.

CASTRO, Bráquetes autoligados: eficiência x evidências científicas. **Revista Dental Press Ortodontia e Ortopedia Facial.** vol. 14, n. 4, p. 20-24, jul. 2009.

Chen, S.S. et al. Systematic review of self-ligating brackets. American Journal **of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**. vol.137, n. 6, p.726.e1-726.e18, jun. 2010.

Chung, M. et al. Third-Order Torque and Self-Ligating Orthodontic Bracket–Type Effects on Sliding Friction. Angle Orthodontist. v. 79, n. 3, p. 551-557, 2009.

Ehsani, S. et al. Frictional resistance in self-ligating orthodontic brackets and conventionally ligated brackets: a systematic review. **Angle Orthodontist**. vol. 79, n.3, p. 592-60, 2009.

FLEMING, P. S.; DIBIASE, A. T.; LEE, R. T. Self-ligating appliances: evolution or revolution? **Journal of Clinical Orthodontics**. vol. 42, n. 11, p. 641-651, nov. 2008.

Fleming, P.S.; Johal, A. Self-ligating brackets in orthodontics: a systematic review. **Angle Orthodontist**, vol.80, n.3, p. 575-584, 2010.

Gandini, P. et al. In vitro frictional forces generated by three different ligation methods. **Angle Orthodontist**. vol. 78, n. 5, p. 917-921, 2008.

Harradine, N.W.T. Self-ligating brackets: where are we now? **Journal of Orthodontics**, vol. 30, p. 262-273, set. 2003.

Kahlon, S. et al. In-vitro evaluation of frictional resistance with 5 ligation methods and Gianelly-type working wires. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. vol. 138, n. 1, p. 67-71, jul. 2010.

Krishnan, M.; Kalathil, S.; Abraham, K. M. Comparative evaluation of frictional forces in active and passive self-ligating brackets with various archwire alloys. American Journal **of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**. vol. 136, n. 5, p. 675-682, nov, 2009.

Lenza, M. A. Bráquetes autoligáveis - futuro da Ortodontia? **Revista Dental Press Ortodontia e Ortopedia Facial.** vol. 13, n. 6, p. 17-19, nov. 2008.

Miles, P.G. Self-ligating versus conventional twin brackets during en-masse space closure with sliding mechanics. American Journal **of Orthodontics and Dentofacial** **Orthopedics**. vol. 132, n. 2, p. 223-225, ago. 2007.

OLIVEIRA. R. R. **Avaliação do atrito do fio ortodôntico na Canaleta de aparelhos autoligáveis comparados a aparelhos ligáveis**. 2009. 83p. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica) – Universidade de Marília, Marília, 2009.

Ong, E. et al.. Efficiency of self-ligating vs conventionally ligated brackets during initial alignment. American Journal **of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**. vol.138, n. 2, p.138.e1-138.e7, ago.2010.

Pandis, N.; Polychronopoulou, A; Eliades, T. Self-ligating versus conventional brackets in the treatment of mandibular crowding: a prospective clinical trial of treatment duration and dental effects. American Journal **of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**. v.132, n. 2, 208-215, ago. 2007.

Petersen, P. et al. Force decay of elastomeric ligatures: influence on unloading force compared to self-ligation. **Angle Orthodontist**. vol. 79, n. 5, p. 934-938, 2009

Pizzoni, L; Ravnholt, G; Melsen, B. Frictional forces related to self-ligating brackets. **European Journal of Orthodontics**. vol.20, p. 283-291. 1998.

READ-WARD, G. E.; JONES, S. P.; DAVIES. E. H. A Comparison of Self-ligating and Conventional Orthodontic Bracket Systems. **British Journal of Orthodontics**. vol. 24, n.4, p.309-317, nov. 1997.

Reicheneder, C. A. et al. Frictional properties of aesthetic brackets. **European Journal of Orthodontics**. vol. 29, p. 359-365, 2007.

Reicheneder, C. A. et al. Conventionally ligated versus self-ligating metal brackets: a comparative study. **European Journal of Orthodontics**. vol. 30, p. 654-660, 2008.

Reznikov, N. et al. Measurement of friction forces between stainless steel wires and ‘‘reduced-friction’’ self-ligating brackets. American Journal **of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.** vol.138, n. 3, p. 330-338, set. 2010.

Rinchuse, J. D.; Miles, P. G. Self-ligating brackets: present and future. American Journal **of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**. vol. 132, n. 2, p. 216-222, ago. 2007.

Tecco, S. et al. An *in vitro* investigation of the influence of self-ligating brackets, low friction ligatures, and archwire on frictional resistance. **European Journal of Orthodontics.** vol. 29, p. 390-397, 2007.

Thomas, S.; Sherriff, M.; Birnie, D. A comparative in vitro study of the frictional characteristics of two types of self-ligating brackets and two types of pre-adjusted edgewise brackets tied with elastomeric ligatures. **European Journal of Orthodontics**. vol. 20, p. 589-596, 1998.

Thorstenson, G.A; Kusy, R. P. Resistance to sliding of self-ligating brackets versus conventional stainless steel twin brackets with second-order angulation in the dry and wet (saliva) states**.** American Journal **of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.** vol. 120, n. 4, p. 361-370, out. 2001.

Turpin, L. D. In-vivo studies offers Best measure of self-ligation. [Editorial]. American Journal **of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**. vol. 136, p. 141-142, ago. 2009.