

FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE

CLAUDIA ANDREA NUÑEZ MORALES

**FECHAMENTO DE ESPAÇOS EM ORTODONTIA, ALTERNATIVAS DE
TRATAMENTO E FATORES QUE AFETAM A MECÂNICA**

Guarulhos

2022

CLAUDIA ANDREA NUÑEZ MORALES

**FECHAMENTO DE ESPAÇOS EM ORTODONTIA, ALTERNATIVAS DE
TRATAMENTO E FATORES QUE AFETAM A MECÂNICA**

Monografia apresentada ao Programa de pós-
graduação em Odontologia da
Faculdade Sete Lagoas – FACSETE, como requisito
parcial para obtenção do título de Especialista
em Ortodontia

Orientador: Prof. Dr. Mateus de Abreu Pereira

Guarulhos

2022

Nuñez Morales, Claudia Andrea
Fechamento de espaços em ortodontia,
alternativas de tratamento e fatores que afetam a mecânica /
Claudia Andrea Nuñez Morales - 2022

66 f.

Orientador: Mateus de Abreu Pereira

Monografia (Especialização) Faculdade Sete
Lagoas, 2022.

1. Fechamento de espaço 2. Mecânica de
deslizamento 3. Fechamento com alça 4. Fricção em ortodontia
I. Título. II. Mateus de Abreu Pereira

FACSETE

Monografia intitulada “***Fechamento de espaços em ortodontia, alternativas de tratamento e fatores que afetam a mecânica***” de autoria da aluna Claudia Andrea Nuñez Morales.

Aprovada em 11/11/2022 pela banca constituída dos seguintes professores:

Prof. Dr. Mateus de Abreu Pereira – Orientador

Prof. Dr. Fabio Schemann Miguel

Profª Delaini Pires Roman Miguel

Guarulhos 11 de Novembro 2022

DEDICATÓRIA

Para todos aqueles que participaram deste processo caótico, mas lindo.

AGRADECIMENTOS

A vocês professores: pelo seu tempo, ensinamentos e compartilhamento de sua experiência. Deixaram uma marca indelével na minha vida.

Aos meus colegas: pela alegria de conhecê-los. Obrigado por sua alegria e apoio.

RESUMO

O fechamento de espaços em ortodontia é uma das etapas mais desafiadoras do tratamento e exige amplo conhecimento das técnicas e materiais atualmente disponíveis para realizá-lo. O objetivo deste trabalho é conhecer, definir e compreender as diferentes alternativas de tratamento para a etapa de fechamento de espaços em ortodontia. Por meio de uma Revisão Literária sobre Fechamento de Espaços em Ortodontia, foram descritas alternativas de tratamento e quais são os fatores que favorecem ou dificultam essa etapa do tratamento ortodôntico. Determinou-se qual poderia ser a melhor alternativa a ser escolhida, sugerindo que a melhor forma de realizar o fechamento do espaço seria com a retração em massa pelo método da mecânica de deslizamento usando um arco reto de aço de alto calibre, independentemente do tipo de braquete. A força deve estar entre 150 e 200g, aplicada por meio de uma corrente elastomérica ou mola de NiTi. Caso seja necessária ancoragem absoluta, recomenda-se o uso de microparafusos. É importante destacar que a seleção da técnica e ferramentas a serem utilizadas durante o fechamento dos espaços dependem de um diagnóstico correto, das necessidades individuais de cada paciente e das habilidades e preferências de cada profissional.

Palavras-chave: Fechamento de espaço, mecânica de deslizamento, fechamento com alça, fricção em ortodontia

ABSTRACT

The closure of spaces in orthodontics is one of the most challenging stages of treatment and requires extensive knowledge of the techniques and materials currently available to achieve it. The objective of this work is to know, define and understand the different treatment alternatives for the space closure stage in orthodontics. Through a Literature Review on Space Closure in Orthodontics, the treatment alternatives were described and the factors that favor or hinder this stage of orthodontic treatment were mentioned. It was determined which could be the best alternative to choose, suggesting that the best way to perform the space closure would be in-mass retraction by the sliding mechanics method with a heavy-gauge straight steel archwire, regardless of the type of bracket. The force should be between 150 and 200g, applied by elastomeric chains or NiTi springs. If absolute anchorage is required, the use of minicrews is recommended. It is important to know that the selection of the technique and tools to be used during space closure depend on a correct diagnosis, the individual requirements of each patient and the skills and preferences of each professional.

Keywords: closure of spaces, sliding mechanics, closing loops, friction in orthodontics.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância de um fator
CCTs	<i>Controlled Clinical Trials</i>
CS	Molas helicoidais fechadas de níquel-titânio
DDW	Conjunto de fios bidimensionais
ECRs	Ensaio clínico randomizado
EPC	Cadeias de energia elastoméricas
ER	Retração de massa
FEM	Método dos elementos finitos
g	Gramas
MDF	Força média de platô de desativação
MF	Taxa de movimento dentário e o pico de força
MI	Mini implante
mm	milímetros
MS	Mola Marcotte modificada
N	Newton
NiTi	Níquel-titânio
OFT	Teste de força ortodôntica
OTM	movimentação dentária ortodôntica
PC	Cadeia de força elastoméricas
RCTs	<i>Randomized Controlled Trials</i>
ROBINS-I	<i>Risk of Bias in Nonrandomized Studies of Interventions</i>
SD	Desvio padrão
SLB	Braquetes autoligados

SS	Aço inoxidável
TLS	T-loop ou alças em T
TMA	Titânio-molibdênio
TSR	Retração em duas etapas
VAS	Escala analógica visual

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. PROPOSIÇÃO.....	13
3. REVISÃO LITERÁRIA.....	14
4. DISCUSSÃO.....	49
4.1 Técnicas de fechamento de espaços em ortodontia	49
4.2 Fechamento do espaço em uma etapa (em massa) ou em 2 etapas (retração canina)	50
4.3 Fechamento de espaços com atrito, fatores influenciadores.....	51
4.3.1 - Tipos de braquetes e ligaduras.....	52
4.3.2 Tipo de arco.....	53
4.3.3 Elementos para fechar espaços.....	54
4.4 Fechamento de espaços sem atrito, uso de alças.....	56
4.5 Ancoragem na mecânica de fechamento	57
5. CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

1. INTRODUÇÃO

O fechamento de espaços é um dos processos mais desafiadores em Ortodontia e requer uma sólida compreensão da biomecânica para evitar efeitos indesejados. O fechamento do espaço pode ser realizado por mecânica de atrito ou sem atrito, e cada técnica tem suas vantagens e desvantagens. RIBEIRO & JACOB (2016)

Mecânicas com atrito ou mecânica de deslizamento são atraentes por causa de sua simplicidade; o espaço é fechado por meio de elásticos ou molas que fornecem a força, e o arco desliza sobre o braquete. RIBEIRO & JACOB (2016)

Na mecânica sem atrito, os dentes se movimentam através da ativação de alças. MONINI, *et al.* (2013)

Em relação ao atrito, existem vários fatores aos quais ele pode estar relacionado, entre eles, dimensão da ranhura do braquete, composição do braquete, tamanho e composição do fio, método de ligação entre o braquete e o fio, distância entre braquetes e movimentação relativa da interface braquete-fio. RIBEIRO & JACOB (2016)

Na ortodontia contemporânea, forças leves, contínuas e constantes são desejadas para obter a movimentação dentária ortodôntica mais eficiente. Numerosos materiais (cadeias de elastômeros, alças fechadas e molas) têm sido usados como sistemas de força leve para fechar espaços entre os dentes após extrações de pré-molares. Embora muitos desses materiais possam oferecer uma leve resistência inicial, estudos clínicos relataram que a maioria desses materiais exibiu perda de resistência ao longo do tempo. GENG, *et al.* (2019)

Quando o mecanismo de deslizamento é executado, algumas formas de resistência são frequentemente encontradas em arcos retangulares devido a fatores como *binding* (fenômeno que ocorre quando o fio entra em contato com as extremidades do braquete), *notching* (efeito produzido quando as extremidades do braquete em contato com o arco causam perda de substância ou deformação

definitiva no arco), método de ligação, revestimento do arco, deformação do arco, tipo de braquete etc. GNANESWAR & SRIDHAR (2020)

Existem vários tipos de braquetes, que diferem em design e prescrição; eles também podem ser classificados em duas categorias, sistemas de braquetes convencionais e autoligados. SAPORITO, *et al.* (2011)

Alguns braquetes autoligáveis foram rotulados de passivos e promovem a premissa de que a eliminação das ligaduras reduz o atrito e permite uma mecânica de deslizamento mais rápida. Se isso for verdade, os aparelhos autoligados podem reduzir o tempo total de tratamento. MILES (2007)

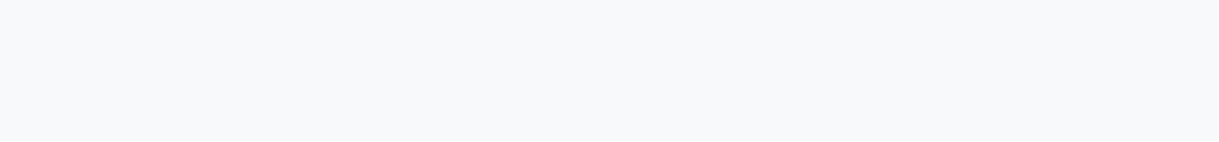
Duas biomecânicas básicas podem ser usadas para fechar espaços de extração: retração em duas etapas ou retração de massa. Na primeira etapa da retração em duas etapas, apenas o canino em cada quadrante é retraído. Na segunda etapa, todos os incisivos são retraídos até que o espaço residual seja fechado. Na retração de massa, os incisivos e caninos são retraídos em uma etapa. SCHNEIDER, *et al.* (2019).

Ambas as técnicas são eficientes para fechamento de espaços, não havendo diferenças significativas entre elas na retração de dentes anteriores ou perda de ancoragem molar. No entanto, há uma diferença no tempo necessário para atingir o fechamento de espaços. TIAN, *et al.* (2020)

Como a terapia de extração é frequentemente indicada para corrigir apinhamentos severos, retração de dentes anteriores, corrigir relação molar ou modificar o perfil facial. Em muitos desses casos, o controle da ancoragem maxilar é uma exigência e um problema posterior no tratamento ortodôntico. XU, *et al.* (2010)

A obtenção e controle da ancoragem é essencial para o sucesso do tratamento ortodôntico, a introdução de um sistema de ancoragem utilizando mini implantes de titânio proporcionou uma alternativa à ancoragem extra ou intraoral, que permitiu a retração dos dentes anteriores de forma eficaz sem efeitos indesejados como a perda da ancoragem. KOYAMA, *et al.* (2011).

O método de mecânica de deslizamento mais ancoragem com miniparafusos eliminou os problemas de ancoragem e facilitou a retração da massa dos dentes anteriores. KOJIMA, KAWAMURA, FUKUI (2012).



2. PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho é conhecer as alternativas de tratamento para a fase de fechamento de espaços, os fatores que interferem na mecânica e qual seria a melhor opção de tratamento.

3. REVISÃO DE LITERATURA

SAMUELS, RUDGE & MAIR (1998) estudaram a média de fechamento dos espaços de uma mola fechada de níquel-titânio de 100 gramas e 200 gramas usando a mesma mecânica de deslizamento sensível ao atrito de um estudo anterior para fixar os seis dentes anteriores juntamente com os segundos pré-molares e primeiros molares. Dezoito pacientes tratados consecutivamente necessitando de fechamento de espaço ortodôntico com aparelhos fixos foram incluídos neste estudo. A população de pacientes foi composta por 12 meninas e 6 meninos com idade média de 15,9 anos. Todos os pacientes foram tratados por dois operadores e ambos os primeiros pré-molares foram extraídos no arco de onde foram feitas as medidas de fechamento de espaço. Todos os pacientes foram tratados com aparelhos fixos *Straight Wire* pré-ajustados superior e inferior, com slot de 0,022" x 0,028. As medidas do fechamento ativo do espaço foram feitas no arco superior em 6 pacientes e no arco inferior em 12 pacientes. O fechamento dos espaços foi realizado com arcos de aço inoxidável 0,019" x 0,025" com ancoragem balanceada entre os seis dentes anteriores e o segundo pré-molar e o primeiro molar posterior. O fechamento do espaço envolveu tanto a retração dos incisivos quanto a protração dos molares, em graus variados, para todos os pacientes. A ancoragem extraoral não foi utilizada no tratamento desses pacientes. No início do fechamento do espaço foram colocadas molas helicoidais de níquel-titânio fechadas de 100g (leve) ou 200g (pesado) de força, uma em cada quadrante do arco que exigia o fechamento do espaço. As molas foram aleatoriamente designadas para o lado esquerdo ou direito. As molas se estenderam entre 3 e 15mm. As molas foram presas ao gancho no primeiro molar em uma extremidade e um gancho esférico crimpável no arco imediatamente distal ao canino na outra extremidade. Os resultados para as três molas e os módulos elásticos foram comparados. A mola de níquel-titânio fechada produziu um fechamento de espaço mais consistente do que os módulos elásticos. As molas de 150 gramas e 200 gramas produziram um movimento de fechamento mais rápido que o módulo elástico e a mola de 100 gramas. Eles não encontraram diferença significativa entre a velocidade de fechamento do espaço para as molas de 150 e 200 gramas.

RHEE, CHUN & ROW (2001) explorou as diferenças entre a mecânica friccional e sem fricção para a retração de caninos superiores com o uso de um novo sistema de simulação de Typodont, o sistema de máquina Calorific. A unidade foi projetada para observar todo o processo de movimentação dentária e foi composta por 3 partes: um sistema de regulação de temperatura, dentes eletrotermodinâmicos e um componente de osso alveolar artificial. A eficiência da retração dos caninos superiores foi comparada com a mecânica de deslizamento (através de um arco labial de aço inoxidável de 0,016 x 0,022 polegadas e uma mola de níquel-titânio fechada) e uma alça de retração dos caninos. O padrão de movimento dentário obtido com ambas as mecânicas foi medido 5 vezes cada. A mecânica de atrito foi superior à mecânica sem atrito em termos de controle rotacional e manutenção da dimensão do arco ($P < 0,0001$); a mecânica sem atrito mostrou-se mais eficaz na redução da inclinação e extrusão ($P < 0,0001$). No entanto, as diferenças observadas entre os dois métodos foram relativamente baixas em termos de significância clínica, não foram encontradas diferenças no controle de ancoragem ($P = 0,2078$). Eles concluíram em seu estudo que a mecânica com atrito e a mecânica sem atrito funcionam de maneira semelhante.

DIXON *et al.* (2002) compararam a taxa de fechamento de espaço ortodôntico para: ligaduras ativas, cadeias de poliuretano (*Rocky Mountain Orthodontics, RMO Europe, Parc d'Innovation, Rue Geiler de Kayersberg, 67400 Illkirch-Graffenstanden, Strasbourg, France*) e molas helicoidais de níquel-titânio. Eles estudaram uma amostra de pacientes que entraram na fase de fechamento de espaço do tratamento ortodôntico fixo atendido por seis profissionais ortodônticos. Doze pacientes receberam ligaduras ativas (48 quadrantes), 10 pacientes receberam cadeias elastoméricas (40 quadrantes) e 11 pacientes receberam molas de níquel-titânio (44 quadrantes). Os pacientes foram aleatoriamente designados para tratamento com ligaduras ativas, cadeias de força ou molas de níquel-titânio. Eles tiraram os modelos de estudo superior e inferior no início do fechamento do espaço (T_0) e 4 meses depois (T_1). Eles registraram se o paciente usava elásticos Classe II ou Classe III. O espaço presente nos quatro quadrantes foi medido, por um examinador calibrado, utilizando paquímetros Vernier em T_0 e T_1 . Eles então calcularam a taxa de fechamento do espaço, em milímetros por mês (4 semanas), e uma taxa de 4 meses. A confiabilidade do examinador foi avaliada pelo menos 2

semanas depois. As taxas médias de fechamento de espaços foram de 0,35mm/mês para ligaduras ativas, 0,58mm/mês para correntes e 0,81mm/mês para molas de NiTi. Eles não encontraram diferenças estatisticamente significativas entre os métodos, com exceção das molas de NiTi, que apresentaram fechamento de espaço mais rápido do que as ligaduras ativas ($P < 0,05$). Não houve efeito dos elásticos interarcos na taxa de fechamento do espaço. Concluíram que as molas de NiTi forneceram a taxa mais rápida de fechamento do espaço e poderiam ser consideradas o tratamento de escolha. No entanto, as cadeias de força forneceriam uma opção de tratamento mais barata e igualmente eficaz. O uso de elásticos entre arcos não pareceu influenciar na taxa de fechamento dos espaços.

NIGHTINGALE & JONES (2003), investigaram a força de retenção e a taxa de fechamento de espaços alcançada por cadeias elastoméricas e molas de níquel titânio por meio de um ensaio clínico randomizado. Vinte e dois pacientes ortodônticos usando aparelhos *edgewise* predefinidos foram submetidos ao fechamento de espaços em quadrantes opostos usando mecânica de deslizamento com arcos de aço inoxidável 0,019 x 0,025 polegadas. Eles colocaram cadeias elastoméricas de intervalo médio [Durachain, OrthoCare (UK) Ltd., Bradford, Reino Unido] e molas helicoidais de níquel-titânio de 9mm [OrthoCare (UK) Ltd.] em quadrantes opostos para 15 pacientes. A cadeia elastomérica foi utilizada apenas em outros sete pacientes. As forças iniciais na colocação e as forças residuais na visita subsequente foram medidas com um testador de gabarito [Orthocare (UK) Ltd]. Eles pegaram modelos de estudo de oito pacientes antes e depois do fechamento do espaço, a partir dos quais fizeram medições para estabelecer o fechamento médio do espaço. Cinquenta e nove por cento (31/53) da amostra de cadeia elastomérica manteve pelo menos 50 por cento da força inicial durante um período de 1 a 15 semanas. Nenhuma amostra perdeu sua força total e a perda média foi de 47% (intervalo: 0-76%). As molas helicoidais de níquel-titânio perderam força rapidamente ao longo de 6 semanas após a estabilização dos níveis de força. Quarenta e seis por cento (12/26) mantiveram pelo menos 50% de sua força inicial durante um período de 1 a 22 semanas, e a perda média de força foi de 48% (intervalo: 12% a 68%). A taxa média semanal de fechamento do espaço, para a cadeia elastomérica foi de 0,21mm e para as molas helicoidais de níquel titânio 0,26mm. Não houve relação entre a força inicial aplicada e a taxa de fechamento do

espaço. Nenhuma amostra falhou durante o período do estudo, resultando em uma taxa de resposta de 100%. Determinaram que, em uso clínico, a retenção de força da cadeia elastomérica foi melhor do que o previamente conhecido. Altas forças iniciais resultaram em alto decaimento de força. As molas helicoidais de níquel-titânio e as cadeias elastoméricas fecharam os espaços em uma velocidade semelhante.

HAYASHI, *et al.* (2004) compararam a retração de caninos superiores com mecânica de deslizamento e alça de retração de caninos de Rickett, usando um implante ortodôntico palatino médio como referência de medida. Eles examinaram oito pacientes (três homens e cinco mulheres). Por exigirem ancoragem posterior máxima em todos os indivíduos, eles usaram implantes palatinos médios osseointegrados. Para examinar o movimento dentário, eles tiraram impressões do arco maxilar em cada consulta e as moldaram em gesso. Eles usaram um sistema de varredura de superfície tridimensional (3D) que usou um feixe de laser de fenda para medir a série de modelos dentários. Os resultados demonstraram que a análise 3D do movimento dentário baseado em um implante ortodônticos do palato médio forneceu informações detalhadas sobre a retração dos caninos. Os resultados também sugeriram que uma força de retração canina de 1 N ou menos foi mais eficaz não apenas para a mecânica de deslizamento, mas também para a alça de retração. No entanto, a abordagem da mecânica de deslizamento foi superior à alça de retração no que diz respeito ao controle rotacional.

HAIN, DHOPATKAR & ROCK (2006) examinaram, por meio de um estudo *in vitro*, a estabilidade do revestimento de um módulo elastomérico revestido com polímero desenvolvido para reduzir o atrito na mecânica de deslizamento e compararam as propriedades de atrito dos módulos revestidos com as de outros métodos comuns. Seis métodos de ligação (regular não revestido, *Super-slik* [revestido], módulos prateados convencionais [3M], módulos AlastiK *Easy-to-tie*, módulos impregnados de silicone *Sili-Ties* e módulos convencionais [AO]) foram usados com braquetes de aço inoxidável convencionais e arcos de 0,019 x 0,025 polegadas e foi medida a resistência ao movimento. Dois braquetes autoligados (Speed [Strite Industries, Cambridge, Ontario, Canada] e Damon 2 [Sybron Dental Specialties Ormco, Orange, Calif]) também foram testados. Os braquetes autoligados Damon 2 produziram menos atrito do que os outros métodos de ligação,

seguidos pelos módulos revestidos. Eles não encontraram diferenças significativas entre a resistência ao atrito de braquetes ligados com módulos regulares não revestidos, impregnados de silicone e fáceis de amarrar. Os braquetes autoligados Speed produziram menor atrito do que os não revestidos de prata convencional e módulos de prata convencional. As propriedades de atrito dos módulos revestidos não foram significativamente afetadas pela repetição do teste 5 vezes ou pelo armazenamento em saliva por uma semana. Eles estabeleceram que os braquetes Damon 2 não produziram atrito de ligação registrável. Os módulos revestidos produziram 50% menos atrito do que todos os outros métodos de ligação, exceto Damon 2. O revestimento foi resistente aos efeitos simulados do ambiente oral. Eles descobriram que diferentes métodos de aplicação de saliva humana afetam as propriedades de atrito do revestimento.

BOKAS & WOODS (2006) eles compararam as taxas de retração do canino superior e perda de ancoragem do molar ao usar molas de NiTi ou correntes elastoméricas que fornecem uma força conhecida com mecânica de deslizamento *edgewise*. Eles selecionaram doze pacientes que necessitaram de retração do canino superior em direção aos locais de extração dos primeiros pré-molares como parte de seu tratamento ortodôntico. Em um projeto de boca dividida, esses pacientes receberam molas de NiTi pré-calibradas (12 quadrantes) e cadeias elastoméricas pré-medidas (12 quadrantes), todas fornecendo forças iniciais de aproximadamente 200g, e foram reativadas em intervalos de 28 dias. Eles avaliaram o fechamento do espaço e o movimento para frente dos primeiros molares superiores usando impressões, que foram tomadas antes do início da retração canina e, em seguida, em intervalos de 28 dias até que a retração canina estivesse quase completa. A análise estatística revelou que a taxa média de fechamento de espaços com molas de NiTi (1,85mm/mês) foi apenas 0,17mm/mês maior ($P=0,011$) do que a produzida com cadeias elastoméricas (1,68mm/mês) /mês). As taxas médias de perda de ancoragem para molas de NiTi e cadeia elastomérica foram de 0,46mm/mês e 0,45mm/mês, respectivamente. Esta diferença não foi estatisticamente significativa. Eles calcularam que essas quantidades de movimento molar anterior estavam entre um quarto e um terço da média de fechamento de espaço por mês, mesmo na presença de um arco transpalatal fixo. Os resultados indicaram que as taxas de fechamento de espaço e perda de ancoragem molar

usando molas de NiTi ou cadeias elastoméricas, se reativadas a cada 28 dias, provavelmente seriam semelhantes.

SUERI & TURK (2006) avaliaram os efeitos das ligaduras *laceback* na distalização dos caninos durante a fase de nivelamento e alinhamento e compararam a eficácia das ligaduras *laceback* com as molas fechadas superelásticas de NiTi. Eles incluíram quinze sujeitos em seu estudo. Eles planejaram um tratamento ortodôntico fixo com extração dos primeiros pré-molares para resolver o apinhamento nas arcadas superior e/ou inferior. Eles usaram braquetes Roth de cimentação direta de aço inoxidável (0,022 polegadas). Para a distalização dos caninos, utilizaram molas fechadas superelásticas de NiTi que geraram 150g de força em um lado. Eles aplicaram *lacebacks* feitos de fio de ligadura de 0,010 polegadas no lado contralateral. As alterações dentárias e esqueléticas foram avaliadas a partir de radiografias cefalométricas laterais e submentoniana verticais pré-distalização e pós-distalização. Eles aplicaram um teste de Wilcoxon para determinar as diferenças entre os valores médios de pré-distalização e pós-distalização e para determinar as diferenças médias entre os grupos. As coroas dos incisivos superiores moveram-se posteriormente. O movimento distal e a inclinação dos caninos foram significativos para ambos os grupos. Da mesma forma, o movimento mesial e a inclinação dos primeiros molares foram significativos para ambos os grupos. Além disso, a rotação distopalatina dos caninos foi significativa no grupo mola. Os movimentos de caninos e molares foram maiores no grupo mola do que no grupo *laceback*, e as diferenças foram significativas. Essas diferenças podem ser atribuídas à caracterização da força, bem como ao tamanho e material do arco. Eles concluíram que as ligaduras *laceback* se mostraram eficazes para a distalização dos caninos. Eles encontraram menos movimento de caninos e molares para o grupo *laceback*, mas movimentos mais controlados para os planos sagital, vertical e transversal.

MILES (2007) compararam a taxa de fechamento do espaço de massa com mecânica de deslizamento entre braquetes autoligados passivos SmartClip (3M Unitek, Monrovia, Califórnia) e braquetes gêmeos convencionais ligados com ligaduras de aço inoxidável. Dezenove pacientes, incluindo 20 arcos, participaram deste estudo prospectivo com braquetes de 0,018 polegadas. Todos os pacientes tiveram seus primeiros pré-molares extraídos em pelo menos um arco, com o

segundo pré-molar e o primeiro molar distal ao espaço de extração fixados com braquetes SmartClip de um lado e braquetes convencionais do outro. Os lados foram alternados para cada paciente consecutivo. O fechamento dos espaços foi realizado com fios de aço inoxidável de $0,016 \pm 0,022$ polegadas com molas helicoidais de níquel-titânio ativadas de 6 a 9mm. Os pacientes foram controlados a cada 5 semanas até o fechamento de um lado. As distâncias da face mesial do braquete canino até a face distal do braquete do primeiro molar foram registradas antes e após o fechamento do espaço e calculada uma taxa média de fechamento do espaço por mês. Treze pacientes completaram o estudo (14 arcos); as taxas médias de movimentação dentária para o lado do braquete SmartClip (1,1mm por mês) e o lado do braquete gêmeos convencional (1,2mm por mês) não foram significativamente diferentes ($P=0,86$). Concluiu-se que não houve diferença significativa na taxa de fechamento do espaço de massa entre braquetes passivos SmartClip e braquetes gêmeos convencionais amarrados com ligaduras de aço inoxidável.

CAMARGO *et al.* (2007) realizaram uma revisão de literatura com o objetivo de apresentar o comportamento friccional de diferentes ligas de braquetes e fios revestidos ou não revestidos utilizados em ortodontia e sua influência durante a retração de caninos quando se utiliza a técnica friccional. Eles realizaram uma pesquisa bibliográfica incluindo as palavras-chave: fricção, retração canina e materiais. Por fim, eles selecionaram 34 artigos para revisão. Como conclusão geral, verificaram que o arco a ser escolhido na técnica friccional para retração deve ser aquele que produza o menor atrito e o maior controle do dente durante a movimentação, sendo a opção indicada os arcos quadrados ou retangulares que não preenchem completamente a ranhura do braquete.

BARLOW & KULA (2008) revisaram a literatura da época para determinar a força das evidências sobre a influência de vários fatores na eficiência (velocidade do movimento dentário) do fechamento de espaços de extração por mecânica de deslizamento. Através de uma revisão sistemática integral de ensaios clínicos prospectivos. Eles realizaram uma busca eletrônica (1966-2006) em várias bases de dados limitando as buscas ao inglês e usando várias palavras-chave (*orthodontics, sliding mechanics, space closure, systematic review*). Eles também completaram uma busca manual de cinco periódicos importantes procurando especificamente por

ensaios clínicos prospectivos relevantes para o fechamento de espaço ortodôntico usando mecânica de deslizamento. Foram dez ensaios clínicos prospectivos comparando as taxas de fechamento de espaços. Eles selecionaram diferentes variáveis para revisão e focaram apenas na mecânica de deslizamento. Desses dez ensaios de taxa de fechamento, dois compararam as variáveis do arco, sete compararam as variáveis do material usado para aplicar a força e um examinou as variáveis do braquete. Outros artigos que não eram ensaios clínicos prospectivos sobre mecânica de deslizamento, mas continham informações relevantes, foram revisados e incluídos como informações básicas. Em última análise, eles concluíram que os resultados da pesquisa clínica apoiaram as descobertas laboratoriais de que as molas helicoidais de níquel-titânio produzem uma força mais consistente e uma taxa de fechamento mais rápida em comparação com as ligaduras ativas como um método de entrega de força para fechar o espaço de extração ao longo de um arco contínuo; no entanto, a cadeia elastomérica produz taxas de fechamento semelhantes em comparação com as molas de níquel-titânio. Pesquisas laboratoriais e clínicas sugeriram pouca vantagem das molas de níquel-titânio de 200g sobre as molas de 150g.

THIRUVENKATACHARI, AMMAYAPPAN & KANDASWAMY (2008) mediram e compararam as taxas de retração de caninos com ancoragem de micro implantes de titânio e ancoragem molar convencional. A amostra do estudo foi composta por 12 pacientes (8 mulheres, 4 homens; idade média, 19,7 anos; faixa, 16-22 anos) que foram submetidos à extração de todos os primeiros pré-molares. Após nivelamento e alinhamento, micro implantes de titânio de 1,2mm de diâmetro e 9mm de comprimento foram colocados entre as raízes do segundo pré-molar e os primeiros molares. Os implantes foram colocados nos arcos maxilar e mandibular do mesmo lado em 10 pacientes e apenas na maxila em 2 pacientes. Eles usaram um fio guia de latão e uma radiografia periapical para determinar a posição do implante. Após 15 dias, os implantes e molares foram carregados com molas helicoidais fechadas com força de 100g para retração dos caninos. Eles fizeram cefalogramas laterais antes e depois da retração e os sobrepuseram para medir a quantidade de retração. A quantidade de retração canina foi medida a partir da vertical pterigóide na maxila e da perpendicular SN na mandíbula. As quantidades médias de retração dos caninos foram de 4,29mm na maxila e 4,10mm na mandíbula do lado da

ancoragem com implante, e 3,79mm na maxila e 3,75mm na mandíbula do lado da ancoragem no molar. As taxas de retração dos caninos foram de 0,93mm por mês na maxila e 0,83mm por mês na mandíbula no lado ancorado ao implante, e 0,81mm por mês na maxila e 0,76mm por mês na mandíbula no lado fixado ao molar. Com base nos resultados obtidos, estabeleceram que a retração dos caninos ocorreria mais rapidamente ao usar micro implantes de titânio para ancoragem.

BURROW (2009) realizaram um artigo de revisão sobre atrito e resistência ao deslizamento, baseado em 25 artigos publicados entre 1979 e 2007, em que mencionou que, apesar da ênfase que os braquetes autoligados receberam na comercialização, o atrito não foi o principal componente da resistência ao deslizamento no tratamento clínico como estudos de laboratório mostraram que a fixação do arco contra os cantos dos braquetes, que ocorre logo após o início da movimentação dentária, era muito mais importante do que se pensava anteriormente, e que entalhes podem ocorrer no arco, interrompendo temporariamente o movimento. Estudos clínicos apoiando a visão de que a resistência ao movimento de deslizamento dos dentes tinha pouco a ver com o atrito e, em vez disso, era em grande parte um fenômeno de união e liberação que era muito parecido com braquetes convencionais e autoligação. Os dados limitados de ensaios clínicos agora disponíveis não suportam a alegação de que o tempo de tratamento é reduzido (presumivelmente devido ao menor atrito) com braquetes autoligados. Ele concluiu a partir de seu estudo que todos os fabricantes de braquetes autoligados ofereceram resistência à fricção reduzida e tempo de tratamento reduzido como razões para usá-los e, até certo ponto, todos "escolheram" os dados da pesquisa para apoiar suas alegações. Apesar da ênfase que recebeu na comercialização dos braquetes autoligados, o atrito não foi o principal componente da resistência ao deslizamento no tratamento clínico, e ignorar os demais componentes distorce a realidade clínica. Ele enfatizou que Swartz resumiu muito bem quando afirmou que "a simplificação de interações biomecânicas complexas que inevitavelmente ocorrem em testes de laboratório em estado estacionário podem ter resultado em uma superestimação do significado clínico do atrito". Estudos clínicos apoiaram a visão de que a resistência ao deslizamento tinha pouco a ver com o atrito e era em grande parte um fenômeno de união e liberação que é mais ou menos o mesmo com braquetes convencionais e autoligados. Os

dados limitados de ensaios clínicos disponíveis não apoiaram a alegação de que o tempo de tratamento foi reduzido (presumivelmente devido a menos atrito) com braquetes autoligados.

XU, *et al.* (2010) investigaram a eficácia relativa de preservação de ancoragem das técnicas de retração em massa e em 2 passos durante o tratamento de ancoragem máxima em pacientes com más oclusões de Angle Classe I e Angle Classe II. Sessenta e quatro indivíduos em crescimento (25 meninos, 39 meninas; 10,2-15,9 anos) que requerem ancoragem máxima foram randomizados para 2 técnicas de tratamento: retração em massa (n=32) e retração em 2 passos (n=32); os grupos foram estratificados por sexo e idade de início. Cada paciente foi tratado por um instrutor clínico em tempo integral com experiência no uso de ambas as técnicas de retração na Clínica Ortodôntica da Escola de Estomatologia da Universidade de Pequim, na China. Todos os pacientes usavam ancoragem extraoral (aparelho extrabucal) e a maioria tinha aparelhos transpalatais. Eles usaram cefalogramas laterais feitos antes do tratamento e no final do tratamento para avaliar as alterações associadas ao tratamento. Diferenças no deslocamento mesial dos molares superiores e retração dos incisivos superiores foram medidos com traçados pré e pós-tratamento sobrepostos ao melhor ajuste anatômico das estruturas palatinas. Eles compararam as diferenças no deslocamento mesial do primeiro molar superior entre as duas técnicas de tratamento, entre os sexos e entre as diferentes faixas etárias de início. O deslocamento mesial médio do primeiro molar superior foi ligeiramente menor no grupo em massa do que no grupo em 2 passos (média, -0,36mm; IC 95%, -1,42 a 0,71mm). O deslocamento mesial médio do primeiro molar superior para ambos os grupos de tratamento combinados (n=63, porque 1 paciente foi perdido no seguimento) foi de $4,3 \pm 2,1$ mm (média \pm desvio padrão). Os meninos tiveram deslocamento mesial significativamente maior do que as meninas (diferença média, 1,3mm; $P < 0,03$). Adolescentes mais jovens tiveram deslocamento mesial significativamente maior do que adolescentes mais velhos (diferença média, 1,3mm; $P < 0,02$). Eles estabeleceram que o deslocamento mesial médio do primeiro molar superior com retração em 2 passos foi ligeiramente maior do que com retração em massa, mas a diferença não atingiu significância estatística. Esse achado pareceu contradizer a crença de muitos clínicos de que a retração

canina em 2 passos seria mais eficaz do que a retração em massa na prevenção de perda de ancoragem clinicamente significativa.

CHEN, ISIKBAY & BRIZENDINE (2010) realizaram um estudo para demonstrar os sistemas de força ortodôntica tridimensional (3D) de três arcos em T fechados comerciais usando um novo método e quantificaram os sistemas de força dos arcos em T, para isso desenvolveram um teste de força ortodôntica e um tipodonte sob medida para medir sistemas de força. O sistema simulou o ambiente clínico de um paciente ortodôntico com necessidade de fechamento de espaço, incluindo a medição de três componentes de força longitudinal e três componentes de momento em torno de três eixos clinicamente definidos em dois dentes alvo. Os arcos foram fixados ao tipodonte e ativados seguindo procedimento clínico padrão. O sistema de força resultante foi medido usando o OFT. Os sistemas de força das alças em T sobre os dentes estavam em 3D. A ativação em uma direção resultou em componentes de força e momento em outras direções (efeitos secundários). Eles quantificaram todos os seis componentes de força e momento, bem como as relações momento-força no sistema de coordenadas clinicamente definido. Eles concluíram que os arcos comerciais não forneciam sistemas de força para tradução pura. A quantificação do sistema de força foi fundamental para a seleção e projeto de aparelhos ortodônticos ideais.

MEZOMO, *et al.* (2011) mediram o fechamento do espaço durante a retração dos caninos permanentes superiores com braquetes autoligados e convencionais. Quinze pacientes que necessitaram de retração de caninos superiores em locais de extração de primeiros pré-molares como parte de seu tratamento ortodôntico completaram este estudo. Em um desenho de boca dividida ao acaso, a retração dos caninos superiores foi realizada com uma corrente elastomérica com força de 150g. As avaliações foram realizadas em modelos dentários (T_0 , inicial; T_1 , 4 semanas; T_2 , 8 semanas; T_3 , 12 semanas). Eles avaliaram a quantidade de movimento e rotação dos caninos, bem como a perda de ancoragem dos primeiros molares superiores. Não encontraram diferenças entre braquetes autoligados e convencionais em termos de movimentação distal dos caninos superiores e movimentação mesial dos primeiros molares ($P < 0,05$). A rotação dos caninos superiores foi minimizada com braquetes autoligáveis ($P < 0,05$). Eles determinaram que o movimento distal dos caninos superiores e a perda de

ancoragem dos primeiros molares foram semelhantes com braquetes convencionais e autoligados. A rotação dos caninos superiores durante a mecânica de deslizamento foi minimizada com braquetes autoligados.

MITRA, LONDHE & KUMAR (2011) compararam a taxa de fechamento de espaços entre mecânica com corrente elástica (*E-chain*) em um lado da arcada superior e módulo elastomérico com fio de ligadura no lado contralateral no mesmo paciente. Eles levaram 30 casos de protrusão dentoalveolar bimaxilar para tratamento ortodôntico fixo integral após a extração de todos os primeiros pré-molares para retrair os dentes anteriores superiores e inferiores. Após o alinhamento e nivelamento inicial, foram feitas moldagens de alginato para as arcadas superior e inferior e confeccionaram os modelos. No modelo da arcada superior, eles usaram um pé metro para medir o espaço de extração em ambos os lados do ponto médio da superfície distal do canino até o ponto médio da superfície mesial do segundo pré-molar. Esta era a quantidade de espaço presente antes do início da mecânica de retração. Durante o procedimento de fechamento de espaço, eles aplicaram dois componentes retráteis diferentes nos lados direito e esquerdo de cada caso. No lado direito cadeia elástica (*E-chain*) aplicada nas arcadas superior e inferior e no lado esquerdo módulo elastomérico com ligadura de aço (0,010") esticada ao dobro do seu diâmetro fixada em ambas as arcadas. Ambos os mecanismos produziram aproximadamente 250 a 300g de força medida por um medidor de tensão. Após o início do mecanismo de retração, todos os pacientes foram chamados a cada seis semanas para três visitas. Em todas essas três visitas eles trocaram módulos e *E-chains*. Nas três visitas eles tiraram uma impressão, construíram os modelos e mediram o espaço disponível restante com um pé de metrô até variações de nível de 0,1mm. O valor médio para o fechamento total do espaço no caso da corrente elástica foi de 2,777mm, enquanto no caso do módulo com fio de ligadura, o valor aumentou para 3,017mm. O valor médio da taxa de fechamento do espaço no caso da cadeia elástica foi de 0,2143mm, enquanto no caso do módulo com fio de ligadura, o valor aumentou para 0,2343mm com desvio padrão de 0,001104 e 0,001194, respectivamente. O desvio padrão para o fechamento total do espaço foi de 0,1305 para a cadeia elástica e 0,1487 para o módulo com fio de ligadura. Eles finalmente concluíram que o fechamento do espaço do módulo elastomérico com fio de ligação foi melhor do que a cadeia elástica.

SAPORITO, *et al.* (2011) compararam a eficácia do fechamento de espaços de dois sistemas de braquetes, autoligados e convencionais, considerando dois sistemas com o mesmo desenho e prescrição. O modelo experimental deste estudo teve como objetivo identificar de forma geral se um tipo de sistema é mais adequado para o planejamento da terapia extrativa, sem considerar o aspecto clínico necessário para uma abordagem ortodôntica adequada. Eles usaram uma maxila de resina sem os primeiros pré-molares para testar o sistema autoligado e braquetes convencionais. O fechamento do espaço foi realizado com um arco de aço inoxidável 0,016 x 0,022" com molas helicoidais de níquel-titânio com resistência de 150 gramas e comprimento de 10mm. Eles configuraram duas configurações de experimentos. A primeira configuração foi realizada cimentando o braquete convencional do lado direito e o braquete autoligado do lado esquerdo; esta última foi realizada com a cimentação de braquetes autoligados à direita e braquetes convencionais à esquerda. Todas as medições foram repetidas sete vezes para ambas as configurações. Durante a fase de fechamento dos espaços de extração, ambos os sistemas foram equitativos, pois não houve diferenças estatisticamente significativas ($P=0,70$). Concluíram que o modelo não apresentou diferenças significativas na eficiência do fechamento do espaço entre o braquete autoligado e o braquete convencional amarrado com ligaduras de aço inoxidável.

SEGOVIA (2011) realizaram uma revisão de literatura baseada em 73 artigos, com o objetivo de analisar as melhores evidências disponíveis sobre a mecânica do fechamento deslizante. Ele mencionou que a mecânica de fechamento de espaços por deslizamento era amplamente utilizada hoje e tinha uma série de vantagens que fundaram sua popularidade sobre a mecânica de fechamento por alças, segundo especialistas. Evitou a aplicação de forças excessivas, pois a força não era gerada pelo próprio arco; não exigiu configurações complexas no arco, portanto a instalação deste arco foi menos demorada e mais simples e confortável para determinados pacientes, pois evitou as alças de fechamento. Foi dividido em dois tipos; individualmente e em massa. Individual, onde o complexo dente-braquete desliza pelo arco ortodôntico e é realizado mobilizando apenas um dente, principalmente o canino. Em massa, onde o fio ortodôntico é movimentado pelo complexo dente-braquete e é feito com um conjunto de peças que geralmente são as seis anteriores. Após uma análise das melhores evidências disponíveis, concluiu-

se que ambas as mecânicas se comportaram de forma semelhante em termos de ancoragem e tempo de tratamento e não apresentaram vantagem sobre a outra ou vice-versa. Portanto, ambos podem ser usados com excelentes resultados. No entanto, as evidências eram escassas e mais e melhores estudos eram necessários para obter respostas definitivas. Indicou também que, considerando as evidências do momento, de forma sumária e em termos gerais, no fechamento de espaços por deslizamento, baixo atrito(a) não foi decisivo, mas a biologia dental, o *binding* e *notching* foram; b) não reduziu a necessidade de ancoragem e (c) não aumentou a razão de fechamento do espaço de extração.

SEGOVIA (2012) escreveu uma revisão de atualização com base em 41 artigos. Enfatizou o uso de implantes como ancoragem ortodôntica, sua classificação, usos e vantagens no tratamento ortodôntico, destacando a incorporação de micro implantes na ortodontia, revolucionando a mecânica de fechamento deslizante, pois melhoraram seus dois pontos "fracos": ancoragem e controle odontológico tridimensional. Ele afirmou que era muito importante enfatizar que, de acordo com as melhores evidências clínicas disponíveis, não havia vantagens claras entre os diferentes sistemas de fechamento de espaços deslizantes. Como orientação e na tentativa de esclarecer a questão, recomendou o deslizamento em massa ou mecânica em dois estágios, o uso de braquetes largos com ranhuras de 0,018" ou 0,022" e arcos retangulares de aço inoxidável 0,016" × 0,022" ou 0,016" ou arcos redondos de 0,018" em uma ranhura de 0,018" ou 0,019" × 0,025" ou 0,018" ou 0,020" em uma ranhura de 0,022", alcançam uma curvatura sagital pronunciada e curva do plano oclusal superior Invertido inferior Spee de 2mm, para manter a torque anterior em mecânica de massa, uso de correntes elásticas com 150-200g de força ativa e instalação de micro implantes em casos de ancoragem máxima ou absoluta. alcançar uma acentuada curvatura sagital do plano oclusal superior e uma curva inferior invertida de Spee de 2mm, para manter o torque anterior em mecânica de massa, o uso de correntes elásticas com 150-200g de força ativa e a instalação de micro implantes nos casos de ancoragem máxima ou absoluta. Ele concluiu que a mecânica de fechamento de espaço deslizante tinha vantagens aparentes, como facilidade de desempenho, segurança e conforto, embora não houvesse ensaios clínicos randomizados para apoiar essas alegações. A incorporação de novas tecnologias como micro implantes, melhorou seu ponto

"fraco", controle dentário tridimensional por um lado e ancoragem por outro, baseado em evidências de mais alta qualidade. Outras inovações como o aparelho de baixo atrito (principalmente braquetes autoligáveis e arcos de baixo atrito) não conseguiram proporcionar uma vantagem clínica significativa nessa mecânica.

PACHECO, JANSEN & OLIVEIRA (2012) publicaram um artigo especial no qual discutiam como o atrito afetava o movimento dentário em ortodontia, abordando suas implicações clínicas, bem como a evolução dos materiais dentários e suas propriedades em termos de resistência ao deslizamento. Eles resolveram que a resistência ao deslizamento em ortodontia era multifatorial. Foi diretamente influenciado pelos tipos de materiais utilizados e afetou a eficiência da movimentação dentária ortodôntica. A presença de atrito é desfavorável em muitas situações clínicas. No entanto, pode ser muito importante em outras. As variáveis biológicas que influenciam o atrito parecem ter sido negligenciadas pelos ortodontistas. Fatores simples como o acúmulo de detritos na superfície do fio e a biodegradação dos braquetes registrada após o uso intraoral podem ser tão importantes quanto o tipo de material utilizado quando se considera o atrito em ortodontia. Variáveis físicas ou mecânicas que influenciam a formação de atrito durante OTM foram investigadas com mais frequência do que variáveis biológicas. Eles devem ser cuidadosamente considerados durante as diferentes etapas do tratamento ortodôntico para aumentar a eficiência em diferentes situações clínicas. Inovações tecnológicas usadas para desenvolver novos materiais de baixo atrito, como alterações de design e tratamentos de superfície, parecem ter um bom potencial para reduzir o atrito em situações clínicas específicas. No entanto, o custo desses materiais ainda era significativamente maior do que os materiais tradicionalmente usados e seu custo-benefício real ainda era cientificamente questionável. Por fim, indicaram que era indiscutível a necessidade de aumentar as pesquisas sobre materiais ortodônticos, principalmente realizando estudos com maior aplicação clínica direta. Esses estudos ajudariam os ortodontistas a entender melhor o desempenho de todos os materiais disponíveis e monitorar criticamente os novos produtos introduzidos no mercado. Portanto, o ortodontista poderia identificar quais desses novos materiais poderiam realmente contribuir para reduzir as limitações clínicas de alguns materiais ortodônticos.

KROCZEK, *et al.* (2012) quantificaram o sistema de carga tridimensional (forças e momentos) no braquete canino durante o fechamento do espaço com mecânica de deslizamento com corrente elastomérica em fios de aço inoxidável e beta-titânio 0,019 x 0,025 polegadas, em ambiente seco e úmido. Um dentofórmico maxilar feito sob medida simulando extrações dos primeiros pré-molares foi anexado a um testador de força ortodôntica. O canino foi fixado a uma célula de carga através de um adaptador de silicone simulando o ligamento periodontal. O testador de força ortodôntica mediu simultaneamente todo o sistema de carga produzido no braquete canino por uma cadeia elastomérica. Os efeitos do material do arco, tempo (ativação e 1 hora) e lubrificação foram analisados usando análise de variância de medidas repetidas de 3 vias (ANOVA, $P=0,05$). O aço inoxidável forneceu uma carga de sistema maior ($P=0,001$) do que o beta-titânio. A força foi maior no canino no eixo lingual. O momento mais importante foi sobre o eixo y. A relação momento-força, a relação mais crítica, foi maior para o beta-titânio do que para o aço inoxidável; no entanto, ambos estavam próximos do ideal de 10:1. Eles concluíram que com um arco de aço inoxidável para mecânica de retração deslizante, um canino experimentou maior carga do sistema em todas as 3 dimensões do que com um fio de beta-titânio. Ambos os arcos produziram uma relação momento-força adequada para a translação.

KOJIMA, KAWAMURA & FUKUI (2012) mencionaram nesse artigo que miniparafusos colocados no osso foram utilizados como ancoragem ortodôntica no fechamento de espaços de extração com mecânica de deslizamento. Os padrões de movimento dos dentes dependiam das direções da força. Para mover os dentes em um padrão desejado, a direção apropriada da força deve ser selecionada. Com base no exposto, escreveram um artigo com o objetivo de esclarecer a relação entre as direções das forças e os padrões de movimento. Utilizando o método dos elementos finitos, simularam movimentos ortodônticos baseados na lei de remodelação óssea alveolar. O comprimento do braço motorizado e a posição do miniparafuso foram variados para alterar as direções da força. Quando alongaram o braço motorizado, a rotação de toda a dentição maxilar diminuiu. Os dentes posteriores foram eficazes na prevenção da rotação dos dentes anteriores através de um arco. Nos casos de posição alta de um mini implante, o movimento corporal dos dentes foi praticamente alcançado. A componente vertical da força produziu a intrusão ou extrusão de toda a

dentição. Eles então determinaram que, dentro dos limites do método, simulações mecânicas demonstravam o efeito da direção da força nos padrões de movimento.

GAJDA & CHEN (2012) quantificou experimentalmente os efeitos do desenho da alça em sistemas de carregamento ortodôntico tridimensional de dois tipos de arcos com alça de fechamento comercial: *teardrop* e *keyhole*. Eles usaram um testador de força ortodôntica e um tipodonte feito sob medida para medir os sistemas de carga produzidos em dois dentes durante o fechamento do espaço simulado. O sistema incluiu três componentes de força ao longo e três componentes de momento em torno de três eixos clinicamente definidos em dois dentes alvo: o canino superior esquerdo e o incisivo lateral. Os arcos foram fixados ao tipodonte e ativados seguindo um procedimento clínico padrão. Eles relataram e compararam os seis componentes de carga resultantes produzidos pelos dois arcos. Os resultados também foram comparados com os do arco *T-loop* publicado anteriormente. Eles concluíram que todos os três designs ofereciam padrões de carregamento semelhantes; no entanto, as magnitudes dos componentes dependiam do design. Todos os desenhos resultaram em inclinação lingual dos dentes, deslocamento lingual-mesial do canino, rotação da coroa do canino mesialmente e rotação do incisivo para dentro distalmente.

KENG, *et al.* (2012) conduziram um ensaio clínico prospectivo randomizado controlado para avaliar a taxa de fechamento de espaço e angulação dentária durante a retração do canino superior usando alças em T pré-ativadas feitas de liga de titânio-molibdênio e níquel-titânio. Eles incluíram doze pacientes (seis homens e seis mulheres) com idades entre 13 e 20 anos que tiveram exodontias de pré-molares superiores, e cada um atuou como seu próprio controle, com uma alça T de NiTi atribuída a um quadrante e TMA ao outro usando um design de boca dividida de bloco aleatório. Eles ativaram as alças de 3mm em cada visita para entregar uma carga de aproximadamente 150g aos caninos superiores. Eles usaram modelos dentários maxilares, tirados na primeira visita mensal e em cada visita subsequente, para avaliar as alterações no espaço de extração e angulação dos caninos. Todos os *T-loops* usados foram comparados com *T-loops* não utilizados para avaliar a distorção. Eles usaram análise estatística de modelo misto para ajustar as variáveis de confusão. As taxas de inclinação canina foram de 0,71 graus/mês ($\pm 2,34$) para NiTi e 1,15 graus/mês ($\pm 2,86$) para TMA. A taxa média de retração canina usando

alças T de NiTi e TMA pré-ativadas foi de 0,91mm/mês ($\pm 0,46$) e 0,87mm/mês ($\pm 0,34$), respectivamente. Tanto a taxa de fechamento do espaço quanto a inclinação não foram significativamente diferentes entre os dois tipos de arcos. A distorção percentual média do TMA *T-loop* foi 10 vezes maior do que a dos *loops* NiTi quando todas as outras variáveis foram combinadas. Finalmente, não houve diferença na taxa de fechamento de espaço ou angulação dentária entre as alças de TMA ou NiTi pré-ativadas quando usadas para retrair os caninos superiores. As alças de NiTi possuem maior capacidade de reter e retornar às suas formas originais após a ativação cíclica.

MONINI, *et al.* (2013) identificaram os procedimentos adotados pelos ortodontistas brasileiros nas seguintes situações: fechamento do espaço de extração, controle de ancoragem em caso de necessidade de ancoragem para o grupo A e frequência de uso de ancoragem esquelética, principalmente na maxila. Eles enviaram um questionário para o endereço de e-mail de todos os dentistas cadastrados no Conselho Federal de Odontologia. Os resultados mostraram que a maioria dos ortodontistas brasileiros realizava o fechamento dos espaços de extração utilizando a mecânica de deslizamento. O uso de barra transpalatal, a inclusão de segundos molares na arcada e o fechamento do espaço realizado em duas fases foram as técnicas mais utilizadas para controlar a ancoragem no maxilar superior. A ancoragem esquelética foi referida por 36,5% dos especialistas como prática usual para ancoragem da maxila. Concluíram que havia uma grande variedade de procedimentos adotados pelos ortodontistas brasileiros para fechamento de espaços ortodônticos e controle de ancoragem.

WONG, *et al.* (2013) investigaram, por meio de um ensaio clínico randomizado com três grupos paralelos, o efeito da combinação de braquetes e ligaduras na quantidade de espaço ortodôntico fechado em três meses. Quarenta e cinco pacientes que necessitaram de extrações de seus primeiros pré-molares superiores participaram. O consentimento informado foi obtido e os participantes foram aleatoriamente designados para um dos três grupos: (1) braquetes convencionais *edgewise* pré-ajustados e ligaduras elastoméricas; (2) braquetes *edgewise* convencionais e ligaduras elastoméricas de baixo atrito Super Slick H; (3) Braquetes autoligados passivos Damon 3MXH. O fechamento dos espaços foi realizado com arcos de aço inoxidável 0,019 x 0,025 polegadas com molas

helicoidais de níquel-titânio. Os participantes foram citados em intervalos de quatro semanas. Impressões de alginato superior foram tomadas em cada visita (máximo três). A medida de resultado primário foi a quantidade média de espaço fechado em um período de 3 meses. Eles realizaram uma ANOVA *one-way* [variável dependente: média de fechamento de espaço (mm); variável independente: atribuição de grupo]. A quantidade de fechamento dos espaços foi muito semelhante entre os três grupos (1mm por 28 dias); entretanto, houve uma grande variação na taxa de fechamento de espaço entre os indivíduos. As diferenças na quantidade de espaço fechado em três meses entre os três grupos foram muito pequenas e não significativas ($P=0,718$). Por fim, a hipótese de que a redução do atrito pela modificação da interface braquete/ligadura aumenta a taxa de fechamento dos espaços não foi suportada. O principal determinante da movimentação ortodôntica provavelmente seria a resposta individual do paciente.

FELEMBAN, *et al.* (2013) eles apresentaram um relatório no qual duas técnicas de fechamento de espaços; retração anterior de dois passos e retração de massa foram usadas em dois pacientes adultos que tinham uma protrusão bimaxilar e foram tratados com extrações de quatro pré-molares e terapia com aparelho ortodôntico fixo. Ambos os pacientes apresentavam má oclusão dentária de classe I e o mesmo sintoma principal, que era lábios protrusivos. Os dentes anteriores foram retraídos por retração em duas etapas; Deslizamento canino seguido de retração dos incisivos com arco *T-loop* no primeiro paciente e retração da massa com arco *T-loop* de liga de beta-titânio no segundo caso. Ao final do tratamento, obtiveram bom equilíbrio e harmonia labial com manutenção das relações de Classe I. O resultado do tratamento foi semelhante nos dois pacientes com controle de ancoragem semelhante. Concluíram que ER poderia ser uma alternativa aceitável para TSR durante o fechamento do espaço, pois era esteticamente mais aceitável. No entanto, isso exigiria flexão e posicionamento precisos do T-loop.

KATONA, ISIKBAY & CHEN (2014) mediram os efeitos de flexões de primeira e segunda ordem nas forças e momentos produzidos por um arco de fechamento com alça em T comercialmente disponível. Eles montaram um caso simulado de fechamento de espaço tipodonte em um medidor de força ortodôntico. Eles colocaram dezesseis combinações de curvas nos arcos, que então ativaram usando procedimentos clínicos padrão. Em cada ativação, eles mediram

simultaneamente todos os três componentes de força e três componentes de momento no incisivo lateral superior esquerdo e canino. As dobras de primeira e segunda ordem mostraram efeitos de acoplamento de baixa carga quando usadas independentemente, mas os sistemas de carregamento se tornaram imprevisíveis quando as dobras foram combinadas. As dobras afetaram as magnitudes e direções das forças e momentos que são aplicados aos dentes. As relações momento-força resultantes foram sensíveis à flexão. Eles estabeleceram que as dobras alteravam os sistemas de carga ortodôntica; no entanto, as interações tridimensionais produziram compensações complexas e imprevisíveis.

TOMINAGA, *et al.* (2014) compararam o efeito do braço de força nos movimentos dos dentes anteriores com diferentes dimensões de braquetes e ranhuras do arco. Eles usaram um método tridimensional de elementos finitos para simular a retração de massa de dentes anteriores na mecânica de deslizamento. Eles calcularam os deslocamentos dos incisivos centrais superiores e a deformação do arco ao aplicar forças de retração de diferentes comprimentos de braços de força. Quando eles engancharam um arco de 0,017 x 0,022 polegadas no slot do braquete de 0,018 polegadas, eles obtiveram movimento incisivo no corpo com um braço de força de 9,1mm de comprimento. Quando um sistema de slot de 0,022 polegadas foi acoplado a um arco de 0,019 x 0,025 polegadas, eles observaram movimento no corpo com um comprimento de braço de força de 11,6mm. Eles determinaram que o conjunto arco/braquete tem um impacto marcante no movimento dentário anterior. A aplicação efetiva de torque nos dentes anteriores torna-se clinicamente difícil na mecânica de deslizamento combinada com braços de força quando a folga do arco/braquete é grande.

UPADHYAY, YADAV & NANDA (2014) revisaram a mecânica envolvida na retração dentária anterior com ancoragem assistida por mini implante. Eles tentaram sintetizar as informações disponíveis na literatura e apresentá-las de uma forma que fosse facilmente compreensível do ponto de vista clínico. Eles discutiram as diferenças fundamentais da retração de incisivos suportados por mini implantes em comparação com as técnicas convencionais, os fatores mecânicos que afetam esse processo e forneceram uma análise passo a passo da retração dos incisivos. Além disso, eles discutiram vários modelos de fechamento de espaço que evoluíram através de uma avaliação cuidadosa de experimentos *in vitro* e *in vivo*. Eles

resumiram que os MIs eram uma das melhores modalidades para manter uma âncora "absoluta". No entanto, por si só não garantiram uma retração bem definida e controlada dos dentes anteriores. Os efeitos colaterais eram prováveis de ocorrer. Compreender os fundamentos do fechamento de espaços por meio da mecânica de deslizamento pode ajudar a evitar esses efeitos colaterais não intencionais. A linha de aplicação da força, a quantidade de força, o decaimento e a constância da força, a folga entre o arco e o braquete e a deflexão do arco (regulada principalmente pelas propriedades do arco) são fatores críticos no controle retração do incisivo com uma ancoragem suportada pelo MI. Eles concluíram que era imperativo regular esses fatores para minimizar o desvio do arco de efeitos colaterais indesejados, incluindo perda de controle de torque nos incisivos, resultando em uma mordida profunda e/ou mordida lateral aberta causada pela inclinação dos incisivos. e forças de fricção/*binding* aumentadas que fazem com que o movimento do dente pare ou diminua. Eles propuseram vários modelos que descreviam a retração dos incisivos. Essas sugestões foram o culminar de muitas pesquisas publicadas na literatura sobre mecânica de deslizamento e interpretações teóricas das leis mecânicas que orientam o movimento dentário, conforme entendido na Universidade de Connecticut.

SONGRA, *et al.* (2014) compararam o tempo necessário para o alinhamento inicial e fechamento do espaço de extração com braquetes convencionais e braquetes autoligados ativos e passivos. Randomizados 100 pacientes adolescentes de 11 a 18 anos que foram submetidos a tratamento com aparelhos fixos maxilares e mandibulares após extração de 4 pré-molares com estratificação de 2 faixas etárias (11-14 e 15-18 anos) e 3 ângulos do plano maxilomandibular (alto, médio e baixa) com uma proporção de alocação de 1:2:2. As restrições foram aplicadas usando um tamanho de bloco de 10. A atribuição foi para 1 de 3 grupos de tratamento: braquetes convencionais, braquetes autoligados ativos ou braquetes autoligados passivos. Todos os indivíduos foram tratados com a mesma sequência de arcos e mecanismos de fechamento de espaço em um hospital geral distrital. O teste foi um projeto paralelo de 3 braços. O alinhamento do segmento labial e o fechamento do espaço foram medidos em moldes de estudo tirados a cada 12 semanas durante o tratamento. Todas as medidas foram realizadas por um operador que desconhecia o tipo de braquete. Os pacientes e

demais operadores não desconheciam o tipo de braquete durante o tratamento. Noventa e oito pacientes foram acompanhados até o término do tratamento (convencional, n=20; braquetes autoligados ativos, n=37; braquetes autoligados passivos, n=41). Os dados foram analisados usando modelos lineares mistos e demonstraram um efeito significativo do tipo de braquete no tempo de alinhamento inicial ($P=0,001$), que foi menor com braquetes convencionais do que com qualquer um dos braquetes autoligados. O ajuste de Sidak não mostrou diferença significativa no tamanho do efeito (a diferença na resposta média em milímetros) entre braquetes autoligados ativos e passivos (os resultados são apresentados como tamanho do efeito, intervalos de confiança de 95%, odds e coeficientes de correlação intraclass) (-0,42 [-1,32, 0,48], 0,600, 0,15), mas o grupo convencional foi significativamente diferente de ambos (-1,98 [-3,19, -0,76], 0,001, 0,15; e -1,56 [-2,79, -0,32], 0,001, 0,15). Não houve diferença estatisticamente significativa entre nenhum dos 3 tipos de braquetes em relação ao fechamento dos espaços. Os tempos de fechamento de espaço foram menores na mandíbula, exceto para o braquete Damon 3MX (Ormco, Orange, Califórnia), onde os tempos de fechamento de espaço ativo e total foram menores na maxila. Nenhum evento adverso registrado no estudo. Eles descobriram que o tempo para o alinhamento inicial foi significativamente menor para braquetes convencionais do que para braquetes autoligados ativos ou passivos. Não houve diferenças estatisticamente significativas nos tempos de fechamento passivo, ativo ou total do espaço entre os 3 braquetes investigados.

REASCO, CRUZ & CALDERÓN (2014) realizou uma revisão bibliográfica dos últimos 6 anos (2008-2014), sobre a situação em relação ao fechamento de espaços em mecânica com atrito. Eles analisaram as variáveis que afetam a mecânica do atrito: fatores físicos, mecânicos e biológicos, bem como a terapêutica no fechamento de espaços. Ressaltaram que seu manejo clínico era de especial importância, para evitar efeitos colaterais como inclinações indesejadas, intrusões, extrusões, reabsorções radiculares, perda de ancoragem no setor posterior. e que era importante aplicar a biomecânica ideal para fechamento de espaços, Considerando a força ideal para retração, atração ou fechamento recíproco dependendo de cada caso, através de um diagnóstico clínico e radiográfico minucioso, determine o tipo de má oclusão e os problemas esqueléticos presentes: apinhamento moderado, severo, biprotrusão, sobressaliência aumentada,

camuflagem ortodôntica, descompensação dentária para casos cirúrgicos, perda dentária por cárie ou trauma, considerando a necessidade de cada caso, a técnica utilizada foi levada em consideração: sistemas convencionais ou autoligáveis, tipo de ancoragem e mecânica de fechamento dos espaços com fricção, importantes para atender aos objetivos do tratamento ortodôntico, individualizando cada caso conforme a necessidade. Concluíram que: a resistência ao deslizamento em ortodontia foi multifatorial; o atrito foi diretamente influenciado pelos tipos de materiais utilizados e afetou a eficiência da movimentação ortodôntica; variáveis biológicas que influenciam o atrito parecem ter sido negligenciadas pelos ortodontistas; Fatores simples, como o acúmulo de resíduos na superfície do fio e a biodegradação do braquete registrada após o uso intraoral, podem ser tão importantes quanto o tipo de material utilizado quando se considera o atrito em ortodontia; a presença de fricção foi desfavorável em muitas situações clínicas. No entanto, pode ser muito importante em outros; a posição do micro implante e dos braços de força influenciou na inclinação dos incisivos na mecânica de deslizamento; as ligaduras elásticas produzem mais atrito do que as ligaduras metálicas em arcos leves, exceto as ligaduras elastoméricas Leone para sistemas convencionais não produzem atrito em arcos leves; o sistema autoligado passivo produz menos atrito que o sistema autoligado ativo e os sistemas convencionais; um mecanismo de deslizamento com auxílio de micro implantes para retração do setor anterior é melhor do que o uso de molas no nível do molar, pois produz perda de ancoragem posterior; a retração da massa para fechamento do espaço é melhor que 2 passos (primeiro trazendo o canino e depois os incisivos) pois pode produzir maior inclinação e maior grau de reabsorção nos incisivos laterais e por fim, a aplicação local de zoledronato bifosfonato foi suficiente para proporcionar máxima ancoragem no fechamento dos espaços de extração, também preveniu a perda óssea periodontal severa no local da extração, não está associada à osteonecrose.

VINAY, *et al.* (2014) compararam e avaliaram o efeito da ligadura no atrito na mecânica de deslizamento usando um braquete de ranhura de 0,022" na condição seca. No estudo, eles testaram 48 combinações de braquetes, fios e diferentes técnicas de ligadura para fornecer a melhor combinação que oferecesse o menor atrito durante a mecânica de deslizamento. Eles utilizaram a máquina Instron-4467 para avaliar os valores de força de atrito estático e cinético e os resultados

foram submetidos à Análise Estatística e teste anova. Os resultados do estudo mostraram que braquetes de metal de 0,022", arcos de aço inoxidável e módulos *Slick* forneceram a resistência ao atrito ideal para a mecânica de deslizamento. Observou-se que as forças de atrito do arco de aço inoxidável de 0,019 x 0,025" foram maiores em relação a 0,016 x 0,022" devido ao aumento da dimensão. Os braquetes autoligados ofereceram o menor atrito, seguidos por mini twin, força variável, aço inoxidável regular, cerâmica com inserto de metal e braquetes cerâmicos. A ligadura de aço inoxidável ofereceu menor resistência do que a ligadura modular cinza, e os fios de TMA tiveram o maior atrito. Eles concluíram que o arco de aço inoxidável de dimensão 0,019 x 0,025" é o preferido durante a mecânica de deslizamento, esses arcos com braquetes de força variável vinculados aos módulos *Slick* ofereciam atrito reduzido e eram uma combinação econômica que poderia ser usada durante a mecânica de deslizamento.

CHAUDHARI & TARVADE (2015) compararam a eficácia clínica da mola helicoidal fechada de níquel titânio (NiTi) e da corrente elastomérica na taxa de fechamento do espaço em termos de retração anterior e perda de ancoragem. Um total de 40 pacientes com extração de primeiros pré-molares foram divididos aleatoriamente em dois grupos para fechamento de espaços. O grupo 1 foi composto por 20 pacientes nos quais o fechamento do espaço foi realizado com molas de NiTi helicoidais fechadas, enquanto o grupo 2 foi composto por 20 pacientes com uma cadeia elastomérica. Eles mediram a quantidade de retração anterior, perda de ancoragem e taxa de fechamento do espaço antes do início da retração e ao final de 4 meses clínica e radiograficamente. As observações obtidas no estudo foram submetidas à análise estatística, a fim de obter sua interpretação. Todas as variáveis qualitativas foram comparadas pelo teste exato de Fisher. Todas as variáveis quantitativas foram descritas por média \pm desvio padrão e comparadas pelo teste t para dados não pareados. $P < 0,05$ foi considerado significativo. O teste t para dados não pareados, quando aplicado, revelou que houve uma taxa mais rápida de fechamento do espaço com molas helicoidais de NiTi fechadas em comparação com a cadeia elastomérica. Além disso, a perda de ancoragem foi maior com as molas de NiTi em comparação com a cadeia elastomérica. Eles determinaram que os resultados deste estudo demonstraram um fechamento mais rápido do espaço (com retração anterior) juntamente com uma perda de ancoragem

significativa que foi alcançada usando molas helicoidais fechadas de NiTi em comparação com a cadeia elastomérica.

McLAUGHLIN & BENNETT (2015) publicaram um artigo no qual apresentaram uma visão geral de 40 anos de experiência com mecânica de tratamento e design de aparelhos contemporâneos. Eles indicaram que, felizmente, devido ao ligamento periodontal e à biologia óssea, os dentes se moviam em todas as direções. Alguns desses movimentos foram positivos e benéficos para o paciente, outros não. Portanto, havia muitas ideias sobre como mover e como não mover os dentes. Inúmeros métodos de mecânica de tratamento foram desenvolvidos e a experiência com eles levou a muitos desenhos diferentes de aparelhos. Este foi o padrão ao longo da história ortodôntica. Os médicos estabeleceram suas ideias sobre a mecânica do tratamento e então desenvolveram ou usaram dispositivos para complementar sua mecânica. Com essas observações em mente, era importante esclarecer que este artigo não tinha a intenção de criticar o que outros fizeram com aparelhos, porque a mecânica havia orientado muitas de suas decisões. Em vez disso, ele olhou para o caminho que eles escolheram e como a mecânica conduziu as modificações de seus dispositivos. Eles concluíram que houve muitas mudanças no design do aparelho desde que os aparelhos *Edgewise* e *Begg* foram projetados. Isso abriu o potencial para tratamentos muito mais eficientes com resultados de maior qualidade. Eles determinaram que a atenção ao diagnóstico e planejamento do tratamento, colocação de braquetes e mecânica eficiente poderiam melhorar os resultados juntamente com essas melhorias no aparelho.

MORENO, *et al.* (2015) realizaram uma revisão de literatura incluindo 22 artigos publicados entre os anos de 1970 e 2013, com o objetivo de abordar o desenho e as diferentes alternativas de alças que são confeccionadas durante o tratamento ortodôntico, e as implicações que elas geram com relação à biomecânica do movimento que implica, eles também procuraram entender a base da biomecânica do fechamento de espaços que levaria a uma melhor capacidade de determinar as opções de tratamento. Eles concluíram que o controle de um sistema de forças aplicado a um dente ou grupo de dentes foi um dos principais desafios biomecânicos no fechamento de espaços de extração em ortodontia, o planejamento do tratamento ortodôntico deve ser focado em considerar o tipo de problema do paciente e seu bem-estar; muitos fatores tiveram que ser considerados ao

determinar a necessidade de uma extração. Alças adequadamente desenhados que promovem um tipo de força mais contínuo, além de sua posição, são características essenciais do fechamento controlado do espaço. Determinaram que era necessária uma mecânica adequada para o fechamento dos espaços e assim atingir os objetivos e resultados desejados do tratamento e, por fim, indicaram que é importante que do ponto de vista do sistema de força biomecânico, a técnica que será utilizada para o fechamento de espaços deve ser analisada, pois isso aumentou a consciência de possíveis efeitos secundários ou indesejáveis dos movimentos dentários.

RIBEIRO & JACOB (2016) realizaram um artigo baseado em 41 publicações (1962-2913) em que discutiram vários aspectos teóricos e métodos de fechamento de espaços baseados em conceitos biomecânicos. Eles mencionaram que o fechamento de espaços é um dos processos mais desafiadores em Ortodontia e exigia uma forte compreensão da biomecânica para evitar efeitos colaterais indesejáveis. Eles afirmaram que a compreensão da base biomecânica do fechamento do espaço permitiu que os médicos determinassem melhor as opções de ancoragem e tratamento. Apesar da variedade de designs de aparelhos, o fechamento do espaço pode ser realizado por mecânica friccional ou sem fricção, e cada técnica tem suas vantagens e desvantagens. A mecânica de atrito ou mecânica de deslizamento era atraente em sua simplicidade; o local do espaço é fechado com elásticos ou molas helicoidais para fornecer resistência e os braquetes deslizam sobre o fio ortodôntico. Por outro lado, a mecânica sem atrito utiliza arcos com alças para gerar força e assim fechar o local do espaço, permitindo momentos diferenciais nas unidades ativas e reativas, levando a um controle de ancoragem menor ou maior, dependendo da situação. Por fim, eles resumiram que não havia um método melhor para fechar espaços e que algumas situações exigiam algumas técnicas em detrimento de outras, podendo o ortodontista ter suas próprias preferências. Qualquer que fosse o método utilizado, uma boa compreensão da biomecânica era essencial.

KUMAR, *et al.* (2016) avaliaram as forças de atrito geradas por cinco braquetes ortodônticos diferentes quando usados em combinação com fios de aço inoxidável, liga de titânio-molibdênio e níquel-titânio sob condições secas em temperatura fisiológica. Eles usaram cinco tipos diferentes de braquetes autoligados

maxilares direitos (Damon 3MX, Smart Clip e Carriere LX) e braquetes convencionais SS (Mini 2000, Optimum Series e Victory Series) com um tamanho de slot de 0,022 polegadas juntamente com 0,016" NiTi e 0,019 × 0,025" SS / Titânio Molibdênio Alloy (TMA). Eles realizaram os testes para cada grupo da combinação de braquetes e fios em temperatura fisiológica e em estado seco. As forças de atrito foram medidas com a Instron Universal Testing Machine. O SLB apresentou valores de atrito mais baixos em comparação com as ligaduras elásticas. A força de atrito aumentou proporcionalmente ao tamanho do arco; os arcos TMA e NiTi apresentaram maior resistência ao atrito do que os arcos SS. Eles concluíram que braquetes SS fixados com ligaduras convencionais produziram alto e baixo atrito quando ligados com SLB de clipe passivo.

NORMAN, WORTHINGTON & CHADWICK (2016) compararam o desempenho clínico de molas de níquel titânio versus aço inoxidável durante o fechamento de espaços ortodônticos. Eles conduziram um ensaio clínico randomizado de grupos paralelos de dois centros. Quarenta pacientes ortodônticos que necessitavam de tratamento com aparelho fixo foram inscritos, cada um dos quais foi randomizado em grupos NiTi (n=19) ou SS (n=21). Os modelos de estudo foram feitos no início da fase de fechamento dos espaços (T_0) e após a finalização do fechamento dos espaços (T_1). A taxa de fechamento de espaço alcançada para cada paciente foi calculada tomando uma medida média da ponta do canino até o sulco méso-vestibular no primeiro molar permanente em cada quadrante. O estudo foi encerrado antecipadamente devido a limitações de tempo. Apenas 30 pacientes completaram, 15 em cada grupo de estudo. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as quantidades de espaço fechado (diferença média de 0,17mm (IC 95% -0,99 a 1,34, $P=0,76$)). A taxa média de fechamento de espaço para molas helicoidais de NiTi foi de 0,58mm/4 semanas (SD 0,24) e 0,85mm/4 semanas (SD 0,36) para molas de aço inoxidável. Houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos ($P=0,024$), a favor das molas de aço inoxidável, quando comparados os valores médios por paciente. Eles determinaram que o estudo mostrou que as molas de aço inoxidável são clinicamente eficazes; e que essas molas produziram tanto fechamento do espaço quanto suas rivais mais caras, as molas de NiTi.

EVANS, *et al.* (2017) avaliaram se a cadeia elastomérica inalterada poderia continuar a mover os dentes por 16 semanas e relacionaram isso com a quantidade de força restante para o mesmo lote de cadeias elastoméricas. A parte *in vivo* do estudo teve uma amostra de 30 locais de espaço de extração correspondentes de 22 indivíduos que foram medidos para fechamento de espaço a cada 28 dias. A cadeia elastomérica do lado alterado serviu como controle e foi substituída em intervalos de 28 dias, enquanto o lado experimental permaneceu inalterado. Na parte *in vitro* do estudo, eles colocaram 100 segmentos cada um de 2 e 3 unidades do mesmo lote de cadeias elastoméricas em banho-maria e mediram a força para 20 de cada comprimento de segmento nos pontos de medição aos 28 dias. Quantidades estatisticamente significativas de fechamento de espaço ocorreram nos locais alterados e inalterados em todos os pontos de tempo de medição. O fechamento médio do espaço nos sítios alterados foi minimamente maior do que o observado nos sítios não perturbados pareados. As diferenças médias no fechamento do espaço entre os locais alterados e inalterados variaram de um mínimo de -0,05mm em 4 semanas a um máximo de -0,14mm em 8 semanas. A resistência da cadeia elastomérica degradou-se rapidamente às 4 semanas, mas continuou com uma diminuição gradual da resistência para 86g às 16 semanas. Eles estabeleceram que a cadeia elastomérica inalterada continuou a mover os dentes para os espaços de extração por 16 semanas naquela amostra estatisticamente e clinicamente significativa. Houve diferenças mínimas e estatisticamente insignificantes nas medidas médias de fechamento de espaço entre os locais pareados alterados e inalterados. A força da cadeia elastomérica em 16 semanas foi inferior a 100 g, no entanto, ao mesmo tempo, os dentes continuaram a se mover clinicamente.

MOHAMMED, *et al.* (2017) explorou a eficácia das molas de fechamento de níquel titânio (NiTi-CS) e cadeias de energia elastoméricas no fechamento do espaço ortodôntico e avaliou os efeitos adversos periodontais, custo-benefício e resultados centrados no paciente entre os dois métodos. Eles realizaram uma busca eletrônica de bancos de dados online (*Cochrane Central Register of Controlled Trials* (CENTRAL)), MEDLINE, EMBASE, Scopus, LILACS e Web of Science), listas de referências e literatura cinzenta, bem como busca manual sem restrição de idioma até novembro/2017. Dois autores cegos e duplicados participaram da seleção dos

estudos, avaliação da qualidade e extração de dados. Apenas ensaios clínicos randomizados foram incluídos. A qualidade do estudo foi avaliada usando a ferramenta de risco de viés da Colaboração Cochrane. Eles calcularam intervalos de confiança de 95% e diferenças médias para dados contínuos. Eles realizaram uma meta-análise que gerou um modelo de efeitos aleatórios para resultados comparáveis e mediu a heterogeneidade usando a estatística I². Dos 187 registros, 4 ECRs atenderam aos critérios e foram incluídos na síntese quantitativa com 290 quadrantes de teste. Eles observaram fechamento de espaço mais rápido com NiTi-CS com diferença média de (0,20mm/mês, IC 95% 0,12 a 0,28). A perda de ancoragem pareceu ser semelhante em ambos os grupos quando sintetizada qualitativamente. Com exceção da perda de ancoragem, os desfechos secundários não puderam ser investigados nos estudos incluídos. Eles concluíram que havia evidências de qualidade moderada sugerindo fechamento de espaço ortodôntico mais rápido com NiTi-CS em comparação com EPC. Eles observaram uma quantidade comparável de perda de ancoragem, independentemente do método usado para fechar o espaço. Eles recomendaram mais ECRs de alta qualidade com grupos paralelos, relatando efeitos adversos e valores centrados no paciente.

VIECILLI & FREITAS (2018) revisaram a literatura sobre os sistemas de força liberados por diferentes conformações da alça em T, de acordo com o tipo de ancoragem e as principais características e fatores que as influenciam. Ao comparar os estudos, perceberam a necessidade de padronização na metodologia para modelar as alças, em relação às variáveis que influenciam o sistema de forças. A maioria dos estudos experimentais com essa alça não relatou o movimento vertical, nem os passos e ângulos que ocorrem nos braquetes. Estudos clínicos obtiveram resultados mais variáveis em relação às forças de atuação vertical, considerando a influência da mastigação. Eles concluíram que havia um grande potencial para estudos futuros com esse tipo de alça, especialmente usando ligas de níquel-titânio, a fim de obter movimento translacional puro e sem atrito com níveis de força ótimos e constantes.

KAWAMURA & TAMAYA (2019) realizaram um estudo com o objetivo de elucidar como e por que o tamanho do arco afetou a movimentação dentária na mecânica de deslizamento com miniparafusos em longo prazo. Eles simularam movimentos dentários ortodônticos de longo prazo com base em uma lei de

remodelação óssea alveolar usando um método de elementos finitos, no qual o braquete girava livremente dentro de um espaço livre (um jogo) da ranhura do braquete. Tamanho do arco alterado para 0,021, 0,018 e 0,016 polegadas. Para o braquete de 0,022 polegadas. A inclinação da coroa lingual e a extrusão dos incisivos aumentaram com a diminuição do tamanho do arco. Os movimentos dentários posteriores foram aproximadamente os mesmos, independentemente do tamanho do arco. Eles determinaram que, à medida que o tamanho do arco diminuía, a folga entre o arco e o braquete, bem como a deformação elástica do arco, resultava na inclinação lingual dos incisivos. Esta inclinação levou à extrusão dos incisivos.

DAVIS, SUNDARESWARAN & JAMES (2019) compararam a eficiência da retração canina usando molas de retração Marcotte e alças em T modificadas. Vinte e quatro indivíduos com um plano de tratamento que incluía extrações bilaterais dos primeiros pré-molares superiores foram incluídos no estudo. Eles usaram um design de boca dividida para atribuir aleatoriamente quadrantes opostos à mola Marcotte modificada ou ao T-loop para retração canina. Eles usaram radiografias e modelos cefalométricos para medir a taxa de retração dos caninos (desfecho primário) e comparar as mudanças angulares/rotacionais nos caninos e a perda de ancoragem nos molares (desfechos secundários) após a retração. A avaliação subjetiva de dor e desconforto foi comparada usando uma escala visual analógica. Eles usaram testes t pareados e independentes para avaliar as mudanças. Eles descobriram que a quantidade média e a taxa de retração canina foram significativamente maiores para MS ($3,56 \pm 0,696\text{mm}$ e $1,188 \pm 0,232\text{mm}$, respectivamente) em comparação com TLS ($2,125 \pm 0,472\text{mm}$ e $0,71 \pm 0,157\text{mm}$, respectivamente). A rotação distopalatal canina também foi significativamente menor para MS ($2,42^\circ \pm 1,868^\circ$) do que TLS ($5,65^\circ \pm 2,84^\circ$, $P < 0,001$). No entanto, a quantidade de perda de ancoragem e inclinação dos caninos foram significativamente maiores para MS. Valores mais altos estatisticamente significativos no escore VAS para TLS indicaram maior desconforto. Eles concluíram que o MS exibiu uma maior taxa de retração e controle rotacional em comparação com o TLS durante a retração seccional dos caninos. O conforto do paciente foi melhor para MS, conforme demonstrado pelos escores VAS. No entanto, a

quantidade de inclinação e perda de âncora obtida com MS foi significativamente maior do que com TLS.

GÓMEZ-GÓMEZ, *et al.* (2019) compararam a força de atrito resultante da interface braquete/fio e o estresse na interface raiz/ligamento periodontal/osso, entre braquetes autoligados passivos e braquetes ligados convencionalmente, durante a etapa de fechamento do espaço. A tomografia de feixe cônico foi realizada em um paciente que necessitou de extração dos primeiros pré-molares superiores e sistema de autoligação passiva; três meses após sua ativação, uma tomografia de feixe cônico foi realizada novamente. Os desenhos do osso maxilar e de todo o sistema foram possíveis através de imagens tomográficas e fotografias estereomicroscópicas. Eles conseguiram a validação do método dos elementos finitos comparando a quantidade de movimento visto através de imagens de tomografia e FEM. Eles simularam o fechamento do espaço para cada sistema através do FEM e compararam a força de atrito na interface braquete/arco e na interface raiz/ligamento periodontal/osso. A representação mais significativa da força de atrito na interface braquete/fio e estresse ósseo foi encontrada no sistema ligado convencionalmente, enquanto o sistema autoligado passivo representou a maior distribuição de estresse na raiz. Eles determinaram que o FEM era uma ferramenta precisa usada para quantificar a força de atrito e a concentração de estresse durante o fechamento ortodôntico. O sistema autoligado passivo apresentou menor atrito durante o estado fechado em relação aos braquetes convencionais.

GENG, *et al.* (2019) examinaram o efeito do uso clínico tanto na retenção de força quanto na desativação de molas fechadas de níquel-titânio em um estudo de 16 semanas. As curvas de força-ativação para molas de NiTi foram determinadas antes e após o uso clínico. Eles examinaram a taxa de movimento dentário e o pico de força, a histerese entre ativação e desativação e a força média de platô de desativação e os correlacionaram em função de 4, 8, 12 e 16 semanas de desativação. Para recuperar as propriedades de resistência, as molas foram tratadas termicamente a 100°C e os resultados foram comparados com dados anteriores. Eles analisaram um total de 36 molas. A perda de MF após o uso foi de 60, 74, 55 e 48g para as molas de 4, 8, 12 e 16 semanas, respectivamente. O tratamento térmico teve pouco efeito sobre a MF. O uso clínico reduziu a histerese em uma média de 180 g*mm em comparação com os dados de uso pré-clínico, e o

tratamento térmico aumentou a histerese em uma média de 59 g*mm em relação aos dados de teste pós-clínicos. O MDF foi nominalmente 100g menor que o MF. Os dentes movimentaram aproximadamente 1mm/mês, independente da perda de força. Eles concluíram que a perda de MF e a diminuição de MDF não eram dependentes do tempo. O tratamento térmico foi capaz de recuperar parcialmente as propriedades mecânicas das molas utilizadas.

SCHNEIDER, *et al.* (2019) compararam o tempo de fechamento dos espaços de extração entre a retração em massa e a retração em dois passos. Quarenta e oito pacientes com protrusão bimaxilar foram tratados com extração de quatro primeiros pré-molares. Todos os pacientes foram aleatoriamente designados para um dos dois grupos: ER (n=24) ou RRT (n=24). O principal resultado foi o tempo necessário para fechar os espaços entre o ER e o TSR; o tempo de fechamento dos espaços entre mulheres e homens foi um resultado secundário. Eles mediram o tamanho dos pré-molares nos moldes e coletaram os dados dos prontuários nos seguintes momentos: data de início da retração (T_1) e data de término do fechamento do espaço (T_2). Eles calcularam o tempo total para fechar os espaços de extração para cada pré-molar extraído (T_1 a T_2). Utilizaram o método de Kaplan Meier e o teste Log-Rank para comparar os grupos. O tempo de fechamento dos espaços de extração apresentou diferenças significativas entre os grupos ER e TSR. Enquanto o ER levou entre 12,1 e 13,8 meses, o TSR levou entre 24,7 e 26,8 meses. O grupo TSR apresentou diferença significativa entre os sexos; pacientes do sexo masculino levaram 5,5 meses a mais do que pacientes do sexo feminino para fechar os espaços de extração. Eles estabeleceram que o TSR demorou entre 1,8 e 2,2 vezes mais do que o ER para fechar os espaços de extração e levou mais tempo nos homens do que nas mulheres.

GNANESWAR & SRIDHAR (2020) compararam a quantidade de fechamento de espaço e perda de ancoragem molar entre um conjunto de fios retangulares [fio retangular convencional, 0,019" x 0,025" SS (G&H *Orthodontics* Franklin, IN, EUA)] e um conjunto de fios com duas dimensões [fios de geometria dupla 0,021" x 0,021" x 0,018" SS (SPEED *System Orthodontics*, Cambridge Ontario, Canadá)] durante a retração do mini implante. Quarenta pacientes foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos (n=20). Pacientes com fios retangulares formaram o grupo controle e aqueles com fios bidimensionais formaram o grupo experimental.

Para a retração, utilizaram mini implantes de NiTi e molas helicoidais. Eles realizaram análises de modelo e cefalometria para calcular a quantidade de fechamento de espaço e perda de ancoragem, antes e quatro meses após o estudo. A significância estatística foi estabelecida em $P < 0,05$. A quantidade média de espaço fechado foi maior com DDW (3,98mm) do que com fio retangular (3,22mm). A diferença era estatisticamente significativa. Eles não encontraram diferenças significativas com a perda de ancoragem. Eles determinaram que o DDW poderia ser usado como alternativa aos fios retangulares durante a retração do mini implante; no entanto, não poderia substituir completamente os arcos retangulares. O controle de ancoragem foi eficaz com ambos os fios.

TIAN, *et al.* (2020) realizaram uma busca sistemática de artigos publicados antes de 30 de junho de 2019 em cinco bases de dados eletrônicas (PubMed, Embase, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Web of Science, Scopus) com o objetivo de avaliar a eficácia da ancoragem ortodôntica temporária na retração de caninos durante a técnica de duas etapas. Eles avaliaram o risco de viés usando a ferramenta Cochrane Risk of Bias Tool for Randomized Controlled Trials e a ferramenta Risk of Bias in Nonrandomized Studies of Interventions (ROBINS-I) for Controlled Clinical Trials. Para avaliação da qualidade, eles usaram a abordagem de classificação, recomendação, avaliação, desenvolvimento e avaliação (GRADE). Os dados sobre a diferença média no movimento mesial dos molares e o grau de retração dos caninos foram extraídos para análise estatística. Eles analisaram diferenças médias e intervalos de confiança de 95% para dados contínuos. Eles realizaram uma meta-análise usando um modelo de efeitos aleatórios para resultados comparáveis. Eles finalmente incluíram três RCTs e cinco CCTs. A metanálise mostrou um aumento significativo não apenas na preservação da ancoragem no grupo de ancoragem do implante tanto na maxila (1,56mm, IC 95% 1,14 a 1,98, $P < 0,00001$) quanto na mandíbula (1,62mm, IC 95% 1,24 a 2,01), $P < 0,00001$), mas também na retração de caninos no grupo de ancoragem do implante tanto na maxila (0,43mm, IC 95% 0,16 a 0,69, $P = 0,001$) quanto na mandíbula (0,26mm, IC 95% 0,02 a 0,49, $P = 0,03$). Eles concluíram que havia evidências de qualidade muito baixa mostrando que a ancoragem do implante era mais eficiente do que a ancoragem convencional durante a retração dos caninos e que mais estudos de alta qualidade eram necessários.

CARO, et al. (2020) fizeram uma revisão da literatura científica sobre fechamento de espaços onde há atrito, descreveram os métodos utilizados nesta técnica e seu mecanismo de ação. Foi realizada revisão bibliográfica em buscadores como MEDLINE, PubMed e SciELO, bem como em livros didáticos e periódicos impressos. A busca foi orientada para artigos referentes ao assunto utilizando como palavras-chave para sua busca: Fechamento de espaços, fricção, biomecânica, mini implantes, retração; foram excluídos os artigos que apresentaram baixo nível de evidência e os que não traziam informações pertinentes ao tema. Os artigos selecionados foram escritos em inglês ou espanhol, 30 artigos foram tomados como referência. Dentro da técnica de fechamento de espaços existem acessórios como microimplantes, molas, ligaduras, eficazes para fechamento de espaços. Concluíram que a mecânica de deslizamento para fechamento de espaços oferece vantagens como estabilidade, facilidade de execução, conforto, segurança e eficácia. A incorporação de novas tecnologias como os mini-implantes melhora o controle e a ancoragem dentária, tornando-se um mecanismo terapêutico eficaz.

BARSOUM, et al. (2021) comparou de forma abrangente a retração canina usando molas helicoidais fechadas de NiTi versus correntes elastoméricas em um estudo controlado randomizado de boca dividida. Os caninos foram utilizados em 64 quadrantes, que foram retraídos aleatoriamente nos espaços de extração dos primeiros pré-molares com molas helicoidais de NiTi fechadas ou cadeias elastoméricas, na maxila e mandíbula. A força de retração foi de 150g. A tomografia computadorizada de feixe cônico e o estudo dos modelos foram obtidos antes do início da retração dos caninos e 6 meses depois. A quantidade média e total de retração canina, rotação canina, inclinação e reabsorção foram avaliadas. Uma escala analógica visual foi usada para avaliar a experiência de dor dos pacientes. Como resultado, eles obtiveram que os dois métodos foram estatisticamente semelhantes para alterações dentárias, taxa de retração canina e reabsorção radicular. No entanto, os pacientes relataram significativamente mais dias de dor com a cadeia elastomérica em comparação com as molas helicoidais de NiTi fechadas. Eles concluíram que dentro das limitações do presente estudo, o uso de molas helicoidais de NiTi fechadas ou correntes elastoméricas como sistemas de entrega de força para retração canina não resultou em diferença significativa na taxa de retração canina, inclinação, rotação ou reabsorção radicular. Em relação à

experiência de dor durante a retração. o uso de cadeias elastoméricas foi mais significativo, mas mais pesquisas foram necessárias.

BADRAN, *et al.* (2022) compararam a dor, desconforto e dificuldade em manter a escovação relatada pelo paciente entre molas helicoidais fechadas de níquel-titânio e cadeia de força elastoméricas quando usadas para fechamento de espaços. Os objetivos secundários foram comparar o controle da placa e a eficiência do fechamento do espaço entre esses dois sistemas de entrega de força. Um total de 48 pacientes que necessitaram de exodontias dos primeiros pré-molares superiores e movimentação distal dos caninos superiores tiveram CS aleatoriamente designados para o lado direito ou esquerdo. Eles aplicaram viés na coleta e análise de dados. Os desfechos primários foram a intensidade da dor medida em uma escala visual analógica, início e duração da dor, desconforto e dificuldade em manter a escovação adequada desde o início da retração canina na linha de base e em 6 e 12 semanas depois. Os desfechos secundários foram pontuações de placa e taxa de fechamento de espaço. Eles obtiveram como resultado que não houve diferenças significativas nos escores médios de dor, início e duração da dor em diferentes momentos. Eles observaram intervalos entre CS e PC. O lado CS foi significativamente menos confortável que o PC ($P, 0,0001$) e mais difícil de manter limpo ($P \frac{1}{4} 0,008$). Não foram observadas diferenças significativas nos escores de placa entre os grupos CS e PC em qualquer intervalo de tempo. CS produziu uma taxa mais rápida de fechamento do espaço do que PC ($P \frac{1}{4} 0,008$). Eles descobriram que o CS foi menos bem tolerado do que o PC pelos pacientes, mas produziu uma média de 0,5mm a mais de movimento do que o PC durante o período de estudo de 12 semanas.

4. DISCUSSÃO

4.1 Técnicas de fechamento de espaços em ortodontia.

Existem duas mecânicas para fechamento de espaços em ortodontia, a mecânica de deslizamento ou com fricção e a mecânica com alças ou sem fricção. De acordo com RHEE, CHUN, ROW (2001), a mecânica com atrito é superior à mecânica sem atrito para controle rotacional e manutenção da dimensão do arco e a mecânica sem atrito é mais eficiente que a mecânica de atrito na redução da angulação e extrusão e não conseguiu estabelecer superioridade entre um método e outro. Os resultados obtidos por HAYASHI, *et al.* (2004) sugeriram que uma força de retração do canino de 1 N ou menos foi mais efetiva não apenas para a mecânica de deslizamento, mas também para a alça de retração. No entanto, a abordagem da mecânica de deslizamento foi superior a alça de retração em relação ao controle de rotação. MITRA, LONDHE, KUMAR (2011) sugeriram que a mecânica de deslizamento, quando aplicada corretamente, é um método eficaz para gerenciar o fechamento dos espaços bimaxilares em casos de protrusão dentoalveolar com melhor controle do movimento dentário em aparelhos MBT 0,022”.

Um estudo realizado no Brasil por MONINI, *et al.* (2013) mostrou que a maioria dos ortodontistas brasileiros costumava realizar o fechamento dos espaços de extração por meio da mecânica de deslizamento. Porém, MCLAGHLIN e BENNET (2015) afirmaram que usando ambas as alternativas, mecânica de alça e mecânica de deslizamento, um paciente com extrações (e sem extrações) poderia ser tratado com objetivos de oclusão ideal e estática em ortodontia. Atenção ao diagnóstico e planejamento do tratamento, posicionamento do braquete e mecânica eficiente podem melhorar o resultado. CHAUDHARI & TARVADE (2015), mencionaram que a biomecânica envolvida na segunda fase do tratamento ortodôntico pode ser mecânica de atrito (retração de massa/mecânica de deslizamento) ou mecânica sem atrito (mecânica de alça). Devido a alguns inconvenientes, como a flexão extensa do fio, a dificuldade em medir a força exata administrada, a dificuldade em medir a relação momento-força e o desconforto causado ao paciente, a mecânica da alça ganhou menos popularidade. Por outro

lado, a mecânica de deslizamento utilizava mínima flexão do fio e, portanto, era mais rápida, oferecia melhor deslizamento do fio pelas ranhuras, e a reativação com essa mecânica era simples e independente de espaço, é por isso que ele ganhou terreno no campo da ortodontia. De acordo com RIBEIRO & JACOB (2016), a mecânica de deslizamento era atrativa por sua simplicidade. No entanto, a eficiência deste método pode ser comprometida devido ao atrito. Era praticamente impossível saber exatamente o sistema de forças devido ao atrito na mecânica do deslizamento. Já na mecânica sem atrito, especialistas faziam alças de fechamento em arco contínuo ou arco segmentado com o objetivo de liberar forças que pudessem produzir o fechamento dos espaços. Os loops forneceram a relação M/F necessária com grande previsibilidade e versatilidade. Eles concluíram que não havia um método melhor para o fechamento dos espaços. Algumas situações exigiam certas técnicas em detrimento de outras e os ortodontistas tinham suas próprias preferências, independente do método utilizado, um bom entendimento da biomecânica era essencial. CARO, *et al.* (2020) indicaram que a mecânica de deslizamento para fechamento de espaços proporcionou vantagens como estabilidade, facilidade de execução, conforto, segurança e eficácia. SEGOVIA (2011) mencionou que o mecanismo de fechamento de espaços por deslizamento era amplamente utilizado e apresentava uma série de vantagens que fundamentaram sua popularidade em relação à mecânica de fechamento com alças. Evitava a aplicação de forças excessivas, não exigia configurações complexas dos arcos, consumia menos tempo e era mais fácil e confortável para determinados pacientes.

4.2 Fechamento do espaço em uma etapa (em massa) ou em 2 etapas (retração canina).

XU, *et al.* (2010) relataram que o deslocamento mesial médio do primeiro molar superior com retração em 2 passos foi ligeiramente maior do que com retração em massa, mas a diferença não atingiu significância estatística. Esse achado pareceu contradizer a crença de muitos clínicos de que a retração canina em 2 passos era mais eficaz do que a retração em massa na prevenção de perda de ancoragem clinicamente significativa. SEGOVIA (2011), determinou que ambas as mecânicas se comportaram de forma semelhante em termos de ancoragem e tempo

de tratamento e não apresentaram vantagens sobre a outra. Portanto, ambos podem ser usados com excelentes resultados. SCHNEIDER, *et al.* (2019) estabeleceram que o TSR demorava entre 1,8 e 2,2 vezes mais que o ER para fechar os espaços de extração e demorava mais nos homens do que nas mulheres. REASCOS, CRUZ e CALDERÓN (2014) determinaram que a retração da massa para fechamento do espaço era melhor do que dois passos, pois este último poderia produzir maior inclinação e maior grau de reabsorção nos incisivos laterais. FELEMBAN, *et al.* (2013) concluíram que ER poderia ser uma alternativa aceitável para TSR durante o fechamento de espaços, pois era esteticamente mais aceitável. No entanto, isso exigiria flexão e posicionamento precisos do T-loop.

4.3 Fechamento de espaços com atrito, fatores influenciadores.

BURROW (2009) indicou que o atrito não era o maior componente de resistência à mecânica de deslizamento no tratamento clínico, e que o *binding* produzida entre o arco e os cantos dos braquetes era muito mais importante do que se pensava, e o *notching* do arco, poderia parar temporariamente o movimento, assim, ele concluiu que a resistência ao movimento do corpo na mecânica do deslizamento tinha pouco a ver com o atrito e mais a ver com o fenômeno de união e liberação. SEGOVIA (2011) citou que o atrito, juntamente o *binding* e o *notching*, são as variáveis que influenciam no deslizamento e concluiu que o baixo atrito não foi um fator determinante no fechamento do espaço, mas sim a biologia dentária.

PACHECO, JANSEN, OLIVEIRA (2012) citam que a resistência ao deslizamento em Ortodontia é multifatorial e influenciada diretamente pelo tipo de material utilizado e afeta a eficiência da movimentação ortodôntica. Fatores tão simples como o acúmulo de detritos na superfície do arco e a biodegradação do braquete foram tão importantes quanto o material utilizado quando o atrito foi considerado.

De acordo com RIBEIRO & JACOB (2016), existem vários fatores que podem estar relacionados ao atrito, incluindo dimensão da ranhura do braquete, composição do braquete, tamanho e composição do fio, método de ligação entre

braquete e fio, distância entre braquetes e movimento relativo da interface braquete-arco.

4.3.1 Tipos de braquetes e ligaduras.

Há uma diferença de opinião sobre se os braquetes autoligados seriam ou não mais eficazes na etapa de fechamento de espaço. É assim que MILES (2007) não encontrou diferença significativa na taxa de fechamento do espaço em massa entre braquetes passivos SmartClip e braquetes gêmeos convencionais amarrados com ligaduras de aço inoxidável. Por sua vez, MEZOMO, *et al.* (2011) indicaram que a movimentação distal dos caninos superiores e a perda de ancoragem dos primeiros molares foram semelhantes com braquetes convencionais e autoligados. A rotação dos caninos superiores durante a mecânica de deslizamento foi minimizada com braquetes autoligados. SAPORITO, *et al.* (2011) estabeleceram que não houve diferença significativa na eficiência do fechamento dos espaços entre braquetes autoligados e braquetes convencionais ligados com ligaduras metálicas.

WONG, *et al.* (2013) compararam a quantidade de fechamento de espaço com diferentes métodos de ligadura (braquetes edgewise convencionais pré-ajustados e ligaduras elastoméricas; braquetes edgewise convencionais e ligaduras elastoméricas de baixo atrito Super Slick H; braquetes autoligados passivos Damon), finalmente, eles não puderam verificar a hipótese de que a redução do atrito por meio da modificação da interface braquete/ligadura aumenta a taxa de fechamento do espaço e que o principal determinante da movimentação ortodôntica provavelmente seria a resposta individual do paciente. Da mesma forma, SONGRA, *et al.* (2014) estudaram 3 tipos de braquetes e determinaram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os aparelhos convencionais, autoligados passivos e autoligados ativos no tempo total de fechamento do espaço. Por outro lado, GÓMEZ-GÓMEZ, *et al.* (2019), concluíram que o sistema autoligado passivo gerou menos atrito durante a etapa de fechamento em comparação aos braquetes convencionais.

HAIN, DHOPATKAR, ROCK (2006) estudaram seis métodos de ligadura (regular não revestido, liso (revestido), prata convencional, *easy-to-tie*, impregnado com silicone e módulo de prata padrão) e dois braquetes autoligados, eles

descobriram que o sistema de braquetes autoligados Damon 2 produziu menos ao atrito do que outros métodos de ligadura, seguidos de módulos revestidos, além disso, não houve diferença entre a resistência ao atrito dos braquetes com ligaduras tradicionais revestidas, impregnados de silicone e módulos *easy-to-tie*. VINAY, *et al.* (2014) compararam e avaliaram o efeito do método de ligadura no atrito gerado durante a mecânica de deslizamento de diferentes tipos de braquetes, concluindo que o efeito da ligadura na mecânica de deslizamento foi um fator importante. braquetes autoligáveis ofereceram o menor atrito, seguidos por ligaduras metálicas, módulos lisos e módulos cinza.

KUMAR, *et al.* (2016) concluíram que braquetes SS fixados com ligaduras convencionais produziram alto atrito e baixo atrito quando ligados com SLB de clipe passivo.

4.3.2 Tipo de arco.

CAMARGO, *et al.* (2007) indicaram que o arco a escolher na técnica friccional para retração deve ser aquele que produza menor atrito e maior controle do dente durante a movimentação, sendo a opção indicada os arcos quadrados ou retangulares que não preencha completamente a ranhura do braquete. KUMAR, *et al.* (2016) apontaram que a força de atrito aumentava proporcionalmente ao tamanho do arco; os arcos TMA e NiTi apresentaram maior resistência ao atrito do que os arcos SS. Da mesma forma, VINAY, *et al.* (2014) estabeleceram que o arco de aço de dimensão 0,019" x 0,025" era preferido durante a mecânica de deslizamento. SEGOVIA (2012), por outro lado, recomenda fios de aço inoxidável redondos de 0,016" x 0,022" retangulares ou 0,016" ou 0,018" com ranhura de 0,018" ou 0,019" x 0,025" ou ranhuras redondas de 0,018" ou 0,020".

KROCZEK, *et al.* (2012) concluíram que com um arco de aço inoxidável para mecânica de retração deslizante, um canino experimentou maior carga do sistema em todas as 3 dimensões do que com um fio de beta-titânio. Ambos os arcos produziram uma relação momento-força adequada para translação. Por sua vez, TOMINAGA, *et al.* (2014) determinaram que o conjunto do arco/braquetes teve um impacto notável na movimentação dos dentes anteriores. A aplicação efetiva de

torque nos dentes anteriores tornou-se clinicamente difícil na mecânica de deslizamento combinada com braços de força quando a folga do arco/braquete era grande.

KAWAMURA & TAMAYA (2019) estabeleceram que ao diminuir o tamanho do fio, durante a mecânica de deslizamento, um jogo entre a ranhura do fio e o braquete, bem como a deformação elástica do fio, resultou em uma inclinação lingual dos incisivos e esta inclinação levou à extrusão dos incisivos, o que indicaria uma vantagem em relação aos arcos de maior calibre na fase de fechamento. GNANESWAR & SRIDAR (2020) estudou um novo tipo de arco e indicaram que em relação ao tipo de arco utilizado, o arco duplo dimensionado poderia ser utilizado como alternativa aos arcos retangulares durante a retração com mini implantes, porém, não foi capaz de substituir completamente os arcos retangulares. O controle de ancoragem foi eficaz com ambos os tipos de arcos.

4.3.3 Elementos para fechar espaços.

SAMUELS, *et al.* (1998) verificaram que a mola de NiTi fechada produziu um fechamento do espaço mais consistente do que os módulos elásticos. As molas de 150 e 200g produziram um movimento de fechamento mais rápido que o módulo elastomérico e a mola de 100g. Eles não encontraram diferença significativa entre a velocidade de fechamento do espaço para as molas de 150g e 200g. Da mesma forma, DIXON *et al.* (2002) mencionaram que as molas de NiTi proporcionaram a taxa mais rápida de fechamento do espaço e podem ser consideradas o tratamento de escolha. No entanto, as cadeias de poder forneceram uma opção de tratamento menos dispendiosa e igualmente eficaz. Nesse sentido, SEGOVIA (2012) recomendou o uso de correntes elásticas com força ativa de 150 a 200 g, indicando que essa amplitude de força proporcionava máxima movimentação com mínima agressão dentária e periodontal. Além disso, as cadeias elásticas deram o mesmo resultado que os demais elementos ativos e foram mais baratas.

NIGHTINGALE & JONES (2003) descobriram que as molas helicoidais de NiTi e as correntes elastoméricas fecharam os espaços em uma taxa semelhante. Da mesma forma, BARSOU, *et al.* (2021) concluíram que não houve diferença

significativa entre o uso de molas helicoidais fechadas de NiTi ou cadeias elastoméricas como sistemas de entrega de força para retração canina na taxa de retração canina, inclinação, rotação ou reabsorção radicular. Em contraste, CHAUDHARI & TARVADE (2015) demonstraram fechamento de espaço mais rápido (com retração anterior) juntamente com perda de ancoragem significativa usando molas helicoidais de NiTi fechadas em comparação com a cadeia elastomérica. Assim como BADRAN, *et al.* (2022) que determinaram que molas helicoidais de níquel-titânio fechadas produziram uma média de 0,5mm a mais de movimento em cadeias elastoméricas durante o período de estudo de 12 semanas.

Por sua vez, MOHAMMED, *et al.* (2017) concluíram que tanto as molas de fechamento de NiTi quanto as correntes elastoméricas eram sistemas eficientes de fornecimento de força para fechar o espaço de extração e o fechamento do espaço era resultado da retração dos dentes anteriores, perda de ancoragem, ou uma combinação. Eles afirmaram que havia evidências de qualidade moderada para sugerir que a mola de fechamento de NiTi produzia uma taxa de fechamento do espaço mais rápida do que a cadeia elastomérica.

SUERI & TURK (2006) concluíram que as ligaduras *laceback* mostraram-se efetivas para distalização de caninos e quando comparadas com molas de NiTi fechadas, encontraram menor movimentação de caninos e molares para o grupo *laceback*, mas obtiveram movimentos mais controlados para os planos sagital. Da mesma forma, BARLOW & KULA (2008) concluíram a partir de sua investigação clínica que as molas helicoidais de NiTi produziram uma força mais consistente e uma taxa de fechamento mais rápida em comparação com ligaduras ativas como um método de entrega de força para fechar o espaço. no entanto, a cadeia elastomérica produziu taxas de fechamento semelhantes em comparação com as molas de NiTi. Sua investigação laboratorial e clínica sugeriu pouca vantagem das molas de níquel-titânio de 200g sobre as molas de 150g. Por sua vez, MITRA, LONDHE, KUMAR (2011) concluíram que o fechamento de espaços com módulos elastoméricos e fio de ligadura era melhor do que com correntes elásticas.

NORMAN, WORTHINGTON, CHADWIC (2016) indicaram que as molas de aço inoxidável foram clinicamente eficazes; e que essas molas produziram tanto fechamento do espaço quanto suas rivais mais caras, as molas de NiTi.

EVANS, *et al.* (2017) estabeleceram que a cadeia elastomérica inalterada continuou a mover os dentes para os espaços de extração por 16 semanas. A força da cadeia elastomérica em 16 semanas foi inferior a 100 g, no entanto, os dentes continuaram a se mover clinicamente. Da mesma forma, GENG, *et al.* (2019) mostraram que a perda máxima de força e a diminuição da força no platô desativado não dependiam do tempo na mola de NiTi fechada. Eles confirmaram que a taxa clínica de movimentação dentária foi de aproximadamente 1mm/mês usando molas de NiTi fechadas e foi constante durante um ensaio clínico de 16 semanas.

4.4 Fechamento de espaços sem atrito, uso de alças.

MOHAMMED, *et al.* (2017) mencionaram que o sistema de alça fechada, em comparação com a mecânica de deslizamento, apresentou uma série de vantagens, incluindo atrito mínimo, controle preciso do fechamento do espaço e "tempo de rebote" adequado para endireitar os dentes. No entanto, exigiu habilidade e tempo extras para dobrar o fio e, por outro lado, a alça fechada causou irritação nos tecidos moles, acúmulo de placa e perda do controle da angulação.

MORENO, *et al.* (2015) determinaram que era necessária uma mecânica adequada para o fechamento dos espaços e assim atingir os objetivos e resultados desejados do tratamento e por fim, indicaram que era importante que na perspectiva do sistema de força biomecânico, será analisada a técnica que será utilizada para o fechamento dos espaços, pois isso aumentou o conhecimento de possíveis efeitos colaterais ou efeitos indesejáveis das movimentações dentárias.

VIECILLI & FREITAS (2018) destacaram o grande potencial que existia para futuros estudos com o T-loop, especialmente utilizando ligas de níquel-titânio, a fim de alcançar movimento translacional puro sem atrito, com níveis de força ótimos e constantes. Da mesma forma, KENG, *et al.* (2012) não encontraram diferenças na taxa de fechamento de espaço ou angulação dentária entre alças de TMA ou NiTi pré-ativadas quando usadas para retrair os caninos superiores. As alças de NiTi possuem maior capacidade de reter e retornar às suas formas originais após a ativação cíclica.

KATONA, ISIKBAY, CHEN (2014) mediram o efeito de flexões de primeira e segunda ordem nas forças e momentos produzidos por um arco com T-loop fechado comercialmente disponível. Eles estabeleceram que as dobras alteravam os sistemas de carga ortodôntica; no entanto, as interações tridimensionais produziram compensações complexas e imprevisíveis. Por outro lado, DAVIS, SUNDARESWARAN, JAMES (2019) compararam a eficiência de retração de caninos usando uma alça de Marcotte modificada e uma alça em T para retração, eles concluíram que o EM exibiu uma maior taxa de retração e controle de rotação em comparação ao TLS durante a retração canina seccional. O conforto do paciente foi melhor para EM. No entanto, a quantidade de inclinação e perda de âncora obtida com MS foi significativamente maior do que com TLS.

CHEN, ISIKBAY, BRIZENDINE (2010) concluíram que os arcos comerciais não forneciam sistemas de força para translação pura. A quantificação do sistema de força foi fundamental para a seleção e desenho de aparelhos ortodônticos ideais. Por sua vez, GAJDA & CHEN (2012) concluíram que as alças fechadas comerciais: alça em forma de gota e alça em forma de fechadura, em comparação com o arco com alça em T, ofereciam padrões de carga semelhantes; no entanto, as magnitudes dos componentes dependiam do design. Todos os desenhos resultaram em inclinação lingual dos dentes, deslocamento lingual-mesial do canino, rotação da coroa do canino mesialmente e rotação do incisivo para dentro distalmente.

4.5 Ancoragem na mecânica de fechamento.

Em relação à perda de ancoragem, RIBEIRO & JACOB (2006) indicaram que não houve diferença entre retração em uma fase (massa) ou em duas fases (retração canina). Da mesma forma, RHEE, CHUN, ROW (2001) concluíram que não houve diferença na perda de ancoragem entre os dois métodos.

Por outro lado, KOJIMA, KAWAMURA e FUKUL (2012) esclareceram a relação entre a direção da força e o padrão de movimento durante o fechamento do espaço de massa, com a técnica de deslizamento e o uso de miniparafusos, na dentição maxilar. Quando o braço de força era maior, a rotação de toda a dentição

diminuía. Os dentes posteriores foram eficazes na prevenção da rotação dos dentes anteriores. Nos casos de posição alta dos miniparafusos, o movimento do corpo era quase alcançado. A componente vertical da força produziu a intrusão ou extrusão de toda a dentição.

Em relação à taxa de fechamento de espaço e ancoragem, BOKAS & WOODS (2006) afirmaram que as taxas de fechamento de espaço e perda de ancoragem molar utilizando molas de NiTi ou cadeias elastoméricas, se reativadas a cada 28 dias, provavelmente seriam semelhantes. THIRUVENKATACHARI, AMMAYAPPAN, KANDASWAMY (2008) concluíram que a retração dos caninos progrediu mais rapidamente quando foram utilizados micro implantes de titânio para ancoragem.

KOYAMA, *et al.* (2011) sugeriram que o fechamento do espaço usando a técnica de mecânica de deslizamento ancorado por implante poderia fornecer ancoragem absoluta e controlar a rotação mandibular mais do que a técnica convencional. Coincidindo com isso, SEGOVIA (2012) recomendou o uso de micro implantes caso seja necessária ancoragem máxima. Da mesma forma, UPADHYAY, YADAV, NANDA (2014) declararam que os MIs foram uma das melhores modalidades para manter uma âncora “absoluta”. No entanto, por si só não garantiram uma retração bem definida e controlada dos dentes anteriores. Os efeitos colaterais eram prováveis de ocorrer. Em contraste, TIAN, *et al.* (2020) afirmaram que havia evidências de muito baixa qualidade mostrando que a ancoragem do implante era mais eficiente do que a ancoragem convencional durante a retração dos caninos e que mais estudos de alta qualidade são necessários.

Em relação às preferências dos profissionais, MONINI, *et al.* (2013) constataram que a ancoragem esquelética foi escolhida por 36,5% dos especialistas como prática usual para a ancoragem da maxila.

5. CONCLUSÃO

Pôde-se concluir que o melhor método para fechamento de espaços em ortodontia seria o fechamento com mecânica de fricção ou deslizamento, devido à maior complexidade de controle da angulação com mecânica de alça e maior exigência de habilidade.

A retração em massa é recomendada, pois a perda de ancoragem comparada à retração em dois passos não seria estatisticamente significativa.

Em relação ao tipo de braquete, pode ser realizado com braquetes tradicionais e ligaduras metálicas, devido ao seu baixo custo e eficácia semelhante em relação aos braquetes autoligáveis, utilizando um arco de aço reto que oferece menor atrito e deflexão.

Para fechamento de espaços, o uso de correntes elastoméricas ou molas niti parecem ser semelhantes em sua eficiência, oferecendo uma força entre 150g e 200g, sendo a corrente elástica mais barata. Com relação à técnica de fechamento de espaços com *laceback*, módulo de elasticidade e fio de ligadura, mais estudos comparativos são necessários para determinar sua eficiência em relação aos demais métodos de fechamento de espaços.

Nos casos em que a ancoragem absoluta é necessária, recomenda-se o uso de ancoragem auxiliada por miniparafusos, aplicando-se uma força de 150 a 200 gramas para retração.

No entanto, é importante ressaltar que a seleção da técnica e ferramentas a serem utilizadas durante o fechamento dos espaços dependem de um diagnóstico correto, das necessidades individuais de cada paciente e das habilidades e preferências de cada profissional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BADRAN, S. A.; AL-ZABEN, J. M.; AL-TAIE, L. M.; TBEISHI, H.; AL-OMIRI, M. K. Comparing patient-centered outcomes and efficiency of space closure between nickel-titanium closed-coil springs and elastomeric power chains during orthodontic treatment. **Angle Orthod**, v. 92, n. 4, p. 471-477, Jul 2022.

BARLOW, M.; KULA, K. Factors influencing efficiency of sliding mechanics to close extraction space: a systematic review. **Orthod Craniofac Res**, v. 11, p. 65-73, 2008

BARSOUM, H. A.; ELSAYED, H. S.; EL SHARABY, F. A.; PALOMO, J. M.; MOSTAFA, Y. A. Comprehensive comparison of canine retraction using NiTi closed coil springs vs elastomeric chains. **Angle Orthod**, v. 91, n. 4, p. 441-448, 2021.

BOKAS, J.; WOODS, M. A. Clinical comparison between nickel titanium springs and elastomeric chains. **Australian Orthodontic Journal**, v. 22, n. 1, p. 39-46, May 2006.

BURROW, J. S. Friction and resistance to sliding in orthodontics: A critical review. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 135, p. 442-447, 2009.

CAMARGO, L.; GARCÍA, S.; PELAÉZ, A.; GARCÍA, C.; OBERTI, G. Fricción durante la retracción de caninos en ortodoncia: revisión de literatura. **Revista CES odontología**, v. 20, n. 2, 2007.

CARO, A. A. C.; BASTIDAS, R. P.; SEDANO, D. L.; CASTILLO, J. Q. **Cierre de espacios en tratamientos ortodónticos con fricción: Revisión Bibliográfica**. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría. 2020. Obtenible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2020/art-54/>

CHAUDHARI, C. V.; TARVADE, S. M. Comparison of rate of retraction and anchorage loss using nickel titanium closed coil springs and elastomeric chain during the en-masse retraction: A clinical study. **Journal of Orthodontic Reseach**, v. 3, n. 2, May 2015.

CHEN, J.; ISIKBAY, S. C.; BRIZENDINE, E. J. Quantification of three-dimensional force system of T-loops archwires. **Angle Orthod**, v. 80, p. 754-758, 2010.

DAVIS, S.; SUNDARESWARAN, S.; JAMES, J. Comparative evaluation of the efficiency of canine retraction using modified Marcotte and T-loop retraction spring – A split-mouth, randomized clinical trial. **J Orthodont Sci**, v. 8, p. 9-9, 2019.

DIXON, V.; READ, M. J. F.; O'BRIEN, K. D.; WORTHINGTON, H. V.; MANDALL, N. A. A randomized clinical to compare three methods of orthodontic space closure. **Journal of Orthodontics**, v. 29, n. 1, p. 31-36, Mar 2002.

EVANS, K. S.; WOOD, C. M.; MOFFITT, A. H.; COLGAN, J. A.; HOLMAN, J. K.; MARSHALL, S. D.; POPE, D. S.; SAMPLE, L. B.; SHERMAN, S. L.; SINCLAIR, P. M.; TRULOVE, T. S. Sisten-week analysis of unaltered elastomeric chain relating in-vitro force degradation with in-vivo extraction space tooth movement. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 151, p. 727-734, 2017.

FELEMBAN, N. H.; AL-SULAIMANI, F. F.; MURSHID, Z. A.; HASSAN, A. H. En masse retraction versus two-step retraction of anterior teeth in extraction treatment of bimaxillary protrusion. **Journal of Orthodontic Science**, v. 2, n. 1, Jan-Mar 2013.

GAJDA, S.; CHEN, J. Comparison of three-dimensional orthodontic load systems of different commercial archwires for space closure. **Angle Orthod**, v. 82, p. 333-339, 2012.

GENG, G.; SU, H.; WITHLEY, J.; LIN, F.; XU, X.; KO, C. The effect of orthodontic clinical use on the mechanical characteristics of nickel-titanium closed-coil springs. **Journal of International Medical Research**, v. 47, n. 2, p. 803-814, 2019.

GNANESWAR, S. M.; SRIDHAR, P. Comparison of dual-dimensional and rectangular wires in terms of space closure and anchorage loss during retraction with miniimplants: A prospective clinical study, v. 14, n. 1, p. 54–60, 2020.

GÓMEZ-GÓMEZ, S. L.; SÁNCHEZ-OBANDO, N.; ÁLVAREZ-CASTRILLÓN, M. A.; MONTOYA-GOEZ, Y.; ARDILA, C. M. Comparison of frictional forces during the closure of extraction spaces in passive self-ligating brackets and conventionally ligated brackets using finite element method. **J Clin Exp Dent**, v. 11, n. 5, p. e439-46, 2019.

HAIN, M.; DHOPATKAR, A.; ROCK, P. A comparison of different ligation methods on friction. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 130, p. 666-670, 2006.

HAYASHI, K.; UECHI, J.; MURATA, M. Comparison of maxillary canine retraction with sliding mechanics and retraction spring: a three-dimensional analysis based on a midpalatal orthodontic implant. **Eur J Orthod**, v. 26, n. 6, p. 585-9, Dec 2004.

KATONA, T. R.; ISIKBAY, S. C; CHEN, J. Effects of first- and second-order gable bends on the orthodontic load systems produced by t-loop archwires. **Angle Orthod**, v. 84, p. 350-357, 2014.

KAWAMURA, J.; TAMAYA, N. A finite element analysis of the effects of archwire size on orthodontic tooth movement in extraction space closure with miniscrew sliding mechanics. , v. 20, p. 3, 2019.

KENG, F.; QUICK, A. N.; SWAIN, M. V.; HERBISON, P. A comparison of space closure rates between preactivated nickel-titanium and titanium-molybdenum alloy T-loops: a randomized controlled clinical trial. **European Journal of Orthodontics**, v. 34, p. 33-38, 2012.

KOJIMA, Y.; KAWAMURA, J.; FUKUI, H. Finite element analysis of the effect of force directions on tooth movement in extraction space closure with miniscrew sliding mechanics. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 142, p. 501-508, 2012.

KOYAMA, I.; IINO, S.; ABE, Y.; TAKANO-YAMAMOTO, T.; MIYAWAKI, S. Difference between sliding mechanics with implant anchorage and straight-pull headgear and intermaxillary elastics in adults with bimaxillary protrusion. **European Journal of Orthodontics**, v. 33, p. 126-131, 2011.

KROCZEK, C.; KULA, K.; STEWART, K.; BALDWIN, J.; FU, T.; CHEN, J. Comparison of the orthodontic load systems created with elastomeric power chain to close extraction spaces on different rectangular archwires. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 141, n. 3, p. 262-268, Mar 2012.

KUMAR, D.; DUA, V.; MANGLA, R.; SOLANKI, R.; SOLANKI, M.; SHARMA, R. Frictional force released during sliding mechanics in nonconventional elastomerics and self-ligation An in vitro comparative studi. **Indian J Dent**, v. 7, p. 60-65, 2016.

MCLAUGHLIN, R. P.; BENNET, J. C. Evolution of treatment mechanics and contemporary appliance design in orthodontics: A 40-year perspective. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 147, n. 6, p. 654-62, Jun 2015.

MEZOMO, M.; DE LIMA, E. D.; DE MENEZES, L. M.; WEISSHEIMER, A.; ALLGAYER, S. Maxillary canine retraction with self-ligating and conventional brackets A randomized clinical trial. **Angle Orthod**, v. 81, p. 292-297, 2011.

MILES, P.G. Self-ligating vs conventional twin brackets during en-masse space closure with sliding mechanics. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 132, p. 223-225, 2007.

MITRA, C. R.; LONDHE, B. S. M.; KUMAR, L. C. P. A comparative evaluation of rate space closure after extraction using E-chain and stretched modules in bimaxillary dentoalveolar protrusion cases. **Med J Armed Forces India**, v. 67, p. 152-156, 2011.

MOHAMMED, H.; RIZK, M. Z.; WAFAIE, K.; ALMUZIAN, M. Effectiveness of nickel-titanium springs vs elastomeric chains in orthodontic space closure: A systematic review ad meta-analysis. **Orthod Craniofac Res**, v. 21, n. 1, p. 12-19, Fev 2017.

MONINI, A. C.; GANDINI JÚNIOR, L. G.; SANTOS-PINO, A.; MAIA L. G. M.; RODRIGUES, W. C. Procedures adopted by orthodontists for space closure and anchorage control. **Dental Press J Orthod**, v. 18, n. 6, p. 86-92, Nov-Dec 2013.

MORENO, E. A.; VALENCIA, E. A.; DÍAZ, C. S. G.; ZUÑIGA, A. S.; TRESPALACIOS, M. U.; RESTREPO, G. A. U.; SÁNCHEZ, J. **Cierre de espacios en ortodoncia en casos de extracción**. Artículo de revision. Facultad de Odontología Universidad CES. 2015. Obtenible en: <http://hdl.handle.net/109461400>

NIGHTINGALE, C.; JONES, P. A clinical investigation of force delivery system for orthodontic space closure. **J Orthod**, v. 30, n. 3, p. 229-236, Sep 2003.

NORMAN, N. H.; WORTHINGTON, H.; CHADWICK, S. M. Nickel titanium springs versus stainless steel springs: A randomized clinical trial of two methods of space closure. **Journal of Orthodontics**, v. 43, n. 3, p. 176-185, Set 2016.

PACHECO, M. R.; JANSEN, W. C.; OLIVEIRA, D. D. The role of friction in orthodontic. **Dental Press J Orthod**, v. 17, n. 2, p. 170-177, Mar-Apr 2012.

REASCOS, P. R.; CRUZ, V. S.; CALDERÓN, E. B. **Cierre de espacios con fricción - Revisión de Literatura**. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría. 2014. Obtenible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2014/art-24/>

RHEE, J.; CHUN, Y.; ROW, J. A comparison between friction and frictionless mechanics with a new typodont simulation system. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 119, p. 292-299, 2001.

RIBEIRO, G. L. U.; JACOB, H. B. Understanding the basis of space closure in Orthodontic for a more efficient orthodontic treatment. **Dental Press J Orthod**, v. 21, n. 2, p. 115-21, Mar-Apr 2016.

SAMUELS, R. H. A.; RUDGE, S. J.; MAIR, L. H. A clinical study of space closure with nickel-titanium closer coil springs and an elastic module. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 114, n. 1, p. 73-9, Jul 1998.

SAPORITO, I.; BUTTI, A. C.; SALVATO, A.; BIAGI, R. A "typodont" study of rate of orthodontic space closure: self-ligating system vs. conventional systems. **Minerva Stomatologica**, v. 60, n. 11-12, p. 555-565, Nov-Dec 2011.

SCHNEIDER, P. P.; KIM, K. B.; MONINI, A. da C.; dos SANTOS-PINTO, A.; GANDINI JR, L. G. Which one closes extraction spaces faster: en masse retraction or two-step retraction? A randomized prospective clinical trial. **Angle Orthod**, v. 89, n. 6, p. 855-861, Nov 2019.

SEGOVIA, D. W. Actualización sobre la clínica de cierre de espacios por mecánica de deslizamiento. Primera Part, v. 74, n. 150, p. 58-70, Jul-Dic 2011

SEGOVIA, D. W. Actualización sobre la clínica de cierre de espacios por mecánica de deslizamiento. Segunda Parte, v. 75, n. 151, p. 34-41, Ene-Jun 2012.

SONGRA, G.; CLOVER, M.; ATACK, N. E.; EWINGS, P.; SHERRIFF, M.; SANDY, J. R.; IRELAND, A. J. Comparative assessment of alignment efficiency and space closure of active and passive self-ligating vs conventional appliances in adolescents: A single-center randomized controlled trial. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 145, n. 5, p. 569-78, May 2014.

SUERI, M. Y.; TURK, T. Effectiveness of laceback ligatures on maxillary canine retraction. **Angle Orthodontist**, v. 76, n. 6, p. 1010-1014, Nov. 2006.

THIRUVENKATACHARI, B.; AMMAYAPPAN, P.; KANDASWAMY, R. Comparison of rate of canine retraction with conventional molar anchorage and titanium implant anchorage. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 134, p. 30-35, 2008.

TIAN, H.; XIE, C.; LIN, M.; YANG, H.; REN, A. Effectiveness of orthodontic temporary anchorage devices in canine retraction and anchorage preservation during the two-step technique: a systematic review and meta-analysis. **BMC Oral Health**, v. 20, p. 278, Oct 2020.

TOMINAGA, J.; OZAKI, H.; CHIANG, P.; SUMI, M.; TANAKA, M.; KOGA, Y.; BOURAUUEL, C.; YOSHIDA, N. Effect of bracket slot and archwire dimensions on anterior tooth movement during space closure in sliding mechanics: a 3-dimensional finite element study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 146, n. 2, p. 166-174, Aug 2014.

UPADHYAY, M.; YADAV, S.; NANDA, R. Biomechanics of incisor retraction with mini-implant anchorage. **Journal of Orthodontics**, v. 41, p. S15 – S23, 2014.

VIECILLI, A. F.; FREITAS, M. P. M. The T-loop in details. **Dental Press J Orthod**, v. 23, n. 1, p. 108-117, Jan-Feb 2018.

VINAY, K.; VENKATESH, M. J.; NAYAK, R. S.; PASHA, A.; RAJESH, M.; KUMAR, P. A comparative study to evaluate the effects of ligation methods on friction in sliding mechanics using 0.022" slot brackets in dry state: An in-vitro study. **Journal of International Oral Health**, v. 6, n. 2, p. 76-83, 2014.

WONG, H.; COLLINS, J.; TINSLEY, D.; SANDLER, J.; BENSON, P. Does the bracket-ligature combination affect the amount of orthodontic space closure over three months? A randomized controlled trial. **Journal of Orthodontics**, v. 40, p. 155-162, 2013.

XU, T.; ZHANG, X.; OH, H. S.; BOYD, R. L.; KORN, E. L.; BAUMRIND, S. Randomized clinical trial comparing control of maxillary anchorage with 2 retraction techniques. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 138, p. 544.e1-544.e9, 2010.