



**MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
ESCOLA DE SAÚDE DO EXÉRCITO  
(Es Apl Sv Sau Ex / 1910)**

Cap EDUARDO **UGGERI** RODRIGUES

**ANÁLISE DE MECÂNICAS DE RETRAÇÃO DE DENTES ANTERIORES UTILIZADAS  
EM TRATAMENTOS ORTODÔNTICOS NO HOSPITAL DE GUARNIÇÃO DE  
SANTIAGO**

**RIO DE JANEIRO  
2021**

Cap EDUARDO **UGGERI** RODRIGUES

**ANÁLISE DE MECÂNICAS DE RETRAÇÃO DE DENTES ANTERIORES UTILIZADAS  
EM TRATAMENTOS ORTODÔNTICOS NO HOSPITAL DE GUARNIÇÃO DE  
SANTIAGO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Escola de Saúde do Exército, como requisito  
parcial para aprovação no Curso de  
Aperfeiçoamento Militar.

Orientadora: Cap Miriam **Kemper**

**RIO DE JANEIRO  
2021**

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
ESCOLA DE SAÚDE DO EXÉRCITO/BIBLIOTECA OSWALDO CRUZ

R696a      Rodrigues, Eduardo Uggeri.  
              Análise de mecânicas de retração de dentes anteriores utilizadas em  
              tratamentos ortodônticos no Hospital de Guarnição de Santiago /  
              Eduardo Uggeri Rodrigues. – 2021.  
              24 f.  
              Orientadora: Cap Miriam Kemper.  
              Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Saúde do Exército,  
              Curso de Aperfeiçoamento Militar, 2021.  
              Referências: f. 22-24.

1. ORTODONTIA. 2. BIOMECÂNICA. 3. FECHAMENTO DE  
ESPAÇO ORTODÔNTICO. 4. FRICÇÃO. I. Kemper, Miriam  
(Orientadora). II. Escola de Saúde do Exército. III. Título.

CDD 617.643

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial deste trabalho.

---

Cap EDUARDO **UGGERI** RODRIGUES

# **ANÁLISE DE MECÂNICAS DE RETRAÇÃO DE DENTES ANTERIORES UTILIZADAS EM TRATAMENTOS ORTODÔNTICOS NO HOSPITAL DE GUARNIÇÃO DE SANTIAGO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Escola de Saúde do Exército, como requisito  
parcial para aprovação no Curso de  
Aperfeiçoamento Militar.

Orientadora: Cap Miriam **Kemper**

Aprovado em 19 de outubro de 2021.

## **COMISSÃO DE AVALIAÇÃO**

---

Cap Miriam **Kemper**  
Orientadora

---

Otávio Augusto B. Soares  
Avaliador

---

Fernanda V. C. Orlandini  
Avaliadora

***A Deus, por me dar saúde e a  
minha família que tanto amo!***

***A minha esposa Patrícia, pela  
ajuda, apoio, paciência e  
carinho dedicados durante o  
desenvolvimento deste  
trabalho!***

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus queridos pais Nery e Maria Inês, que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos importantes em minha vida, sempre me apoiando e dando todo o suporte necessário.

À minha orientadora, Cap Miriam Kemper, pelo seu empenho, dedicação e atenciosidade na orientação do presente trabalho.

A grandeza não consiste em receber honras, mas merecê-las.

***Aristóteles***

## RESUMO

O fechamento de espaços em Ortodontia através da retração de dentes anteriores é um procedimento bastante usual durante um tratamento ortodôntico. Esse procedimento é frequentemente executado nos tratamentos ortodônticos no Hospital de Guarnição de Santiago e são obtidos por meio de duas formas: mecânica com atrito ou de deslizamento, que envolve o movimento do bráquete no arco, e mecânica sem atrito, na qual os dentes se movem através da ativação das alças ortodônticas. O presente artigo foi desenvolvido através de uma extensa revisão bibliográfica visando elucidar aspectos técnicos e biomecânicos relacionados à mecânica de fechamento de espaços, a fim de otimizar os resultados finais do tratamento ortodôntico. Enquanto a mecânica de deslize tem a vantagem de ser de simples execução, a fricção entre o fio e os bráquetes precisa ser administrada para não interferir negativamente no fechamento do espaço. Já as alças de fechamento, embora apresentem maior complexidade na sua execução, apresentam propriedades biomecânicas mais previsíveis de serem empregadas. Não há como definir o melhor método para realizar o fechamento de espaços, pois cada caso apresentará indicações diferentes e cada profissional terá suas preferências. Independentemente da técnica empregada, compreender a biomecânica é fundamental.

**Palavras-chave:** Ortodontia. Biomecânica. Fechamento de espaço ortodôntico. Fricção.



## **ABSTRACT**

Orthodontics space closure by retraction of anterior teeth is a very common procedure during orthodontic treatment. This procedure is frequently performed in orthodontic treatments at the Santiago Garrison Hospital and is achieved in two ways: friction or sliding mechanics, which involves the movement of the bracket in the arch, and frictionless mechanics, in which the teeth move through activation of orthodontic loops. The present article was developed through an extensive bibliographic review aiming to elucidate technical and biomechanical aspects related to space closure mechanics, in order to optimize the results of the orthodontic treatment. While sliding mechanics have the advantage of being simple to perform, the friction between wire and brackets needs be managed so as not to interfere negatively on space closure. The closing loops, although they are more complex in their execution, have more predictable biomechanical properties. There is no way to define the best method for space closure, as each case will have different indications and each professional will have their own preferences. Regardless of the technique used, understanding biomechanics is essential.

**Keywords:** Orthodontics. Biomechanics. Orthodontic space closure. Friction.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1</b>	<b>Biologia da Movimentação Dentária.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2</b>	<b>Força Ótima.....</b>	<b>15</b>
<b>3.3</b>	<b>Mecânicas para fechamento de espaços.....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>23</b>

# **Análise de mecânicas de retração de dentes anteriores utilizadas em tratamentos ortodônticos no Hospital de Guarnição de Santiago**

EDUARDO UGGERI RODRIGUES<sup>1</sup>  
MIRIAM KEMPER<sup>2</sup>

## **1. INTRODUÇÃO**

O fechamento de espaços em Ortodontia é assunto pertinente e gerador de grandes discussões no meio ortodôntico. Os profissionais da especialidade encontram dificuldades em estabelecer um método eficaz mecânica e biologicamente, prático e que, ao mesmo tempo, proporcione menos desconforto ao paciente.

Este procedimento é realizado quando, na elaboração de planos de tratamento, em grande número de casos envolvendo discrepâncias óseo-dentárias, faz-se a opção por um tratamento envolvendo extrações dentárias (RICKETTS, 1976), sendo que os espaços remanescentes destas extrações são utilizados para correções de severos problemas de espaço nas arcadas, ou para problemas de relacionamento interarcos (SOUZA et al., 2003).

O fechamento de espaços em Ortodontia começou a ganhar importância a partir da década de 40, quando profissionais como Tweed e Strang, discordando da filosofia “não extracionista” de Angle, passaram a tratar seus pacientes com exodontias. Em consequência deste fato, criou-se a necessidade de se desenvolverem mecanismos apropriados para fechar os espaços remanescentes das extrações (MENDES; BAGGIO; BOLOGNESE, 1992). Hoje, esta terapêutica faz parte da rotina do consultório ortodôntico, ou pela necessidade de extrações em casos de severos problemas de espaços nas arcadas, ou por problemas de relacionamento interarcos (SOUZA et al., 2003). Os referidos espaços poderão ser fechados protraindo-se o segmento posterior, retraindo-se os dentes anteriores ou combinando-se ambos os movimentos (BURSTONE, 1982; STAGGERS; GERMANE, 1991; HOENIGL, et al., 1995).

A retração de dentes anteriores é a forma mais usual nas correções ortodônticas envolvendo fechamento de espaços. Entretanto, nos casos em que a protrusão e o apinhamento são sejam muito pronunciados, o controle da ancoragem deve ser mínimo, ou

---

<sup>1</sup> Dentista, especialista em Ortodontia, Escola de Saúde do Exército. E-mail: eurrodrigues@gmail.com

<sup>2</sup> Dentista, especialista em Dentística Restauradora, Escola de Saúde do Exército.

seja, o fechamento dos espaços deve ocorrer pelo movimento mesial dos primeiros e segundos molares (BENNET; MCLAUGHLIN, 1997).

O controle da ancoragem é necessário durante um tratamento ortodôntico, visando evitar possíveis efeitos colaterais já que as mecânicas de fechamento de espaços geram forças de mesma intensidade, mas em sentido contrário. (TELLES, 2010).

O fechamento dos espaços depende do planejamento ortodôntico. Mesmo em casos somente com presença de diastemas em que se faz a retração de dentes anteriores para o fechamento de espaços, o conhecimento da mecânica envolvida se faz indispensável. (BENNET; MCLAUGHLIN, 1997).

Durante o fechamento de espaços, dois tipos de mecânicas podem ser empregadas para que ocorra o movimento dentário desejado. Na primeira modalidade a ativação do movimento dentário ocorre através de alças que são incorporadas ao fio ortodôntico, tanto em arcos contínuos como segmentados. Esta técnica, portanto, se caracteriza livre de fricção. Na segunda modalidade, conhecida como mecânica de deslize, ocorre o deslizamento do arco através dos bráquetes, tendo a fricção como fator determinante no fechamento de espaços por deslizamento. Esta técnica também é conhecida como mecânica de fricção (SOUTHARD; MARSHALL; GROSLAND, 2007).

Desta forma, observando-se a importância do domínio e conhecimento da mecânica de fechamento de espaços empregada, objetiva-se neste estudo elucidar alguns aspectos técnicos e biomecânicos relacionados à mecânica de fechamento de espaços, a fim de aprimorar o domínio dessas mecânicas e assim otimizar os resultados finais dos tratamentos ortodônticos realizados no Hospital de Guarnição de Santiago.

## **2. METODOLOGIA**

O desenvolvimento da presente pesquisa se deu na revisão teórica do assunto, através da consulta bibliográfica a trabalhos científicos (artigos, trabalhos de conclusão de curso e dissertações), a qual prosseguiu para a discussão do referencial teórico abordado na revisão bibliográfica.

Quanto a natureza, o presente estudo caracteriza-se por ser uma pesquisa do tipo aplicada, por ter por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução

de problemas específicos relacionados aos tratamentos ortodônticos realizados no Hospital de Guarnição de Santiago.

Esta revisão bibliográfica tem como metodologia a seleção e leitura de livros, publicações e artigos publicados em periódicos de reconhecida importância no meio acadêmico, de forma a proporcionar um trabalho atualizado e compreensível.

O delineamento da pesquisa contempla as fases de levantamento e seleção da bibliografia, leitura analítica, argumentação e discussão dos resultados. Para selecionar os artigos, foram utilizados os bancos de dados do Google Acadêmico, PubMed, do BVS – LILACS/BIREME, bem como, livros, monografias, dissertações e teses relacionadas ao assunto. Utilizou-se as palavras de busca isoladas: Ortodontia e Biomecânica, e busca combinada de duas ou mais palavras: retração ortodôntica, fechamento de espaços ortodônticos, alças ortodônticas e movimentação dentária, abrangendo um total de trinta e quatro referências bibliográficas.

### **3. DESENVOLVIMENTO**

O tratamento ortodôntico envolvendo fechamento de espaços suscita muitas dúvidas ao clínico, relacionadas a mecânica a ser empregada, sua biocompatibilidade e eficácia.

Ao realizar um tratamento ortodôntico envolvendo extrações dentárias, o planejamento do fechamento de espaços se torna fundamental. As extrações de pré-molares permitem eliminar relações interincisais inadequadas bem como apinhamentos dentários. Deve ser ressaltado que uma característica essencial tanto para estética como para estabilidade e função oclusal é o correto posicionamento dos dentes anteriores (THIESEN; REGO, 2006).

Segundo Burstone (1982), as variações dos sistemas de forças entre os segmentos anterior e posterior influenciam na efetividade do fechamento dos espaços, devendo-se considerar o controle da inclinação axial, a cooperação por parte do paciente, a resposta biológica ideal e a facilidade de operação da mecânica a ser utilizada.

Cada situação clínica exigirá um dispositivo que aplique e libere um sistema de forças específico. Na hipótese de utilização indevida de tais sistemas de forças, poderão advir efeitos indesejáveis, como verticalização excessiva dos incisivos, aumento da sobremordida,

perda da ancoragem e reabsorções radiculares que, poderão trazer danos irreversíveis aos tecidos dentários de suporte (MENDES; BÁGGIO; BOLOGNESE, 1992).

Devido a frequentemente os planejamentos ortodônticos envolverem extrações dentárias, faz-se necessário o aprimoramento das mecânicas de fechamento de espaços, mecânicas essas que tem sido estudadas e aperfeiçoadas até o presente momento (BORGES, et al., 2010).

### 3.1 BIOLOGIA DA MOVIMENTAÇÃO DENTÁRIA

Reitan (1967) observou dois tipos de reabsorções ósseas durante a movimentação ortodôntica. Para o autor, a reabsorção óssea direta ocorreria sem a formação prévia de uma área de hialinização; já a reabsorção indireta ocorreria posteriormente à formação de uma área hialinizada. Assim, o processo de hialinização ocorreria devido à compressão exagerada do ligamento periodontal entre a raiz e a superfície óssea, e esta compressão tornaria as fibras periodontais desprovidas de células, impedindo o movimento dentário, o qual ocorreria, tão somente, após a eliminação do osso subjacente ao tecido hialinizado por reabsorção óssea solapante.

Afirmou, Gianelly (1969), que embora apresentem o mesmo mecanismo celular (áreas de pressão no ligamento periodontal e instalação de quadro inflamatório local), duas formas de reabsorção, frontal e solapante, têm sido descritas e relacionadas, em parte, à magnitude de força aplicada.

Avaliando mudanças histológicas na estrutura periodontal de cães “Beagles” após emprego de forças contínuas de elevadas e baixas intensidades durante movimento dentário experimental, Von Böhl, et al. (2004) desenvolveram estudo em que ficou confirmado que dentes submetidos a forças elevadas não se movimentam mais rapidamente que dentes submetidos a forças de baixa intensidade. Em contraste com pesquisas mais antigas, o estudo mostra que a hialinização do ligamento periodontal pode aparecer a qualquer tempo, durante todo período experimental (de 24 horas até 80 dias após aplicação da força). Áreas de hialinização foram encontradas em ambos os grupos de força ao longo de todo o período do experimento. Entretanto, dentes nos quais altos níveis de força são aplicados mostram áreas de hialinização um pouco mais frequentes. Embora a aparência de tecido necrótico possa estar relacionada com a magnitude de força, isto parece não ter significância

com a quantidade de movimento. Hialinização limita o movimento, mas não está relacionada com o nível de força usado.

Masella e Meister (2006) relataram que o tratamento ortodôntico é provavelmente envolvido em uma combinação de mecânica e intervenções molecular-genético-celulares. A resposta biomecânica adaptativa à aplicação de forças ortodônticas é um processo altamente sofisticado. Inúmeras reações químicas coordenadas ocorrem dentro e fora das células do ligamento periodontal e de células do osso alveolar que transformam a força mecânica em eventos moleculares e movimento ortodôntico. Osteoblastos e osteoclastos são comunicadores sensíveis capazes de restaurar homeostasia do sistema craniomandibular, alterado pela mecânica ortodôntica. A capacidade adaptativa em resposta à aplicação de forças ortodônticas repousa sobre o DNA do ligamento periodontal e das células do osso alveolar. A vitalidade celular determina as respostas genético-moleculares, fazendo o movimento ortodôntico possível.

A massa óssea é determinada pelo equilíbrio entre reabsorção e formação ao longo da vida, em resposta às demandas funcionais. O osso responde aos estímulos mecânicos por deformação e recomposição de formato e a movimentação ortodôntica ocorre graças à esta propriedade. Remodelação óssea é um processo fisiológico que abrange reabsorção e aposição (LIMA, 2017).

### 3.2 FORÇA ÓTIMA

Storey e Smith (1952), ao realizarem estudos em seres humanos concluíram que o movimento dentário ótimo seria determinado por forças com limites específicos de intensidade. A força que produzia o movimento dentário com mais rápida velocidade seria considerada como “ótima”. Abaixo dessa “força ótima”, não houve, praticamente, movimento dentário e quando a força foi aumentada acima do limite ótimo, a velocidade de movimento diminuiu e, finalmente, aproximou-se de zero, no tempo experimental de uma semana. Para experimentos de longa duração, os dentes readquiriram o movimento pelo processo de reabsorção à distância.

Begg (1956) afirmou que, se uma força leve e contínua fosse aplicada ao dente, este se movimentaria por reabsorção óssea direta, propiciando, assim, uma maior e efetiva taxa de movimentação dentária.

Jarabak e Fizzel (1975) determinaram valores numéricos que seriam correspondentes aos níveis ideais de força para a movimentação de cada grupo de dentes (Quadro 1). Segundo esses autores, a análise biológica quantitativa dos efeitos das forças ortodônticas torna-se praticamente impossível em humanos e, assim, para determinar a magnitude de força ótima para cada dente, alguns aspectos de origem clínica são utilizados, por exemplo, a sensibilidade relatada pelo paciente, a mobilidade dentária e a quantidade de deslocamento do dente.

**Quadro 1** - Valores numéricos em gramas-força que seriam ideais para cada grupo de dentes

Dentes	Raízes Curtas (gf)	Raízes Médias (gf)	Raízes Longas (gf)
Incisivos Inferiores	50-55	55-65	65-70
Caninos Inferiores	85-95	95-110	110-130
Pré-Molares Inferiores	70-80	80-90	90-100
Primeiros Molares Superiores	280-300	300-320	320-360
Incisivos Superiores	65-75	75-85	85-95
Incisivos Laterais Superiores	60-65	65-70	70-80
Caninos Superiores	105-115	115-130	130-170
Pré-molares Unirradiculares	85-100	100-115	115-135
Pré-Molares Multirradiculares	100-110	120-130	130-140
Primeiros Molares Inferiores	230-250	250-270	270-320

**Fonte:** Jarabak, Fizzell (1975)

Ao estudar os mecanismos de fechamento de espaços em Ortodontia a partir de trabalhos consultados, especificamente no que se refere às magnitudes de forças necessárias para a movimentação dos dentes ou grupo de dentes, Shimizu (1995) concluiu que a magnitude de força ideal para a retração dos caninos superiores seria de 150gf; para os inferiores, de 120gf; para os incisivos superiores, de 300gf; para os incisivos inferiores, 240gf; e, finalmente, 600gf para a retração em massa dos incisivos e caninos superiores e 480gf para a retração em massa dos incisivos e caninos inferiores.



Sarikaya et al. (2002) destacaram que é primordial a aplicação de forças leves durante a retração dos dentes anteriores, a fim de evitar a ocorrência de danos às estruturas dentárias de suporte, por exemplo, as reabsorções radiculares e as deiscências ósseas.

A partir de dados coletados em estudos experimentais com cães e comparados com artigos referentes à retração de caninos em humanos, Ren et al. (2003) concluíram que uma pequena força, levando a uma pequena mudança na pressão, pode ser capaz de levar a um movimento dentário. Isto significa que forças elevadas, frequentemente usadas na prática ortodôntica não produzem necessariamente mais eficiente movimentação dentária. Pelo contrário, elas podem ocasionar uma sobrecarga nos tecidos periodontais e causar efeitos negativos que impedirão o deslocamento dentário.

Krishnan e Davidovitch (2006) afirmaram que, nos dias de hoje, pode ser dito que para se gerar uma adequada resposta biológica periodontal forças leves são preferidas, devido a sua capacidade de provocar reabsorção frontal no osso alveolar. Ao contrário de forças leves, forças pesadas frequentemente causam necrose (hialinização) do ligamento periodontal, prejudicam o processo de reabsorção óssea e estão relacionadas com a reabsorção radicular apical. O conceito corrente de força ótima é caracterizado como um estímulo mecânico extrínseco que evoca uma resposta celular objetivando restaurar o equilíbrio pela remodelação dos tecidos de suporte periodontais. Assim, a mecânica empregada que proporciona o máximo de movimento dentário com o mínimo de danos irreversíveis à raiz, ligamento periodontal e osso alveolar é considerada a ideal. Este conceito significa que há uma força com características capazes de produzir uma quantidade de movimento dentário, sem dano tecidual, e com máximo conforto ao paciente. De acordo com este conceito, a força ótima pode variar para cada dente como para cada paciente. Clinicamente, a relação entre magnitude de força ortodôntica e quantidade de movimento durante o tratamento é considerada como um valioso instrumento na identificação de forças consideradas ótimas para a movimentação dentária.

### 3.3 MECÂNICAS PARA FECHAMENTO DE ESPAÇOS

César e Ruellas (2006), relataram que existem duas opções de mecânica para o fechamento de espaços em casos envolvendo extrações dentárias. Na mecânica de deslizamento, na qual o fio desliza sobre o bráquete, o atrito ou fricção se faz presente. Já na

mecânica sem atrito são utilizadas alças que podem apresentar diferentes configurações, como forma de gota, em “T” ou “L”.

A mecânica de fricção ou método de deslize ocorre através do deslizamento do arco através da canaleta do bráquete, sendo que essa força para distal pode ser feita através de uma mola helicoidal ou por correntes elastoméricas. Nesse sistema de forças, vários fatores podem influenciar na quantidade de fricção entre o fio e o bráquete, tais quais: largura e angulação do bráquete, aspereza das superfícies do bráquete e do fio, tamanhos dos encaixes dos bráquetes e do fio, efeito lubrificante da saliva e pelo método de amarração (HAIN; DHOPATKAR; ROCK, 2003).

Pode-se chamar de atrito a resistência ao movimento quando um objeto se move tangenciando outro objeto. As superfícies apresentam diferentes graus de aspereza e, portanto, apresentam coeficientes de atritos específicos. Principalmente em movimentações dentárias extensas como na retração de caninos, o atrito irá retardar esse deslocamento. Isso ocorre devido a força de atrito agindo sobre as superfícies de contato entre o bráquete e o fio durante o deslizamento entre os mesmos. Vários fatores podem aumentar essa força de atrito, podendo-se destacar: pressão exercida por uma forte amarração, falta de alinhamento dos bráquete e presença de torque ativo no arco retangular. Assim, a força aplicada deve ser maior que a força do atrito para que um objeto possa deslizar sobre o outro (CÉSAR; RUELLAS, 2006).

O atrito estático e cinético são os dois tipos de coeficientes existentes. A força necessária para iniciar a movimentação de superfícies que estão paradas é chamada de atrito estático. Já o atrito cinético pode ser definido como a força de resistência ao movimento de deslize de duas superfícies, em uma velocidade constante (HAIN; DHOPATKAR; ROCK, 2003).

Na mecânica com fricção, deve ser dada atenção ao atrito estático, pois o movimento dentário de deslize ocorre em etapas e lances, e não de forma contínua. A força necessária para iniciar um movimento dentário deve ser de aproximadamente 20% maior que a força que se deseja iniciar o deslocamento, visto que o coeficiente de atrito estático entre duas superfícies secas é de 0,2 ou 20% (KUSY; WHITLEY, 1997).

Na mecânica de deslizamento, durante o movimento de um dente ao longo do arco, ocorre uma inclinação dentária até o limite em que uma das extremidades do bráquete toque no arco. Esse toque entre o bráquete e o arco ortodôntico criará a força de atrito que

aumentará à medida que a angulação entre o bráquete e o arco também aumentar (CÉSAR; RUELLAS, 2006).

Quanto maior a força de amarração mais intensa será a fricção, ou seja, quanto maior a pressão do fio dentro da canaleta do bráquete, mais força será necessária para que ocorra o deslizamento. De forma contrária, se amarração ocorrer com folga, pode-se gerar uma inclinação descontrolada do dente que está se movimentando. Dependendo do tipo de amarração, as forças friccionais podem variar. A amarração metálica pode gerar forças que variam de zero a níveis bastante elevados. Já amarrilhos elásticos podem produzir forças que variam de 50g a 175g (HAIN; DHOPATKAR; ROCK, 2003).

Segundo Dias, et al. (2007) na mecânica de fechamento de espaços com alças, ou seja, sem atrito, a força de ativação das alças incorporadas a arcos contínuos ou segmentados proporciona a força necessária para movimentação dentária, proporção momento força controlada e baixa taxa de carga-deflexão.

No método de fechamento de espaços sem atrito, a união do segmento anterior diretamente ao posterior do arco se faz através da confecção de alças ou molas com variadas configurações (THIESEN, et al., 2006).

Iwasaki, et al. (2000) concluíram que o movimento contínuo durante a retração dentária é muito favorecido por alças que sejam bem confeccionadas, sendo que muitas configurações de alças apresentam superiores a outras. Vários estudos sugerem que forças contínuas levam a um deslocamento dentário maior.

As propriedades mecânicas das alças de fechamento de espaços sofrem influência de determinados fatores, tais como: secção reta transversal do arco, distância interbraquetes, configuração e a posição da alça e o material do qual o fio é feito. A proporção M/F e a relação carga/deflexão são características muito importantes de um arco com alças de retração. O controle dessas características bem como a eficiência e o controle do fechamento de espaços devem ter preferência sobre a facilidade de fabricação e entrega (SIATKOWSKI, 1997).

Segundo Ribeiro e Jacob (2016), tanto a proporção momento/força quanto a relação carga/deflexão são influenciadas pelo desenho da alça. Esta última também sofre influência do tipo da liga metálica utilizada na configuração da alça, sendo que ligas com menor módulo de elasticidade proporcionarão taxas de relação carga/deflexão menores.

A mecânica sem atrito é considerada mais complexa devido ao necessário treinamento e conhecimento para a construção e manejo clínico das alças. Esta mecânica apresenta como vantagens os níveis de força mais fáceis de serem mensurados clinicamente, ausência de atrito entre o fio e o bráquete e a relação carga/deflexão e a proporção momento/força serem mais previsíveis e controláveis durante o fechamento de espaços (THIESEN, et al., 2006).

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Como já bem explicitado anteriormente a mecânica de fechamento de espaços pela retração de dentes anteriores pode ser realizada tanto pelo deslizamento como pela mecânica sem atrito.

Segundo Borges et al. (2010), alguns fatores são importantes de serem observados na escolha da melhor técnica de fechamento de espaço, dentre eles pode-se destacar: a intensidade e o tempo de aplicação da força, o dente a ser movimentado, a densidade e a morfologia óssea da região da extração, a amplitude do deslocamento, a idade e a condição sistêmica do paciente e a forma e o tamanho da raiz dentária.

Segundo Bednar, Gruendeman e Sandrik (1991), as asperezas das superfícies do bráquete e do fio, o método de amarração, a largura e angulação da canaleta do bráquete e o efeito da saliva exercem grande influência na força de atrito entre o bráquete e o fio ortodôntico. Biomecanicamente, todos esses fatores causam alto grau de imprevisibilidade na mecânica de deslize.

Deve-se aplicar uma força de magnitude superior a força de atrito presente na interação do arco com o bráquete para assim iniciar o movimento dentário. Devido à grande dificuldade de mensurar clinicamente essa força de atrito, torna-se praticamente impossível determinar quão alta deve ser a força necessária para suplantar a força de atrito. (KUSY; WHITLEY, 1997).

A facilidade de execução e conseqüente consultas mais rápidas, além da desnecessária utilização de alças com configurações de execução complexas configura uma das grandes vantagens da mecânica com fricção. No entanto, devido a presença de atrito, ocorre uma diminuição da movimentação dentária, além de dificultar o controle da

mecânica empregada, visto que, clinicamente, a força friccional não pode ser determinada (STAGGERS; GERMANE, 1991).

Segundo Borges, et al. (2010), a escolha da mecânica de deslize como forma de fechamento de espaços requer um planejamento detalhado referente as características mecânicas deste sistema de forças, ou seja, deve-se eliminar todos os fatores diretamente relacionados ao aumento da força friccional, como falta de alinhamento das canaletas dos bráquetes, a força aplicada, raízes dentárias adequadamente posicionadas, a espessura e o material do fio empregado, entre outros fatores. Embora a presença de atrito seja um aspecto negativo na mecânica de deslize, esta técnica é muito utilizada pelos profissionais da área devido sua maior facilidade de execução, não requerendo execução de alças com configurações complexas.

Teoricamente, na mecânica sem atrito, em que os dentes são movimentados sem o deslizamento dos bráquetes pelo arco, não ocorrerão as desvantagens presentes na mecânica com fricção. Nesse caso o movimento dentário ocorre de forma mais controlada, pois a retração é realizada através de alças incorporadas aos fios (ZIEGLER; INGERSVALL, 1989).

Para a execução da mecânica de retração de dentes anteriores, existem variados tipos de configurações de alças que podem ser utilizadas tanto em arco contínuos como segmentados. Com o uso de alças ortodônticas, a ativação é gerada na parte posterior do arco, fazendo com que a força de ativação da alça seja dissipada gradualmente. A movimentação dentária se dá sem a presença de atrito, visto que não ocorre o movimento do fio ortodôntico no interior da canaleta do bráquete (PROFFIT; FIELDS; SARVER, 2006).

Segundo Borges, et al. (2010) no sistema sem fricção a eficiência do movimento dentário pode ser obtida com qualquer configuração de alça. No entanto, algumas propriedades mecânicas inerentes a este tipo de mecânica são melhor desempenhadas com alguns desenhos de alças. A incorporação de helicoides na configuração da alça proporcionará uma menor relação carga/deflexão, que idealmente deve ser baixa para que, durante a desativação, as alças gerem forças mais leves e constantes. Outro fator a ser considerado é a inserção de pré-ativações nas alças, que promoverão uma proporção momento/força elevada e assim possibilitar movimentos de inclinação controlada, translação e correção radicular.

Segundo Thiesen e Rego (2006), o domínio e conhecimento técnico da biomecânica quando da utilização de alças de fechamento de espaços é de suma importância, visto que pequenas falhas podem resultar efeitos indesejáveis durante a movimentação dentária. Esses efeitos colaterais negativos podem ser a verticalização excessiva dos dentes anteriores, perda de ancoragem, reabsorções radiculares, entre outros. Além disso, determinados desenhos de alças podem provocar desconforto a alguns pacientes, sendo ainda que mais tempo de consulta e habilidade técnica são necessários nesses casos, se comparados à mecânica com atrito.

Ziegler e Ingervall (1989) realizaram estudo comparando clinicamente o sistema de forças das mecânicas com e sem atrito e concluíram que os melhores resultados recaem sobre a mecânica sem fricção.

Entretanto, Stagers e Germane (1981) destacaram que preferência pessoal de cada profissional associada as particularidades de cada caso vão direcionar a escolha da técnica de fechamento de espaços. Alegaram também que todo ortodontista deve possuir conhecimento técnico biomecânico tanto sobre a mecânica com fricção bem como sobre a mecânica sem atrito, pois cada técnica possui suas indicações específicas, vantagens e desvantagens e, assim, o profissional não deve estar limitado a apenas uma alternativa biomecânica.

## **5. CONCLUSÃO**

Com base na presente pesquisa bibliográfica apresentada foi possível concluir que as mecânicas ortodônticas de retração de dentes anteriores com e sem fricção são eficazes no propósito a que se destinam, desde que empregadas com conhecimento da técnica e dos princípios biomecânicos. Não há como definir o melhor método para o fechamento de espaços. Alguns casos requerem determinadas técnicas em detrimento de outras, e o profissional pode ter suas preferências. Entretanto, algumas ressalvas devem ser feitas:

- A mecânica de deslize apresenta maior praticidade de aplicabilidade clínica e causa menos desconforto ao paciente.

- Devido ao atrito, o controle da força na mecânica de deslize é de difícil previsibilidade.

- A mecânica sem atrito apresenta maior complexidade de execução devido a necessidade de confecção de alças.

- O controle da força, proporção momento/força e relação carga/deflexão só são efetivamente controlados na mecânica sem atrito.

## 6. REFERÊNCIAS

BEDNAR, James R.; GRUENDEMAN, Gary W.; SANDRIK, James L. A comparative study of frictional forces between orthodontic brackets and arch wires. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 100, n. 6, p. 513-522, 1991.

BEGG, P. Raymond. Differential force in orthodontic treatment. **American journal of orthodontics**, v. 42, n. 7, p. 481-510, 1956.

BENNETT, John C.; MCLAUGHLIN, Richard P. As mecânicas do tratamento ortodôntico e o aparelho pré-ajustado. Artes Médicas, 1997.

BORGES, CRISTIANE RIBEIRO et al. Mecânicas de retração para o fechamento de espaços de extrações realizadas com finalidade ortodôntica: revisão de literatura. **Revista Uningá**, v. 23, n. 1, 2010.

BURSTONE, Charles J. The segmented arch approach to space closure. **American journal of orthodontics**, v. 82, n. 5, p. 361-378, 1982.

CÉSAR, Josie Santos; RUELLAS, Antônio Carlos de Oliveira. Atrito nas mecânicas de deslizamento: considerações importantes. **Ortodontia**, p. 272-279, 2006.

DIAS, Daniela M. et al. Fechamento de Espaços e a Mecânica de Deslizamento: Uma Visão Atual. **Revista Ortodontia Gaúcha**, v. 11, n. 2, p. 22-27, 2007.

GIANELLY, Anthony A. Force-induced changes in the vascularity of the periodontal ligament. **American Journal of Orthodontics**, v. 55, n. 1, p. 5-11, 1969.

HAIN, Max; DHOPATKAR, Ashish; ROCK, Peter. The effect of ligation method on friction in sliding mechanics. **American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics**, v. 123, n. 4, p. 416-422, 2003.

HOENIGL, Klaus D. et al. The centered T-loop - a new way of preactivation. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 108, n. 2, p. 149-153, 1995.

IWASAKI, Laura R. et al. Human tooth movement in response to continuous stress of low magnitude. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 117, n. 2, p. 175-183, 2000.

JARABAK, Joseph R.; FIZZEL, James A. Aparatología del arco de canto con alambres delgado. **Mundi**. Capítulo, v. 5, p. 129-132, 1975.

KRISHNAN, Vinod; DAVIDOVITCH, Ze'ev. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 129, n. 4, p. 469. e1-469. e32, 2006.

KUSY, Robert P.; WHITLEY, John Q. Friction between different wire-bracket configurations and materials. In: **Seminars in orthodontics**. WB Saunders, 1997. p. 166-177.

LIMA, Célia Alcântara Cunha. BIOLOGIA DA MOVIMENTAÇÃO DENTÁRIA. **Revista Científica InFOC**, v. 2, n. 2, p. 61-70, 2017.

MASELLA, Richard S.; MEISTER, Malcolm. Current concepts in the biology of orthodontic tooth movement. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 129, n. 4, p. 458-468, 2006.

MENDES, A.M.; BÁGGIO, P.E.; BOLOGNESE, A.M. Fechamento de espaços. **Rev. SBO**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 11-19, 1992.

PROFFIT, William R.; FIELDS JR, Henry W.; SARVER, David M. **Contemporary orthodontics**. Elsevier Health Sciences, 2006.

REITAN, Kaare. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. **American journal of orthodontics**, v. 53, n. 10, p. 721-745, 1967.

REN, Yijin; MALTHA, Jaap C.; KUIJPERS-JAGTMAN, Anne Marie. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. **The Angle Orthodontist**, v. 73, n. 1, p. 86-92, 2003.

RIBEIRO, G.; JACOB, H. Compreendendo o fundamento do fechamento de espaços na Ortodontia, para um tratamento ortodôntico mais eficiente. **Dental Press J Orthod**, v. 21, n. 2, p. 115-25, 2016.

RICKETTS, Robert Murray. Bioprogressive therapy as an answer to orthodontic needs part I. **American journal of orthodontics**, v. 70, n. 3, p. 241-268, 1976.

SARIKAYA, Simten et al. Changes in alveolar bone thickness due to retraction of anterior teeth. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 122, n. 1, p. 15-26, 2002.

SIATKOWSKI, Raymond E. Continuous arch wire closing loop design, optimization, and verification. Part I. **American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics**, v. 112, n. 4, p. 393-402, 1997.



SHIMIZU, Roberto H. **Fechamento de espaços após exodontia de primeiros pré-molares**. 1995. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 1995.

SOUTHARD, Thomas E.; MARSHALL, Steve D.; GROSLAND, Nicole M. Friction does not increase anchorage loading. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 131, n. 3, p. 412-414, 2007.

SOUZA, Ricardo Sampaio de et al. Avaliação do sistema de forças gerado pela alça T de retração pré-ativada segundo o padrão UNESP-Araraquara. **Rev. dent. press ortodon. ortop. maxilar**, p. 113-122, 2003.

STAGGERS, Julie Ann; GERMANE, Nicholas. Clinical considerations in the use of retraction mechanics. **Journal of clinical orthodontics: JCO**, v. 25, n. 6, p. 364-369, 1991.

STOREY, Elsdon; SMITH, R. Force in orthodontics and its relation to tooth movement. **Australian J. Dent.**, v. 56, p. 11-18, 1952.

TELLES, Rosani Aparecida. Diferentes métodos utilizados na retração dos dentes anteriores em casos de extração. 2010. Monografia (Especialização) – Instituto de Ciências da Saúde FUNORTE/SOEBRÁS, Santo André.

THIESEN, Guilherme et al. A utilização de diferentes configurações de molas" T" para a obtenção de sistemas de forças otimizados. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 11, p. 57-77, 2006.

THIESEN, Guilherme; REGO, Marcus Vinicius Neiva Nunes. Fechamento Ortodôntico de espaços: aspectos técnicos e biomecânicos. **Revista Ortodontia Catarinense**, v. 3, n. 1, p. 13-19, 2006.

VON BÖHL, Martina et al. Changes in the periodontal ligament after experimental tooth movement using high and low continuous forces in beagle dogs. **The Angle Orthodontist**, v. 74, n. 1, p. 16-25, 2004.

ZIEGLER, Peter; INGERVALL, Bengt. A clinical study of maxillary canine retraction with a retraction spring and with sliding mechanics. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 95, n. 2, p. 99-106, 1989.