

FACETE-FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SETE LAGOAS

YUAN MEDEIROS PINHEIRO

Atrito nas mecânicas ortodônticas convencionais e autoligável: Uma Revisão.

VITÓRIA DA CONQUISTA-BA

2022

FACSETE-FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SETE LAGOAS

YUAN MEDEIROS PINHEIRO

Atrito nas mecânicas ortodônticas convencionais e autoligável: Uma Revisão.

Monografia apresentada ao curso de Especialização Lato Sensu, da CIODONTO-FACSETE (Faculdade de Sete Lagoas), como requisito parcial para conclusão do curso Especialização em Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Sisenando Itabaiiana Sobrinho

VITÓRIA DA CONQUISTA-BA

2022



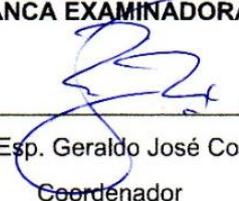
YUAN MEDEIROS PINHEIRO

Atrito nas mecânicas ortodônticas convencionais e autoligável: Uma Revisão.

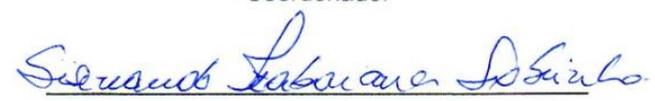
Monografia apresentada ao curso de pós-graduação em Ortodontia da Faculdade Sete Lagoas como forma de obtenção do título de Especialista em Ortodontia.

Aprovado em 06/12/2022 pela banca constituída dos seguintes professores:

BANCA EXAMINADORA



Prof. Esp. Geraldo José Correa
Coordenador



Prof. Dr. Sisenando Itabaiana Sobrinho
Orientador



Profa. Maiana Borges dos Santos
Professora Convidada

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

RESUMO

O atrito na ortodontia de deslizamento é um fator que desafia o cirurgião dentista na ortodontia, podendo reduzir a eficiência da movimentação ortodôntica. Desta maneira, a ligação do fio ao braquete exerce um papel fundamental na determinação do atrito, além dos fatores físicos, mecânicos, ambientais e biológicos, que aumentam ou diminuem a efetividade do movimento.

Possui dois tipos de atrito o estático e o cinético sendo o atrito estático se refere ao início do movimento e o cinético quando já está em movimento. Nesse sentido, a proposta inovadora na confecção dos braquetes autoligáveis é promover uma diminuição do atrito na mecânica de deslizamento. Sendo confeccionado dois tipos de sistemas, que são os autoligáveis passivos e ativos, onde se diferenciam pelo formato das peças no travamento do fio no fundo do slot. O convencional possui somente o travamento do fio através das ligaduras elásticas, que através do tempo perde a sua elasticidade, promovendo uma diminuição da força de travamento no fundo do slot, aumento de retenção de biofilme na região do braquete, ligadura e no próprio fio proporciona o aumento do atrito na região.

Mas tem-se uma diferença entre os dois tipos de braquetes utilizados atualmente na ortodontia, em relação a presença do atrito na mecânica de deslizamento, pois possuem menor atrito, devido sua ausência de ligaduras elásticas, possibilitando melhor deslizamento quando posto o autoligado, enquanto os braquetes convencionais com ligaduras elásticas proporcionam maior atrito. Os fatores do meio oral também contribuem bastante para o aumento ou diminuição do atrito na movimentação ortodôntica. Mais estudos tem que ser realizados, diante ao uso destes braquetes nota-se que alguns fatores são determinantes para diminuir o tempo de tratamento e de efetividade no uso de um ou outro material ou peça.

Palavras chave: Aparelho autoligável, aparelho convencional, atrito na ortodontia, braquetes.

ABSTRACT

Friction in sliding orthodontics is a factor that challenges the dentist in orthodontics, and may reduce the efficiency of orthodontic movement. In this way, the connection of the wire to the bracket plays a fundamental role in determining the friction, in addition to the physical, mechanical, environmental and biological factors that increase or decrease the effectiveness of the movement.

It has two types of friction, static and kinetic, with static friction referring to the beginning of movement and kinetic friction when it is already in motion. In this sense, the innovative proposal in the manufacture of self-ligating brackets is to promote a decrease in friction in sliding mechanics. Two types of systems are made, which are passive and active self-ligating, where they are differentiated by the shape of the parts in locking the thread at the bottom of the slot. The conventional one only has the locking of the wire through elastic ligatures, which over time loses its elasticity, promoting a decrease in the locking force at the bottom of the slot, increased biofilm retention in the region of the bracket, ligature and in the wire itself. Increased friction in the region.

However, there is a difference between the two types of brackets currently used in orthodontics, in relation to the presence of friction in the sliding mechanics, as they have less friction, due to the absence of elastic ligatures, allowing better sliding when the self-ligating one is in place, while the conventional brackets with elastic ligatures provide greater friction. Oral environment factors also contribute greatly to the increase or decrease of friction in orthodontic movement. More studies have to be carried out, in view of the use of these brackets, it is noted that some factors are decisive to reduce the treatment time and effectiveness in the use of one or another material or part.

Keywords: Self-ligating appliance, conventional appliance, friction in orthodontics, brackets.

SUMÁRIO

1.0	INTRODUÇÃO	8
2.0	OBJETIVO	9
3.0	METODOLOGIA.....	9
4.0	REVISÃO DE LITERATURA	10
4.1	ATRITO E RUGOSIDADE NA MECÂNICA DE DESLIZE	10
4.1.1	DEFINIÇÃO.....	10
4.1.2	TIPOS DE ATRITO	11
4.2	MATERIAIS ORTODÔNTICO.....	13
4.2.1	BRAQUETES ORTODÔNTICOS	13
4.2.2	FIOS ORTODONTICO.....	12
4.3	FATORES CAUSADORES DE ATRITO EM ORTODONTIA	14
4.3.1	PROPRIEDADES DO FIO ORTODÔNTICO: MATERIAL, SECÇÃO TRANSVERSA, ESPESSURA, TEXTURA DA SUPERFÍCIE E RIGIDEZ.	14
4.3.2	TIPOS DE AMARRAÇÃO ENTRE FIO E BRAQUETE: MATERIAL E FORMA DA AMARRAÇÃO, E O TIPO DE INSTRUMENTO UTILIZADO	13
4.3.3	PROPRIEDADES DO BRAQUETE: MATERIAL, TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE, PROCESSO DE FABRICAÇÃO, DIMENSÕES DO SLOT, QUANTIDADE DE ALETAS.....	14
4.3.4	APARELHOS ORTODÔNTICO: TAMANHO, ALTURA QUE É COLADO, DISTÂNCIA ENTRE BRAQUETE E FORÇA APLICADA JUNTAMENTE COM FATORES EXTERNO E ASPEREZA DA PEÇA	14
4.4	BRAQUETE AUTOLIGAVEL	18
4.4.1	ASPECTOS HISTORICOS.....	18
4.5	BRAQUETE CONVENCIONAL.....	22
5.0	DISCUSSAO.....	25
6.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
	REFERÊNCIAS.....	29

1.0 INTRODUÇÃO

Por definição, atrito é a força que oferece resistência ao deslizamento relativo de duas superfícies em contato. No caso da Ortodontia, ele é importante porque temos duas superfícies (a dos fios e a dos braquetes) que, normalmente, estão em contato, sendo que, quando tentamos deslizar uma pela outra, o atrito aparece oferecendo resistência (MARTINS, 2014).

O atrito existente na mecânica ortodôntica de deslizamento consiste em uma dificuldade clínica para o ortodontista, uma vez que altos níveis de atrito diminuem a efetividade da mecânica, reduzindo a velocidade de movimentação dentária e dificultando o controle da ancoragem (PACHECO et al., 2011).

A força de atrito é um desses desafios clínicos, devendo ser reconhecido e controlado, uma vez que seu aumento pode ser vantajoso quando aplicado como meio de ancoragem e prejudicial no caso das mecânicas de deslizamento (LIMA et al., 2010).

Atualmente utilizam-se dois tipos de braquetes na ortodontia que é o convencional e o autoligado. Mais comumente utilizados são os braquetes convencionais com ligaduras elásticas ou fios de aço inoxidável, enquanto, os braquetes autoligados não possuem ligaduras, e sim, um dispositivo mecânico de clipe ativo ou slide passivo, presente no braquete, capaz de fechar a sua canaleta. O braquete autoligado foi trazido ao mercado para permitir uma mecânica de deslizamento melhor, pois um ambiente “livre de fricção” seria criado, permitindo que o tempo de tratamento diminuísse, pois os dentes se moveriam de maneira mais rápida (JORDÃO et al., 2021).

2.0 OBJETIVO

O presente trabalho teve por objetivo revisar a literatura sobre o tema atrito ortodôntico na interface braquete / fio, abordando as técnicas que envolvem braquetes autoligáveis e convencionais empregados em mecânicas de deslizamentos.

3.0 METODOLOGIA

Esse trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica de caráter descritivo, que compreendeu o levantamento de referencial teórico em fontes de catalogação identificadas eletronicamente nos sites PUBMED/MEDLINE, SCIELO, GOOGLE ACADÊMICO. Para as buscas dos artigos, foram utilizadas as expressões: atrito na odontologia, atrito em aparelho convencional e autoligável, braquete autoligável, braquete convencional. A seleção dos artigos foi feita a partir dos títulos e resumos e a revisão compreendeu o período de 2009 a 2021.

4.0 REVISÃO DE LITERATURA

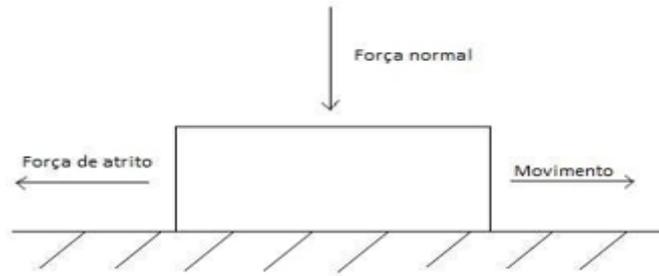
4.1 ATRITO E RUGOSIDADE NA MECÂNICA DE DESLIZE

4.1.1 Definição

Na concepção de Lima et al. (2010), a Ortodontia baseia-se na movimentação dentária, dentro do leito ósseo alveolar, resultante das forças aplicadas. Nesse processo pode ser otimizado ou prejudicado dependendo da resposta subsequente do tecido e da utilização apropriada e racional de mecanismos mecânicos disponíveis. A força de atrito é um desses desafios clínicos, devendo ser reconhecida e controlada, uma vez que seu aumento pode ser vantajoso quando aplicado como meio de ancoragem e prejudicial no caso das mecânicas de deslizamento.

Sendo assim o atrito é uma função da rugosidade relativa entre duas superfícies em contato e definido como a força (F_R) que se opõe a um movimento quando um objeto se move tangencialmente contra outro. Quando duas superfícies em contato deslizam ou tendem a deslizar uma contra a outra, dois componentes de força podem surgir, como representado na Figura 1. Um deles é o componente de atrito (F), que é paralelo em direção ao deslizamento pretendido ou real e se opõe ao movimento. O outro componente é perpendicular a uma ou ambas as superfícies de contato e também ao atrito, chamada de força normal (N). O atrito é diretamente proporcional à força normal e descrito pela equação $F = \mu N$, onde μ = e o coeficiente de atrito (ALVES, 2021).

Figura 1 – Esquema de forças relacionadas ao movimento.



Fonte: ALVES, E (2021, p.33).

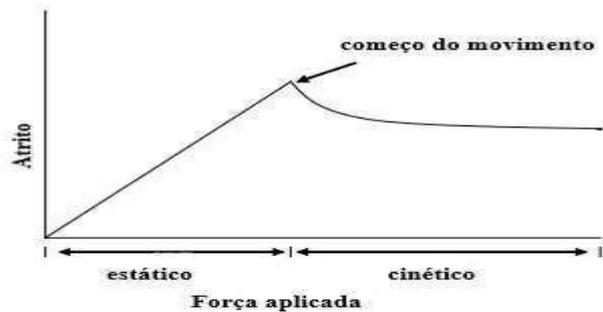
4.1.2 TIPOS DE ATRITO

Existem dois tipos de força de atrito: estático e cinético. A força de atrito estático é uma força de reação a qualquer força aplicada entre o objeto e a superfície, dificultando ou impossibilitando o movimento do mesmo e podendo ser determinada a partir das condições de equilíbrio para sistemas estaticamente determinados. Já o atrito cinético é aquele que ocorre quando existe movimento de um corpo sobre o outro ou de ambos ao mesmo tempo. (NETO et al., 2013).

Já na ortodontia, representa a força mínima necessária para que o dente inicie seu movimento. Acredita-se, portanto que, quanto mais mal posicionado estiver o dente, maior a deflexão do fio e portanto o contato deste com o braquete aumenta o atrito estático e a força necessária para o movimento (SANTIAGO et al., 2017). Assim quando um dente é submetido ao movimento de deslizamento ao longo do arco sofre um movimento alternado de inclinação e verticalização, deslocando-se em pequenos incrementos. Portanto, o fechamento de espaços depende mais do atrito estático do que o cinético (PACHECO et al., 2011).

Por outro lado, quando o movimento se inicia, a força de atrito cinética atua representando uma força ativa dependendo das características da superfície dos corpos em contato. A Figura 2, representa o comportamento das forças de atrito.

Figura 2 - Gráfico do comportamento das forças de atrito estático e cinético em função da força aplicada. Reproduzido de Elsevier com permissão.



FONTE: ALVES, E (2021, p.34).

Assim de acordo com Amaral (2009), a intensidade, tanto da força de atrito estático, como da força de atrito cinético, depende, dentre outros fatores, da natureza dos materiais em contato. E o atrito estático e cinético em diferentes combinações de fio/bráquete, observaram que os níveis de atrito estático se mostraram superior ao cinético para todos os sistemas testados.

E o atrito cinético na Ortodontia é menos importante, pois o movimento do dente ao longo do fio não é contínuo. Na mecânica de deslize, estamos diante de um processo termodinâmico quase estático, o que significa que a movimentação ocorre numa velocidade muito baixa, com uma sequência de paradas, estando essas próximas do equilíbrio.

De acordo com Santiago et al. (2017) dentro da ortodontia, podem ocorrer 3 tipos diferentes de atrito cinético: atrito clássico, atrito de ligação ou de união e atrito tipo corte ou marca.

1 – Atrito Clássico: esta modalidade ocorre devido a ação das amarilhas elásticas e metálicas que são utilizadas nos aparelhos tradicionais para manter o arco na canaleta do braquete.

2 – Atrito de Pressão: este tipo de atrito é provocado pelo contato forçado entre o fio e a canaleta do braquete, que é ocasionado pela falta de eliminação das angulações, rotações, inclinações e nivelamentos não acabados.

3– Atrito Tipo Corte ou Marca: ocorre quando há deformação do fio em qualquer fase do tratamento ortodôntico. Ele é mais comum quando são utilizados fios de aço, uma vez que eles sofrem deformação com mais facilidade, sendo diferentes dos fios de níquel-titânio que são mais resistentes às deformações.

4.2 MATERIAIS ORTODÔNTICO

4.2.1 Braquetes ortodônticos

Os braquetes na mecânica ortodôntica são os elementos passivos que recebem as pressões geradas pelos fios ortodônticos e as transmitem para os dentes, provocando a sua movimentação durante as mecânicas ortodônticas. Os braquetes metálicos mais usados são fabricados em aço austeníticos da série AISI 302 possuindo 18 % de cromo, 8% de níquel, 2 a 3% de molibdênio e baixo conteúdo de carbono. Os braquetes também podem ser confeccionados em cerâmica, na forma de compostos de alumina policristalina, alumina de cristal único ou zircônia (ALVES, 2021).

4.2.2 Fios ortodônticos

Os fios ortodônticos são elementos ativos aplicados em aparelhos fixos nos *slots* dos braquetes durante o tratamento, auxiliando o movimento dos dentes para uma posição específica e tem a função de aplicar força e torque aos dentes através da liberação da energia elástica armazenada na sua conformação (ALVES, 2021).

Existem diferentes ligas disponíveis para tratamento ortodôntico, mas nenhum ideal durante todas as etapas do tratamento. As propriedades necessárias dos fios dependem de sua aplicação, dentre elas as que se destacam incluem alta elasticidade, baixa rigidez, boa conformabilidade e baixa fricção. Ressalta-se que é

na interface braquete/ fio ortodôntico que se processam as forças de fricção (ALVES, 2021).

4.3 FATORES CAUSADORES DE ATRITO EM ORTODONTIA

Vários fatores podem influenciar a intensidade de atrito entre o braquete e o fio, que podem ser mecânicos e biológicos. Os fatores mecânicos incluem: Fatores físico/mecânicos.

4.3.1 Propriedades do fio ortodôntico: material, secção transversa, espessura, textura da superfície e rigidez.

Segundo Kusy e Schafer (1995) o braquete deve ter uma dureza ligeiramente maior que o fio ortodôntico para um melhor deslizamento. Kusy et al. (1998) afirmaram que fios de aço inoxidável deslizam-se mais adequadamente por braquetes de aço convencionais e que as outras variações não funcionam da mesma maneira. Além disso, informaram que os fios de NiTi e Beta-titânio apresentam superfícies mais irregulares contribuindo para um aumento das forças de atrito no conjunto fio/braquete. Quanto ao deslizamento de fios de aço ou de outras ligas sobre braquetes de cerâmica policristalina convencionais, concluíram que em todos os casos havia um aumento da força de atrito.

4.3.2 Tipos de amarração entre fio e braquete: material e forma da amarração, e o tipo de instrumento utilizado (Figura 3).

Tecco et al. (2009) relataram que as ligaduras elásticas de baixo atrito apresentaram menores forças de atrito em relação às convencionais em um estudo

comparativo utilizando 14 fios redondos e retangulares de aço inoxidável deslizando por braquetes metálicos. E um estudo realizado por Lima et al. (2010) mostrou que as ligaduras elásticas geraram mais atrito do que os amarrilhos metálicos.

4.3.3 Propriedades do braquete: material, tratamento de superfície, processo de fabricação, dimensões do slot, quantidade de aletas.

A dureza de um material é uma propriedade mecânica relacionada à resistência do mesmo, quando pressionado por outro material ou por outros marcadores padronizados, apresentando riscos ou formação de uma marca permanente (CHIAVERINNI, 1977 *apud* SOUZA,2021).

Assim, as cerâmicas são mais duras que os metais e por sua vez mais duros que o policarbonato, que são materiais comumente utilizados para a fabricação de braquetes (CALLISTER,1994 *apud* SOUZA,2021).

4.3.4 Aparelhos ortodôntico: Tamanho, altura que é colado, distância entre braquete e força aplicada juntamente com fatores externo e aspereza da peça. (Figura 4)

Braquetes menores geram forças de atrito maiores em relação à braquetes de tamanhos maiores (NISHIO et al., 2004). Isto pode ser explicado por um menor controle da inclinação dos dentes, ou seja, uma maior tendência de inclinação dentária em braquetes menores. Este menor controle de inclinação representaria uma maior angulação na interface entre fio/braquete e maior força de atrito (THORSTENSON e KUSY, 2002, *apud* SOUZA,2021).

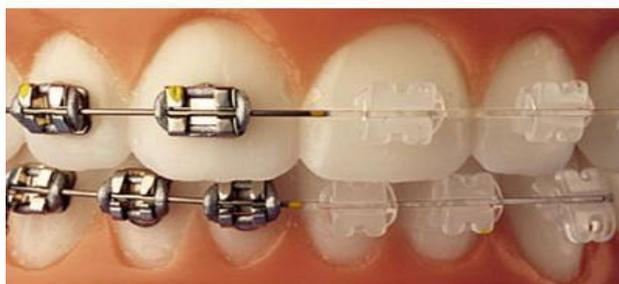
Dentre os fatores biológicos pode-se incluir:

- Saliva, biofilmes bacterianos, película adquirida. (Figura 7)
- Corrosão. (Figura 7)

Outro fator que poderia afetar o atrito seria o ambiente contendo saliva. Na boca existe tanto o meio seco como o úmido. O ambiente seco ocorre quando a saliva é expulsa das superfícies de contato entre braquete e fio, deixando uma superfície “seca”. Já o ambiente úmido é aquele em que a saliva envolve as superfícies provocando assim menor atrito (KUSY e SCHAFER, 1995, apud SOUZA,2021).

Com relação a integridade superficial, convém realçar que os materiais metálicos ortodônticos durante seu processo de laminação adquirem uma rugosidade, que potencializa o atrito na interface braquete/fio ortodôntico. A superfície áspera das ligas metálicas é o fator inicial de adesão de biofilmes, pois pode fornecer local de acumulação de bactérias, protegendo-as e evitando a ação do fluxo de saliva, da mastigação, deglutição e alguma medida de limpeza da cavidade bucal (SOUZA, 2021). Figura (7).

Figura 3 – Amarração dos fios ortodônticos com os braquete



Fonte: Disponível em:<<https://www.implart.com.br/aparelho-estetico-discreto/>>. Acesso em:10 ago.2022.

Figura 4 – Distância interbraquetes.



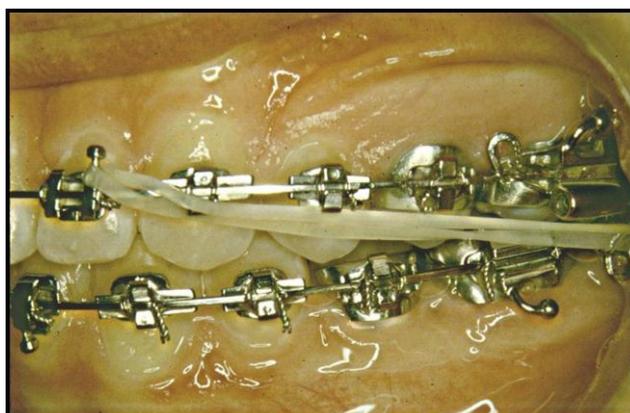
Fonte: Disponível em:< <http://www.alexander.plaf.com.br/principios.html> >. Acesso em:12 set.2022.

Figura 5- Altura que é colado o braquete.



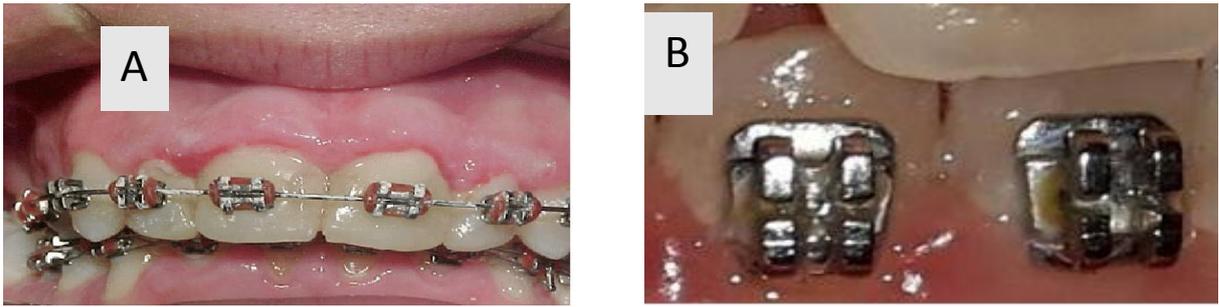
Fonte: Disponível em:< <http://www.alexander.plaf.com.br/principios.html> >. Acesso em:12 set.2022.

Figura 6- Força aplicada



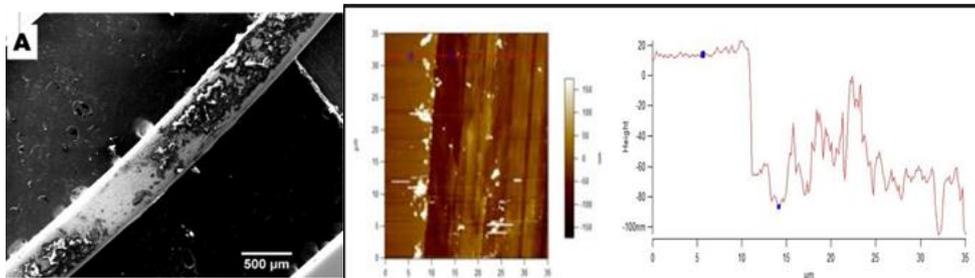
Fonte: Disponível em:< <http://www.alexander.plaf.com.br/principios.html> >. Acesso em:12 set.2022.

Figura 7 – (A) Presença de biofilmes. (B) Corrosão dos braquetes,



Fonte: Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure/Figura-252-Gengivite-marginal-area-eritematosa-no-contorno-paraboloide-gengival_fig2_310792068>. Acesso em: 12 set. 2022.

Figura 8 – (A) Aspereza dos fios ortodônticos. (B) Rugosidade superficial



Fonte: ALVES, E (2021, p.34).

Amaral (2009), afirma que os bráquetes maiores contribuem para o aumento do atrito, pois há maior superfície de contato entre o bráquete e o fio. Por outro lado, quando os bráquetes mais estreitos são empregados, a distância interbraquetes é maior, permitindo maior inclinação dos dentes. Dessa forma, há a potencialização e consequentemente, maior atrito.

Segundo Pacheco et al. (2011), o atrito existente na mecânica ortodôntica de deslizamento, consiste em uma dificuldade clínica para o ortodontista, uma vez que altos níveis de atrito diminuem a efetividade da mecânica, reduzindo a velocidade de movimentação dentária e dificultando o controle da ancoragem. Nessas condições, o tratamento ortodôntico se tornaria mais complexo.

Considerando o tipo de material, existe consenso na literatura de que os braquetes de aço inoxidável apresentam menor resistência ao atrito durante a mecânica ortodôntica de deslize. Isto pode estar relacionado com o fato dos braquetes metálicos serem confeccionados com o mesmo material dos

fios ortodônticos e por sua maior lisura superficial quando comparados com os materiais plásticos e cerâmicos.

4.4 BRAQUETE AUTOLIGAVEL.

4.4.1 Aspectos históricos

Do ponto histórico, os braquetes autoligáveis foram introduzidos no início do século 20. Os braquetes autoligáveis não são novidade na Ortodontia. O conceito de braquetes sem ligaduras surgiu na década de 30 com o aparelho Russell Lock, que foi uma tentativa de alcançar eficiência clínica associada à redução do tempo gasto com a ligação dos braquetes. Esse aparelho possuía um sistema de porca e parafuso que criava uma quarta parede na canaleta do braquete. A ativação do aparelho variava de acordo com o maior grau de aperto do sistema (BERER, 1994).

A ideia de um sistema sem ligadura foi refinada por Wildman com a introdução do aparelho Edgelok, em 1972. O mecanismo para ligar o arco envolvia uma parede de deslize vertical, posicionada por vestibular na porção superior do braquete. Quando esse dispositivo vertical era fechado, a canaleta do braquete era convertida em um tubo de quatro paredes (BERER, 1994).

O braquete autoligado foi trazido ao mercado para permitir uma mecânica de deslizamento melhor, pois um ambiente “livre de fricção” seria criado, permitindo que o tempo de tratamento diminuísse, pois os dentes se moveriam de maneira mais rápida. Sendo que os braquetes autoligados não possuem ligaduras, e sim, um

dispositivo mecânico de clipe ativo ou slide passivo, presente capaz de fechar a sua canaleta (JORDÃO et al., 2021). (Figura 9).

Além dos braquetes tradicionais que necessitam de uma ligadura elástica para o posicionamento dos fios ortodônticos, foram criados braquetes autoligados, cuja principal vantagem é a redução da força friccional. No entanto, o aprisionamento do fio ortodôntico em seu *slot* fechado através de sua presilha, conforme a imagem da Figura 9 poderá ser um foco de acúmulo de biofilmes em seu interior potencializando a força friccional (ALVES, 2021).

Figura 9- Braquete autoligavel



Fonte: DISPONIVEL EM: <<https://podonto.com.br/o-que-sao-aparelhos-autoligados/>>. Acesso em: 10 ago.2022.

Há também, um terceiro tipo, com clips posicionados nas laterais de um braquete convencional, no entanto, estes se enquadram no grupo dos passivos, devido suas características de atuação (SANTIAGO et al., 2017).

Nos braquetes ativos, o fechamento se dá por um clipe que invade uma parte da canaleta e uma das paredes (figura 10). Já os braquetes passivos, encontram-se os modelos em que a canaleta é fechada por meio de uma trava que desliza na superfície externa das aletas, transformando todos eles em tubos e criando quatro paredes nas canaletas, rígidas e passivas (figura 11). O atrito nos braquetes passivos é relativamente menor, pois o clipe que prende o fio no braquete não tem um contato tão grande com o fio quanto ocorre nos ativos (NETO et al., 2013).

Figura 10- Braquete autoligavel interativo



Fonte: Disponível em: <<https://www.aditek.com.br/aparelho-autoligado/>>. Acesso em: 10 Ago.2022.

Figura 11- Braquete autoligavel passivo



Fonte: Disponível em: <<https://www.aditek.com.br/aparelho-autoligado/>>. Acesso em: 10 Ago.2022.

Os braquetes autoligáveis passivos apresentam baixos níveis de atrito obstruindo o controle do torque na fase de finalização e por isso, pode ser necessário um amarrilho para aumentar a fricção entre o braquete e o fio e o fechamento da canaleta não fazem pressão sobre o arco, funcionando como um tubo que melhora o desempenho no deslizamento, mas é considerado ruim no controle de rotação e inclinação.

Os braquetes autoligáveis ativos apresentam flexibilidade do clipe o que minimiza os efeitos deletérios das forças pesadas, pois o clipe dissipa parte da força aplicada e auxilia o fio ortodôntico em alguns dos movimentos dentários principais,

especialmente os de angulação, rotação e torque. Por isso, o movimento é obtido com maior eficiência usando forças moderadas. Além disto apresenta muita eficiência no que diz respeito ao controle do torque porque estes braquetes conseguem “captar” a expressão de torque contida nos braquetes com fios retangulares finos e portanto com intensidade menor de força e as presilhas flexíveis que fecham as canaletas só pressionam o arco a partir do arco com 0.018 polegadas, produzindo baixo atrito nos arcos redondos iniciais e aumentando o atrito e controle de torque nos arcos retangulares (BORGES, 2020).

De acordo Santiago et al. (2017) os autoligados apresentam reduzidos níveis de atrito, uma vez que dispensam o uso de ligaduras, o que não é possível nos aparelhos convencionais. Até mesmo o acúmulo de placa e bactérias é menor nos aparelhos autoligáveis, uma vez que não são utilizados acessórios como os elásticos, que promovem uma maior retenção de placa bacteriana. Eles começaram a ser comercializados, por volta dos anos 80, mas, foi nos anos 2000 que passaram por uma sofisticação, passando a ser menores e melhor qualidade, onde a praticidade se tornou uma de suas mais marcantes características.

Os braquetes autoligáveis são indicados para todos os casos de má oclusão, principalmente naqueles de apinhamento severo que necessitam de exodontia de pré-molares e retração inicial de caninos. Nesses casos, o baixo atrito permite a distalização rápida do canino sem que ocorra o movimento vestibular de incisivos. Os aparelhos autoligáveis são mais indicados nos casos de apinhamento tratados sem extração dentária, pois nesses casos, o baixo atrito vai promover a resolução do apinhamento com tempo menor de tratamento (NETO et al., 2014).

Entre as vantagens potenciais dos autoligáveis, temos o baixo atrito, grande facilidade de remoção e substituição e garantia do encaixe perfeito do fio no interior do braquete. Ao dispensar a necessidade de ligadura, este sistema elimina o contato do material de amarração com o fio possibilitando a diminuição do atrito durante o alinhamento, nivelamento e no momento do fechamento dos espaços. Outras vantagens importantes do sistema dos autoligáveis consistem na ligadura mais rápida, engajamento seguro no arco e maior facilidade de higiene bucal adequada (NETO et al., 2014).

As desvantagens dos aparelhos autoligáveis incluem a necessidade ocasional do uso de amarrilho metálico ou elástico para melhorar o controle do torque, o custo mais alto do tratamento (NETO et al., 2014).

E de acordo com Amaral (2009), recentemente, o maior apelo à estética observada por parte dos pacientes fez com que esses acessórios começassem a ser confeccionados em policarbonato e cerâmica. O modelo Damon 3® (Ormco Corporation, Glendora, Califórnia, Estados Unidos) possui uma pequena porção de policarbonato acrescida de fibra de vidro em sua estrutura. Já os bráquetes In-Ovation C® (GAC International, Bohemia, Nova Iorque, Estados Unidos) e Clarity™ SL (3M Unitek, Monrovia, Califórnia, Estados Unidos) são produzidos em cerâmica com associação da matriz policristalina à liga de aço inoxidável responsável pelo sistema de autofechamento anterior, e no caso do Clarity™ SL (3M Unitek, Monrovia, Califórnia, Estados Unidos), também pelo revestimento de sua canaleta.

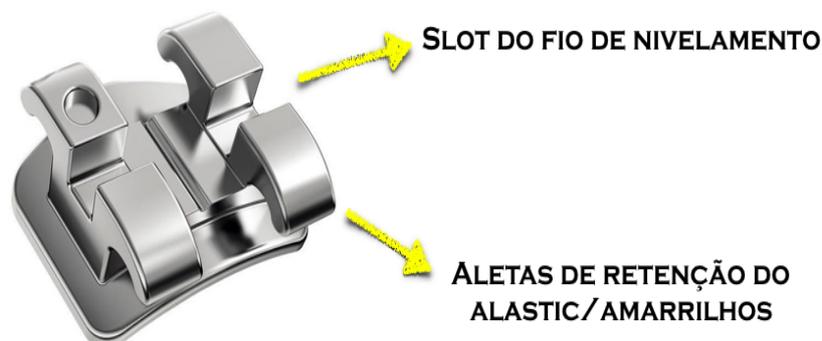
4.5 BRAQUETE CONVENCIONAL

Devido ao seu maior uso e valor mais acessível, os braquetes convencionais com ligaduras elásticas estão mais presentes nos consultórios odontológicos (JORDAO et al., 2021).

Sendo apresentadas por duas aletas para fixação das ligaduras elásticas e um entalhe denominado de *slot*, onde o fio ortodôntico se encaixa e gera a movimentação ortodôntica, representado na Figura 12. Vale destacar que é nesta interface fio/slot ortodôntico que ocorre o atrito ortodôntico (ELLEN, 2021).

Figura 12- Braquete convencional

BRAQUETE CONVENCIONAL



Fonte: Disponível em:< <https://podonto.com.br/o-que-sao-aparelhos-autoligados/> >. Acesso em: 10 Ago. 2022.

Desta maneira de acordo com Santiago et al. (2017) os braquetes com ligaduras elásticas, como é o caso dos braquetes convencionais causam uma variação no nível de força, pois causam um aumento na resistência friccional, definida como uma força contrária ao movimento ortodôntico.

Assim os braquetes convencionais, corre-se o risco do fio não ficar totalmente inserido, devido à insuficiência de força durante o procedimento de se colocar o amarrilho metálico, ou até mesmo, devido ao desgaste da ligadura elástica que pode ocasionar perda de parte deste engajamento do fio no slot (SANTIAGO et al., 2017).

De acordo com Ferreira (2019), a fricção entre materiais ortodônticos em contato, pode ser de dois tipos: a provocada pelas ligaduras (elásticas ou metálicas) ao comprimirem o arco sobre os braquetes e a fricção induzida pela deflexão do arco quando colocado no slot.

Já Corghi et al. (2014) em seu presente estudo concluiu-se que os braquetes com sistema autoligáveis retém menor quantidade de biofilme dental, facilitando a manutenção da saúde periodontal em pacientes ortodônticos. Quando avaliados os materiais utilizados na composição do aparelho ortodôntico alguns estudos mostram que o acúmulo de biofilme será maior em braquetes ligados com elastômeros quando comparados com amarrilho metálico provocando assim uma fricção maior gerando um aumento do atrito.

5.0 DISCUSSÃO

Quando se inicia uma comparação entre os braquetes autoligáveis e os convencionais, há uma vantagem destacada que é a diminuição da força de atrito. (ESTEL et al., 2016).

E de acordo Pacheco et al. (2011) todos os braquetes autoligáveis testados em seu estudo in vitro, apresentaram significativa redução no atrito com o fio 0,018”, podendo ser considerados uma alternativa clínica para minimizar os efeitos indesejáveis do atrito observados com os braquetes convencionais, quando a mecânica de deslizamento é empregada.

Já quando testados com fios retangulares, os braquetes autoligáveis ativos apresentaram atrito significativamente maior do que aqueles considerados passivos, com resultados estatisticamente semelhantes aos braquetes convencionais com fios de mesmo calibre.

E de acordo com Amaral (2009) os resultados demonstraram que os bráquetes autoligantes estéticos testados exibiram níveis de força de atrito semelhantes quando utilizados com fio de secção transversal redonda 0.018” de aço inoxidável, com valores próximos ou iguais a zero.

A comparação de eficiência e tempo de trabalho reduzido entre braquetes autoligados e convencionais vem aumentando, considerando os braquetes autoligados um sistema de tratamento sem ligaduras elásticas capazes de reduzir o atrito durante as mecânicas de deslize e os braquetes convencionais que fazem uso de ligaduras para contenção do fio ortodôntico ainda não são capazes. Quando o braquete não possui as ligaduras, como é o caso do braquete autoligado é proporcionado uma melhor mecânica de deslizamento, pois o tratamento é realizado em um ambiente livre de atrito, capaz de uma eficácia em menor tempo de tratamento. (JORDÃO et al., 2021).

E de acordo com Ferreira (2019) a maior eficiência no tratamento ortodôntico, significa menor número de consultas, consultas mais curtas e confortáveis, técnicas mais simples de aplicar para o profissional, menor necessidade de extrações, maior conforto para o paciente e diminuição dos efeitos iatrogênicos, como reabsorção apical externa, desta forma os sistemas auto-ligáveis são defendidos, por alguns

autores, como sendo mais eficientes, por representarem uma redução no número de consultas e no tempo total de tratamento.

Johansson & Lundström (2012, *apud* FERREIRA, 2019) realizaram um estudo randomizado, onde verificaram que o tempo médio de tratamento nos auto-ligáveis foi de 20,4 meses e nos convencionais foi de 18,2 meses. Em relação ao número de consultas a média nos auto-ligáveis foi de 15,5 e nos convencionais de 14,1. Resultados semelhantes foram encontrados por O'Dywer e col. (2016, *apud* FERREIRA, 2019), num estudo redomizado, com diferenças média de tempo de tratamento de 0,2 meses e 1,7 consultas entre autoligáveis e convencionais. Um estudo desenvolvido por Machibya e col. (2013, *apud* FERREIRA, 2019), analisou brackets auto-ligáveis (SmartClip®) e convencionais, e concluiu que o tempo de tratamento não é influenciado pelo tipo de bracket e levando a mosrar que o convencional ou autoligavel a pouca diferença quando comparado tempo. Um estudo realizado por Jacobs e col. (2014, *apud* FERREIRA, 2019), verificou que num grupo de 213 pacientes, o grupo que estava a utilizar o sistema auto-ligável teve um tratamento cerca de 3 meses mais longo.

E a necessidade de comparar o material que o braquete foi produzido é imprescindível para relacionar ao atrito, pois a rugosidade da superfície está ligada e interfere diretamente na produção da quantidade de atrito, como também observar que o modo de desalinhamento dos dentes é influência para a quantidade de atrito, devido a uma menor resistência friccional que os braquetes autoligados passivos apresentam, espera-se um menor controle de torque, no entanto este apresenta resultados semelhantes aos braquetes convencionais com ligaduras metálicas ou elásticas.

E de acordo Jordão et al. (2021) os braquetes autoligados, em especial os braquetes autoligados passivos, apresentam menor atrito quando comparados aos braquetes convencionais, devido as ligaduras de elástico serem responsáveis por esse travamento, no entanto a expressão de torque é melhor desenvolvida em braquetes convencionais, entretanto esses resultados ainda são controversos. Percebendo-se também que os braquetes autoligados passivos assemelham-se muito aos braquetes convencionais com ligaduras.

O conceito de “baixo atrito” em braquetes auto-ligados tem sido questionado por alguns autores (CACCIAFESTA et al., 2003; ESHANI et al, 2009; GRIFFITHI et al., 2005, *apud* SOUZA, 2021), pois as forças de atrito são baixas quando se utiliza

fios redondos (secção circular) de pequeno diâmetro, porém não existem estudos conclusivos que mostrem diferenças significativas quando se utiliza fios retangulares de grande diâmetro em braquetes convencionais e auto-ligados. Outro fator a ser considerado é a possibilidade da perda de força da tampa ou clip, pois pode ocorrer um relaxamento na apreensão do fio (PANDIS et al., 2007, *apud* SOUZA,2021).

Já em alguns estudos revelam que os brackets convencionais aparentam ter vantagem sobre as auto-ligáveis no que diz respeito à expansão mandibular intercanina, enquanto que as auto-ligáveis demonstram ser superiores na expansão intermolares sem estabilização (YANG et al.2018, *apud* FERREIRA,2019).

Em respeito a fricção entre materiais ortodônticos em contato pode ser de dois tipos: a provocada pelas ligaduras (elásticas ou metálicas) ao comprimirem o arco sobre os brackets, e a fricção induzida pela deflexão do arco quando colocado na slot. Nos sistemas autoligáveis a fricção produzida pelas ligaduras é eliminada, sendo possível otimizar a ação dos arcos super elásticos nas fases de alinhamento dentário, recorrendo a movimentos suaves e contínuos (QUEIROZ et al. 2012, *apud* FERREIRA,2019). Ehsani e col.(2009, *apud* FERREIRA,2019) realizaram uma revisão sistemática, para aferir a expressão da resistência de fricção entre brackets auto-ligáveis e convencionais. O resultado desta pesquisa foi que os brackets auto-ligáveis produzem menor fricção e menor força de atrito quando são utilizados arcos redondos de baixo diâmetro, mas o mesmo não foi confirmado com arcos retangulares sendo igual ao convencional neste arco. Num estudo realizado por Queiroz e col. (2012, *apud* FERREIRA, 2019) onde compararam as forças de fricção produzidas por diferentes sistemas de fixação de arco, verificaram que comparando todos os sistemas de auto-ligáveis com as ligaduras convencionais, todos foram efetivos na redução da força de fricção.

6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente revisão, concluiu-se que a diferença entre os dois tipos de braquetes utilizados atualmente na ortodontia é notório, como também a relação da presença do atrito na mecânica de deslizamento e os fatores do meio oral, que também contribuem bastante para o aumento ou diminuição do atrito na movimentação ortodôntica.

Porém, não só os fatores externos e ambientais provocam atrito na mecânica, mais também o calibre, formato do fio e a presença ou não da ligadura elástica no travamento do fio no slot, que vem a proporcionar um diferencial em relação ao atrito na mecânica utilizada.

Em comparação aos dois tipos de braquetes, avalia-se que os braquetes autoligáveis nos fios iniciais redondos, promovem uma diminuição do atrito em comparação ao convencional. E quando entra nos fios retangulares, promove uma semelhança ao convencional, em relação ao tempo, proporcionando uma diminuição em consultas no fim do tratamento, não tão significativa. Já em casos que o atrito é necessário para melhor leitura do slot, o convencional proporciona um atrito maior que o autoligável.

Portanto, por esta revisão, conclui-se que em ambas as mecânicas, autoligável e convencional, vem promovendo atrito em suas movimentações, dependendo das situações clínicas postas, levando em consideração a higienização do paciente, calibre do fio utilizado, material utilizado, que são fatores que vão promover o aumento do atrito na mecânica. É notório que ainda se possui uma certa divergência entre os autores a respeito de algumas situações do uso de um ou outro braquete, na redução da quantidade de consultas no fim de todo o tratamento realizado pelo cirurgião dentista na mecânica abordada.

REFERÊNCIAS

- 1 ALVES, E. D. L. **Caracterização de nano compósitos de Ag/TiO₂ sintetizados via processo sol-gel para aplicação em produtos ortodônticos metálicos.** Orientadora: Prof. a. Nelcy Della Santina Mohallem; Coorientador: Sisenando Itabaiana Sobrinho. 159 f. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais da REDEMAT. Belo Horizonte, Dez;2021.
- 2 Aditek odontologia. Aparelho autoligado: entenda tudo sobre. (Acesso em 17 mar 2022). Disponível em: <https://www.aditek.com.br/aparelho-autoligado/>.
- 3 AMARAL, R. D. de A. **Avaliação do atrito estático de diferentes braquetes estéticos.** Belo Horizonte, Orientador: Prof. Dr. Dauro Douglas Oliveira. Co-Orientador: Prof. Perrin Smith Neto. f.1-58. Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2009.
- 4 BORGES, D. X.; PAULIN, R. F. **Visão analítica entre aparelho autoligavel e convencional: há diferenças significativas entre os dois sistemas?** .RCO. 2019, 4 (2) P. 62-72.
- 5 BERGER, J. L. **The speed appliance: a 14-year update on this unique self-ligating orthodontic mechanism.** Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1994 Mar; 105(3):217-23.
- 6 CORGHI, R. G.; MALAVAZI, D. F.; QUINTELA, M. M. et al. **Avaliação periodontal de indivíduos portadores de aparelhos ortodônticos com braquetes convencionais e autoligaveis.** Braz J Periodontol - March 2014 - volume 24 - issue 01 - 24(1):30-34.
- 7 FERREIRA, R. C. de O. **Ortodontia: sistemas auto-ligavel vs convencionais.** Orientador: Prof. Doutor Paulo Fernandes Retto. f.1-70. Tese (MESTRADO) - Instituto Universitário Egas Moniz, Medicina Dentaria. Set; 2019.
- 8 JORDÃO, J.; FERRARI, M. V.; TOGNETTI, V. M. **Eficiência de braquetes convencionais e autoligados considerando seu atrito e expressão de torque durante o tratamento.** Pubsáude. 2021, 6, a171. DOI: <https://dx.doi.org/10.31533/pubsauade6.a171>

9 LIMA, V. N. C.; COIMBRA, M. E. R.; DERECH, C. D´A.; et al. **A força de atrito em braquetes plásticos e de aço inoxidável com a utilização de quatro diferentes tipos de amarração**. Dental Press J. Orthod. v. 15, no. 2, p. 82-86, Mar./Apr. 2010.

10 MARTINS, R. P. **Quando que o atrito é bom na Ortodontia?**. DentalPress Publishing / Rev Clín Ortod Dental Press. 2014 jun-jul;13 (3):38-43.

11 NETO, E. N. M.; SOBREIRO, M. A.; ARAUJO, E. X.; MOLINA, O. F. **Braquetes autoligáveis: vantagens do baixo atrito**. Revista Amazônia. 2014;2(1):28-34.

12 PACHECO, M. R.; OLIVEIRA, D. D.; NETO, P. S.; et al. **Avaliação do atrito em braquetes autoligáveis submetidos à mecânica de deslizamento: um estudo in vitro**. Dental Press J Orthod. 2011 Jan-Feb;16(1):107-15.

13 LIMA, V. N. C.; COIMBRA, M. E. R.; DERECH, C. D´Agostini. Et al. **A força de atrito em braquetes plásticos e de aço inoxidável com a utilização de quatro diferentes tipos de amarração**. Dental Press J. Orthod. v. 15, no. 2, p. 82-86, Mar./Apr. 2010.

14 SANTIAGO, M. F.; VIEIRA, A. V.; JUNIOR, H. O. **O atrito nos aparelhos autoligáveis: considerações baseadas em um caso clínico**. Colloq Vitae. 2017 set-dez; 9(3): 40-47. DOI: 10.5747/cv.2017.v09.n3.v208.

15 SOUZA, A. C. R. de A. **Avaliação das forças de atrito de fios ortodônticos de aço inoxidável e de níquel-titânio em braquetes auto-ligados ativos**. Orientador: Prof. Vicente Tadeu Lopes Bueno. Coorientador: Sisenando Itabaiana Sobrinho. f.120-127.Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. Belo Horizonte, Mai; 2021.