

**FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE**

**DANIEL CÁRDENAS ESPINOSA**

**ANCORAGEM ESQUELÉTICA PARA FECHAMENTO DE ESPAÇOS NA  
ORTODONTIA**

**Guarulhos**

**2022**

**DANIEL CÁRDENAS ESPINOSA**

**ANCORAGEM ESQUELÉTICA PARA FECHAMENTO DE ESPAÇOS NA  
ORTODONTIA**

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. Ms. Fabio Schemann Miguel

**Guarulhos**

**2022**

Cárdenas Espinosa, Daniel  
Ancoragem esquelética para fechamento  
de espaços na ortodontia / Daniel Cárdenas Espinosa - 2022

60 f.

Orientador: Fabio Schemann Miguel

Monografia (Especialização) Faculdade Sete  
Lagoas, 2022.

1.Ortodontia 2. Biomecânica 3. Extrações 4.  
Fechamento de espaços 5. Mini-implantes

I. Título. II. Fabio Schemann Miguel

## FACSETE

Monografia intitulada “**Ancoragem esquelética para fechamento de espaços na ortodontia**” de autoria do aluno Daniel Cárdenas Espinosa.

Aprovado em 10/06/2022 pela banca constituída dos seguintes professores:

---

Prof. Ms. Fabio Schemann Miguel – Orientador

---

Prof. Ms. Mateus de Abreu Pereira - Facsete

---

Prof<sup>a</sup> Ana Paula Luiz de Souza - Facsete

Guarulhos, 10 de Junho de 2022

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho principalmente a Deus e a minha família, o pilar mais forte em todos os momentos de minha vida. A meus pais Augusto Cárdenas e Maria Eustolia Espinosa, pelo acompanhamento e amor constante e a minha companheira de vida Diana Patrícia Estrada pela paciência e amor incondicional.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, Prof. Dr. Alexandre Urso Annibale, pela disposição, boa vontade para ensinar sempre e por todos os aprendizados e experiências compartilhadas.

Agradeço também a tudo o corpo docente da especialização de ortodontia e aos meus colegas de turma, pelos conhecimentos compartilhados e pela oportunidade da convivência durante estes anos.

## RESUMO

O fechamento de espaços auxilia na resolução das deficiências do arco e representa um grande desafio para os ortodontistas. A técnica de fechamento de espaço, é obtida aplicando forças orientadas pelos braquetes e transmitidas pelos fios e outros aditamentos ao ligamento periodontal e às estruturas ósseas de suporte, as forças aplicadas respondem por meio a uma reação biológica complexa, resultando no movimento do dente. O objetivo foi mostrar as diferentes técnicas de ancoragem esquelética utilizadas para o fechamento de espaços, assim como os materiais e aditamentos usados, com o fim de proporcionar informações relevantes ao profissional na hora de definir o plano de tratamento. Foi realizada uma revisão de literatura, consultando os principais bancos de dados eletrônicos: PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library, Lilacs, OpenGrey, ClinicalTrials e Google Scholar, usando os descritores: Ortodontia; Biomecânica; Extrações; Fechamento de espaços e Mini-implantes, com restrição de data de 2003 a 2020 e nos idiomas inglês, português e espanhol. Concluímos que o fechamento de espaços pode ser realizado pela mecânica do arco segmentado ou por deslizamento. O conhecimento atual da biomecânica aliado ao desenvolvimento de novos materiais, simplifica o tratamento e melhora a resposta dos tecidos. A escolha da técnica ortodôntica, assim como os dispositivos a serem utilizados, dependem das características clínicas, radiografias e socioeconômicas de cada paciente, sendo que o diagnóstico e plano de tratamento deve ser individualizado. Os mini-implantes representam na atualidade uma opção de tratamento importante no manejo da ancoragem.

**Palavras-chave:** Ortodontia; Biomecânica; Extrações; Fechamento de espaços; Mini-implantes.

## ABSTRACT

Closing spaces helps to resolve arch deficiencies and represents a major challenge for orthodontists. The space closure technique is obtained by applying forces oriented by the brackets and transmitted by wires and other additions to the periodontal ligament and supporting bone structures, the applied forces respond through a complex biological reaction, resulting in tooth movement. The objective was to show the different skeletal anchorage techniques used to close spaces, as well as the materials and additions used, in order to provide relevant information to the professional when defining the treatment plan. A literature review was carried out, consulting the main electronic databases: PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library, Lilacs, OpenGrey, ClinicalTrials and Google Scholar, using the descriptors: Orthodontics; Biomechanics; Extractions; Space closure and Mini-implants, with date restriction from 2003 to 2020 and in English, Portuguese and Spanish. We conclude that the closing of spaces can be performed by the mechanics of the segmented arch or by sliding. Current knowledge of biomechanics combined with the development of new materials simplifies treatment and improves tissue response. The choice of orthodontic technique, as well as the devices to be used, depend on the clinical, radiographic and socioeconomic characteristics of each patient, and the diagnosis and treatment plan must be individualized. Currently, mini-implants represent an important treatment option in anchorage management.

**Keywords:** Orthodontics; Biomechanics; Extractions; Space closure; Mini-implants.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ADC:</b>	Ancoragem dentaria convencional
<b>ALP:</b>	Aparelho lingual personalizado
<b>AMD:</b>	Análise Mecânica Dinâmica
<b>ATP:</b>	Arco traspalatal
<b>AI:</b>	Aço inoxidável
<b>BAL:</b>	Braquetes auto ligáveis
<b>BCs:</b>	Braquetes convencionais
<b>BT:</b>	Beta-titânio
<b>DAT:</b>	Dispositivo de ancoragem temporário
<b>ECCs:</b>	Ensaio clínicos controlados
<b>ECCPs:</b>	Ensaio clínicos controlados prospectivos
<b>EF:</b>	Elementos Finitos
<b>EVA:</b>	Escala visual analógica
<b>FG:</b>	Fissuras Gengivais
<b>G1:</b>	Grupo 1
<b>G2:</b>	Grupo 2
<b>IC:</b>	Intervalo de confiança
<b>IM:</b>	Mecânica de inclinação
<b>IPO:</b>	Implante palatino osseointegrado
<b>LP:</b>	Ligamento periodontal
<b>MC:</b>	Mecânica corporal

<b>MEV:</b>	Microscópio eletrônico de varredura
<b>MI:</b>	Mini.-implantes
<b>MP:</b>	Movimento precoce
<b>MR:</b>	Movimento retardado
<b>NiTi:</b>	Níquel - Titânio
<b>PAR:</b>	Avaliação por pares
<b>PM:</b>	Pré-molar
<b>RCTs:</b>	Ensaio clínico randomizado
<b>RDE:</b>	Retração em duas etapas
<b>RRAE:</b>	Reabsorção radicular apical externa
<b>SMD:</b>	Standardized mean difference
<b>RM:</b>	Retração em massa

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. PROPOSTA.....	12
3. REVISÃO DA LITERATURA .....	13
4. DISCUSSÃO.....	47
5. CONCLUSÃO .....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

## 1. INTRODUÇÃO

O tratamento ortodôntico tem como objetivo corrigir o mau posicionamento dentário e/ou as estruturas ósseas, trazendo uma correta função oclusal, um perfeito equilíbrio dento- facial e a estabilidade dos resultados para o paciente (MILES *et al.*, 2008). Para que sejam alcançados esses objetivos, em alguns casos clínicos, existe a necessidade de realizar extrações de dentes permanentes. Sendo assim, um bom planejamento da mecânica ortodôntica deve ser elaborado, com intuito de se obter vantagem na utilização dos espaços criados pelas extrações e assim mesmo manter os resultados obtidos após a conclusão do tratamento (METZNER *et al.*, 2015).

Nos casos onde é necessária a extração de dentes permanentes, é importante aplicar uma biomecânica adequada para o fechamento dos espaços, considerando a força ideal de retração, atração ou fechamento recíproco dependendo de cada caso, através de um diagnóstico clínico e radiográfico minucioso para determinar o tipo de má-oclusão e problemas esqueléticos presentes no paciente (MILES *et al.*, 2008).

Na atualidade existem duas mecânicas para o fechamento de espaços; a “Mecânica sem fricção ou de arco segmentado” e a “Mecânica com fricção ou por deslizamento”. Cada uma apresenta uma grande variabilidade de desenhos, configurações de fios de diferentes materiais (aço e titânio / molibdênio) e formas (redondas, quadradas e retangulares), assim como diferentes fontes de aplicação e armazenamento de força (METZNER *et al.*, 2015).

A "Mecânica do Arco Segmentado" consiste na elaboração de alças de aço inoxidável ou titânio molibdênio. Quando a mecânica sem atrito é realizada, o dente ou grupo de dentes se move devido à força e ativação das alças, proporcionando excelente controle da inclinação dos dentes durante o fechamento do espaço (THIESEN *et al.*, 2013).

A "Mecânica de deslizamento", consiste em superar a força de atrito estático e movimentar os braquetes e tubos ao longo do fio, neste tipo de mecânica

são utilizadas molas helicoidais ou elastoméricas, gerando um momento no dente que provoca uma inclinação inicial da coroa e posteriormente o endireitamento da raiz, esse momento é determinado pela localização do ponto de aplicação da força em relação ao centro de resistência do dente ou grupo de dentes (ZABLOCKI *et al.*, 2008).

O fechamento dos espaços com a mecânica por deslizamento pode ser realizado de duas formas, com retração em massa ou em duas etapas. Na retração em massa, ocorre retração simultânea de todo o segmento anterior, os incisivos e caninos são retraídos em um único passo, como se fossem um único bloco, já na retração em duas etapas, como seu nome indica, o tratamento é realizado em dois passos. O primeiro passo consiste em retrain os caninos independentemente até que atinjam o contato total com o segundo pré-molar; em seguida, eles são incorporados ao bloco posterior de dentes constituído pelo segundo pré-molar e pelo primeiro e segundo molares. No segundo passo, este bloco posterior é usado como uma unidade de ancoragem para retrain os incisivos (TIAN *et al.*, 2020; CALDERÓN *et al.*, 2020).

O manejo da ancoragem é essencial para o sucesso do tratamento ortodôntico, principalmente em pacientes onde o fechamento dos espaços de extração é necessário para permitir a retração do segmento incisivo. A ancoragem esquelética, usando mini-implantes, se mostra hoje como uma das técnicas de ancoragem mais efetivas, a fim de evitar as deficiências dos métodos convencionais (CALDERÓN *et al.*, 2020).

O presente trabalho visa fornecer informação atualizada por meio de uma revisão bibliográfica, das técnicas de ancoragem esquelética utilizadas para o fechamento de espaços em ortodontia, assim mesmo mostrar as vantagens e desvantagens de cada técnica.

## **2. PROPOSIÇÃO**

Realizar uma revisão bibliográfica sobre as técnicas de ancoragem esqueléticas utilizadas para o fechamento de espaços em ortodontia, com o fim de mostrar informação atualizada aos profissionais sobre o tema, assim como mostrar as vantagens e desvantagens de cada técnica.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

NIGHTINGALE & JONES, 2003 realizaram um estudo para investigar a retenção de força e as taxas de fechamento do espaço obtidas por molas elastoméricas e molas helicoidais de níquel-titânio. Foram selecionados 22 pacientes, usando o aparelho pré-ajustado edgewise e com necessidade de fechamento de espaço. A cadeia elastomérica de espaçamento médio e as molas helicoidais de níquel-titânio de 9mm foram colocadas em quadrantes opostos para 15 pacientes. A cadeia elastomérica foi usada apenas em mais 7 pacientes. As forças iniciais e as forças residuais na visita subsequente foram medidas com um medidor de pressão / tração. Modelos de estudo de oito pacientes foram realizados antes e após o fechamento do espaço, para estabelecer as medidas. Os resultados mostraram que 59% da amostra usando molas elastoméricas mantiveram pelo menos 50% da força inicial durante um período de 1 a 15 semanas. Nenhuma amostra perdeu toda a sua força e a perda média foi de 47% (variação: 0-76%). As molas helicoidais de níquel-titânio perderam força rapidamente ao longo de 6 semanas, após os níveis de força terem se estabilizado. 46% 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%. A taxa de fechamento médio do espaço semanal para a cadeia elastomérica foi de 0,21mm e para as molas helicoidais de níquel-titânio, de 0,26mm. Nenhuma amostra falhou durante o período do estudo, fornecendo uma taxa de resposta de 100%. Finalmente os autores concluíram que a cadeia elastomérica permaneceu ativa por períodos substanciais a diferença das molas helicoidais de níquel-titânio, sugerindo que a aplicação inicial da força superou a propriedade superelástica dessas molas. Não foi encontrada relação entre a força inicial aplicada e a quantidade de fechamento de espaço alcançada. As taxas de fechamento do espaço obtidas pelas duas técnicas foram semelhantes.

ZABLOCKI *et al.*, 2008 realizaram um estudo radiográfico retrospectivo para avaliar a função do arco transpalatal (ATP) como coadjuvante durante o tratamento ortodôntico no controle do movimento dos primeiros molares superiores nas 3 dimensões, assim como avaliar a capacidade do aparelho para melhorar a ancoragem ortodôntica durante o tratamento de extração. Para isso foram avaliadas

30 radiografias cefálicas pré e pós-tratamento, obtidas de várias clínicas ortodônticas que usaram um aparelho pré-angulado de 0,018 x 0,025 pol. Todos os pacientes da amostra foram brancos e tiveram os 4 primeiros pré-molares extraídos como parte de seu protocolo de tratamento. Os pacientes foram divididos em 2 grupos, O grupo 1 foi formado pelos pacientes tratados com o ATP e o grupo 2 formado por pacientes que não usaram este tipo de aparelho. As comparações estatísticas foram feitas com testes estatísticos não paramétricos. Os resultados mostraram que a análise das mudanças do pré-tratamento para o pós-tratamento para os grupos 1 e 2 não revelaram diferenças estatisticamente significativas em nenhuma das variáveis examinadas. A diferença líquida para os movimentos vertical e mesial do primeiro molar superior em relação à maxila entre os 2 grupos foi de 0,4mm, com o grupo 2 em uma posição mais para baixo e para frente. Os autores finalmente concluíram que, embora a utilidade do ATP para as funções acima mencionadas não seja negada, ele não fornece um efeito significativo na posição ântero-posterior ou vertical dos primeiros molares superiores durante o tratamento de extrações.

UPADHYAY *et al.*, 2008 realizaram um ensaio clínico randomizado para quantificar os efeitos do tratamento da retração em massa de dentes anteriores com mini-implantes (MI) como unidades de ancoragem em pacientes com protrusão dentária bialveolar submetidos à extração dos quatro primeiros pré-molares. Para isso 40 pacientes (idade média de 17,5 anos) foram designados em 2 grupos. O grupo 1 (G1), foi conformado por pacientes com fechamento do espaço usando mini-implantes e o grupo 2 (G2), por pacientes com fechamento de espaço com métodos convencionais. Alterações esqueléticas, dentárias e de tecidos moles foram analisadas em ambos os grupos usando radiografias cefálicas laterais realizados antes da retração e após o fechamento do espaço. Testes t pareados e não pareados foram utilizados para analisar as alterações do tratamento nos 2 grupos. Os resultados mostraram para os parâmetros esqueléticos, uma diminuição estatisticamente significativa nas dimensões verticais faciais no G1, mas as variáveis no G2 não apresentaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ). Perda de ancoragem, nas direções horizontal e vertical, foi observada no G2, enquanto o G1 mostrou distalização (ganho de ancoragem) e intrusão de molares. Embora a resposta dos tecidos moles fosse variável, o ângulo de convexidade facial, ângulo nasolabial e

protrusão labial inferior apresentaram maiores alterações no G1. Não foram encontradas diferenças na quantidade de retração do lábio superior entre os grupos ( $P > 0,05$ ). Os autores finalmente concluíram que, os MI proporcionaram ancoragem absoluta para permitir maiores alterações esqueléticas, dentárias e estéticas nos pacientes que necessitam de retração anterior máxima, quando comparados com outros métodos convencionais de fechamento do espaço. As mudanças de tratamento foram favoráveis. No entanto, não foram observadas diferenças no tempo médio de retração entre os dois grupos.

UPADHYAY *et al.*, 2008b realizaram um estudo para determinar a eficiência dos mini-implantes (MI), como unidades de ancoragem na retração em massa dos dentes anteriores superiores, quando os primeiros pré-molares são extraídos em comparação com os métodos convencionais de reforço de ancoragem. Para isso 30 pacientes que necessitavam de ancoragem, após extração dos primeiros pré-molares superiores, foram selecionados para este estudo. A amostra foi dividida em 2 grupos de 15 cada. No grupo 1 (G1), foram utilizados MI para retração em massa; no Grupo 2 (G2), métodos convencionais de preservação de ancoragem. As posições horizontal, vertical e angular do primeiro molar superior e do incisivo central foram avaliadas cefalometricamente antes e após a retração ortodôntica. Os resultados mostraram que os primeiros molares superiores dos pacientes do G1 apresentaram movimento distal líquido de 0,55mm, e movimento mesial de 1,95mm no G2 as diferenças foram estatisticamente significantes. A inclinação distal do primeiro molar de  $-0,13$  graus  $\pm 3,63$  graus foi observada no G1, e a inclinação mesial de  $3,7$  graus  $\pm 3,9$  graus foi observada no G2. Não foram encontradas diferenças significativas nas taxas de retração do incisivo entre os dois grupos. No entanto, o G1 mostrou mais de 2mm de intrusão de incisivo; isso foi estatisticamente significativo. Os autores finalmente concluíram que os MI são eficientes no reforço da ancoragem intraoral para retração em massa e intrusão dos dentes anteriores superiores. Nenhuma perda de ancoragem foi observada na direção horizontal ou vertical no G1 quando comparado ao G2. No entanto, uma diminuição estatisticamente significativa na largura intermolar foi observada no G1.

SHPACK *et al.*, 2008 realizaram um estudo para comparar a mecânica de inclinação (IM) vs a mecânica corporal (MC) em relação à duração, angulação e perda de ancoragem durante a retração canina. Para isso, foram colados braquetes

IM e braquetes MC nos caninos superiores direito e esquerdo, respectivamente, de 14 indivíduos que precisaram de extrações de primeiros pré-molares superiores. Os caninos superiores foram retraídos com molas fechadas de níquel titânio variável ( $F=0,50$  ou  $0,75N$ ) fixadas posteriormente a um aparelho de ancoragem Nance através dos primeiros molares. Radiografias panorâmicas e modelos de gesso foram feitos em cinco momentos. A angulação canina foi avaliada com gabaritos metálicos personalizados inseridos nas fendas verticais dos braquetes caninos antes da exposição radiográfica. Os resultados mostraram que a coroa canina contactou o segundo pré-molar após  $102,2 \pm 106$  e  $99,0 \pm 80,0$  dias, e atingiu a verticalidade da raiz em  $72,0 \pm 31,3$  e  $37,2 \pm 42,7$  dias adicionais com os grupos IM e MC, respectivamente. Apenas o estágio de verticalização diferiu significativamente entre as duas mecânicas ( $P<0,05$ ). Durante a retração, a angulação do dente diferiu significativamente ( $P<0,001$ ) entre os grupos IM (6 graus) e MC (-0,8 graus). A perda de ancoragem, avaliada pelo movimento do molar mesial, foi de  $1,2 \pm 0,3mm$  e  $1,4 \pm 0,5mm$  para os grupos IM e MC, respectivamente. Os autores concluíram que a retração dos caninos com a mecânica de inclinação, ocorreu mais rapidamente (38 dias) do que com a mecânica corporal, devido à menor duração da verticalização radicular. A perda de ancoragem (17% -20%) foi semelhante para os dois métodos de retração, ou seja, a ancoragem máxima não pôde ser fornecida pelo aparelho de Nance. Os braquetes IM e MC apresentaram controle rotacional inadequado do canino retraído.

YAO *et al.*, 2008 realizaram um estudo cefalométrico retrospectivo para comparar os resultados ortodônticos dos mini-implantes e a mecânica tradicional de ancoragem (extrabucal combinado com arco transpalatal), em pacientes com má oclusão Classe II de Angle ou protrusão dentoalveolar bimaxilar Classe I. Para isso 47 pacientes foram selecionados e alocados em 2 grupos. O Grupo 1 ( $n=22$ ) foi tratado com a mecânica tradicional de ancoragem, o Grupo 2 ( $n=25$ ) foi tratado com mini-implantes. Foram realizados cefalogramas laterais pré e pós-tratamento e sobrepostos para comparar os seguintes parâmetros: (1) quantidade de retração dos incisivos centrais superiores, (2) redução na angulação dos incisivos centrais superiores, (3) perda de ancoragem do primeiro molar superior, (4) movimentos do incisivo central superior e primeiro molar na direção vertical, e (5) mudanças nas medidas esqueléticas representando as relações ântero-posterior e vertical da

mandíbula. Os resultados mostraram que o grupo 2 teve maior retração dentária anterior (8,17 vs 6,73mm) e menos mesialização dos molares superiores (0,88 vs 2,07mm) do que o grupo 1, com uma duração de tratamento mais curta (29,81 vs 32,29 meses). A análise cefalométrica das medidas esqueléticas em pacientes com ângulos baixos a médios do plano mandibular não mostrou diferença significativa entre os grupos, embora maior retração dos incisivos superiores e menor movimento mesial do primeiro molar tenham sido notados no grupo 2. Em pacientes com um ângulo do plano mandibular alto, aqueles que receberam ancoragem esquelética tiveram intrusão genuína do primeiro molar superior e redução no ângulo do plano mandibular, enquanto aqueles que receberam ancoragem extraoral tiveram extrusão do primeiro molar superior e um aumento do ângulo do plano mandibular. Finalmente os autores concluíram que em ambas as direções ântero-posterior e vertical, a ancoragem esquelética obteve melhor controle do que a ancoragem extrabucal tradicional durante o tratamento da protrusão dentoalveolar maxilar. Maior retração do incisivo superior, menor perda de ancoragem do primeiro molar superior e a possibilidade de rotação mandibular no sentido anti-horário facilitaram a correção da má oclusão de Classe II.

KURODA *et al.*, 2009 realizaram um estudo para comparar os resultados do tratamento com mini-implantes (MI) e a mecânica tradicional de ancoragem (extrabucal combinado com arco transpalatal), em pacientes com má oclusão Classe II esquelética grave. Para isso foram selecionados 22 pacientes e alocados em 2 grupos de 11 cada. As radiografias cefálicas laterais pré e pós-tratamento foram analisadas. Os resultados mostraram que, ambos os métodos de tratamento, obtiveram resultados aceitáveis, indicados pela redução da sobressalência e melhora do perfil facial. No entanto, a retração dos incisivos com a ancoragem com MIs não exigiu a cooperação do paciente para reforçar a ancoragem e proporcionou uma melhora mais significativa do perfil facial do que a mecânica tradicional de ancoragem (extrabucal combinado com arco transpalatal). Os autores finalmente concluíram que o tratamento ortodôntico com ancoragem de MIs é mais simples e útil do que com a mecânica tradicional de ancoragem para pacientes com má oclusão de Classe II.

HUANG *et al.*, 2010 realizaram um estudo para investigar a quantidade de encurtamento radicular nos procedimentos de fechamento de espaços em duas

etapas e em massa. Para isso 52 pacientes foram selecionados, com os seguintes critérios de inclusão: sem nenhuma evidência de reabsorção nas radiografias panorâmicas pré-tratamento; nenhum traumatismo dentário; sem dilacerações das raízes dos incisivos, anodontia ou caninos impactados; formação completa das raízes no início do tratamento; incisivos intactos e livres de cárie; sem incisivos tratados endodonticamente; má oclusão de Classe I ou II de ângulo; extração de quatro primeiros pré-molares; e fechamento do espaço com ancoragem moderada. Os pacientes receberam tratamento com procedimento em duas etapas ou em massa para fechar os espaços de extração após o alinhamento e o nivelamento com os mesmos aparelhos pré-ajustados. O encurtamento radicular dos incisivos superiores e inferiores foi avaliado em radiografias panorâmicas, realizadas antes e após o fechamento do espaço, e medidas em milímetros. As comparações estatísticas do encurtamento das raízes entre os procedimentos de fechamento do espaço foram investigadas com o teste t de duas amostras. Os resultados mostraram que não foi encontrada diferença na quantidade de encurtamento das raízes, entre os procedimentos para fechamento de espaço. O encurtamento médio da raiz dos incisivos centrais e laterais superiores foi de  $0,43 \pm 0,12\text{mm}$  e  $0,58 \pm 0,10\text{mm}$ , respectivamente, e o dos incisivos centrais e laterais inferiores foi de  $0,23 \pm 0,07\text{mm}$  e  $0,22 \pm 0,06\text{mm}$ , respectivamente. Finalmente os autores concluíram que nenhuma diferença deve ser esperada na reabsorção radicular entre o procedimento de fechamento em duas etapas ou em massa.

AMAYA *et al.*, 2011 realizaram um estudo para avaliar a efetividade da ancoragem esquelética nos espaços de fechamento do arco maxilar. Para isso foi realizada uma revisão sistemática da literatura utilizando as bases de dados PubMed, Lilacs, Cochrane e Scielo. Ensaio clínico controlado foram incluídos, onde a ancoragem esquelética foi usada para fechar espaços; os resumos e textos completos foram analisados por três revisores para considerar a conformidade com os critérios de inclusão e exclusão de forma independente, em um formato de extração de dados. Foram identificados 324 artigos, dos quais 316 foram rejeitados após avaliação, dos oito estudos selecionados inicialmente, cinco foram excluídos. Somente três estudos preencheram os critérios de inclusão. Uma meta-análise foi realizada com o método de efeitos aleatórios para o movimento mesial do molar superior, no qual os dispositivos de ancoragem temporal esquelético mostrou-se

mais eficaz no controle da ancoragem em -2,72mm (-4,10, - 1,33 IC95%) quando comparado aos métodos convencionais de ancoragem ortodôntica, essa diferença foi estatisticamente significativa. Finalmente os autores concluíram que, a ancoragem esquelética temporária parece ser mais eficaz no controle do movimento mesial do molar durante o fechamento dos espaços, em comparação com a ancoragem ortodôntica convencional, porém as evidências científicas na literatura são escassas.

MITRA *et al.*, 2011 realizaram um estudo para comparar a taxa de fechamento do espaço entre a mecânica da cadeia E em um lado do arco superior e pelo módulo elastomérico com fio de ligadura no lado contralateral no mesmo paciente. Para isso 30 pacientes com protrusão dentoalveolar bimaxilar e com tratamento ortodôntico fixo após a extração de todos os primeiros pré-molares foram selecionados. Após alinhamento e nivelamento iniciais, foram feitos modelos de estudo, para medir o espaço de extração em ambos os lados. Durante o procedimento de fechamento do espaço, dois componentes retráteis diferentes foram aplicados nos lados direito e esquerdo de cada caso. Uma corrente elástica do lado direito (corrente E) aplicada nos arcos superior e inferior e um módulo elastomérico do lado esquerdo com ligadura de aço (0,010"). Ambos os mecanismos produziram aproximadamente 250 a 300 g de força, medidos por um medidor de tensão. Após o início do mecanismo de retração, todos os pacientes foram avaliados a cada seis semanas, por três vezes. Em todas as visitas, os aditamentos foram trocados e foram feitos modelos de estudo. O espaço disponível restante foi medido por um compasso de calibre vernier com variações de nível de até 0,1mm. Os resultados mostraram que, o valor médio para o fechamento total do espaço no caso da cadeia E 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 E foi de 0,2143mm, enquanto no módulo com fio de ligadura o valor aumentou para 0,24343mm. O desvio padrão para o fechamento total do espaço foi de 0,1305 para a cadeia E é de 0,1487 para o módulo com fio de ligadura. Finalmente os autores concluíram que o fechamento do espaço por módulo elastomérico com fio de ligadura é melhor que a cadeia E.

UGGERI *et al.*, 2011 avaliaram o desempenho mecânico de alças em forma de lágrima e em forma de lágrima com hélice para o tratamento do

fechamento do espaço ortodôntico. Foram utilizados 60 anéis de retração feitos com fios de aço inoxidável (AI) de 0,019" x 0,025" e beta-titânio (BT) e foram acoplados a uma máquina de teste para medir as magnitudes da força sagital e a relação carga-deflexão necessária para a ativação de 1mm, 2mm e 3mm. Os resultados demonstraram que a liga BT apresentou valores médios significativamente menores ( $p < 0,01$ ) de força sagital e deflexão da carga que a liga de aço inoxidável. O loop com o maior valor médio de força sagital e deflexão da carga foi o loop em forma de lágrima ( $p < 0,01$ ). Observaram-se diferenças nos valores médios de força sagital e deflexão da carga entre as ativações, sendo que o maior valor médio foi encontrado na ativação de 3mm, enquanto o menor valor foi evidente na ativação de 1mm ( $p < 0,01$ ). Os autores finalmente concluíram que, a liga metálica utilizada e a presença de uma hélice na configuração das alças podem ter forte influência na força sagital produzida e na relação carga-deformação; os loops em forma de lágrima e os em forma de lágrima com hélice usando liga de BT apresentaram liberação de forças mais leves; o loop em forma de lágrima usando AI, gerou uma alta taxa de deflexão de carga, proporcionando altas magnitudes de força horizontal durante sua desativação.

JACOBS *et al.*, 2011 realizaram um estudo para analisar os efeitos colaterais durante a mesialização dos segundos molares após a extração dos primeiros molares permanentes usando a dentição anterior / pré-molar (PM) como unidade de ancoragem. Para isso um total de 35 pacientes, submetidos à extração unilateral ou bilateral dos primeiros molares permanentes foram selecionados. O fechamento do espaço foi realizado em todos os casos através da mesialização do segundo molar usando uma cadeia elástica fixada a um fio de aço inoxidável e amarrando a dentição anterior / PM juntamente com uma ligadura contínua de lacagem. A movimentação dentária foi avaliada por radiografias cefálicas laterais, panorâmicas e modelos de estudo dos pacientes antes e após o tratamento. Os resultados mostraram que, a mesialização do segundo molar, foi alcançada por um movimento de translação combinado com uma leve inclinação mesial. A diferença nos valores médios da angulação antes e após mesialização foi de  $0,7 \pm 6,5^\circ$  ( $65,3^\circ$  vs  $64,6^\circ$ ,  $p = 0,93$ ). Os segundos molares já inclinados mesialmente para o espaço do primeiro molar extraído exibiram  $13,2 \pm 6,5^\circ$  de verticalização durante o movimento mesial ( $54,0^\circ$  vs  $67,2^\circ$ )  $p < 0,001$ . A mesialização unilateral e bilateral do segundo

molar levou a retrusão dos dentes anteriores superiores. O exame dos tecidos moles revelou um deslocamento posterior significativamente maior do lábio superior em relação a linha estética e o ângulo nasolabial observou-se aumentado. Finalmente, os autores concluíram que a mesialização do segundo molar sem ancoragem esquelética resulta em efeitos colaterais que afetam principalmente os incisivos integrados na unidade de ancoragem anterior e que é importante ter em conta parâmetros como: um periodonto saudável, um alto número de dentes remanescentes e uma inclinação ortoaxial ou protruída dos dentes da frente antes da realização dessa forma de tratamento.

DIBIASE *et al.*, 2011 realizaram um ensaio clínico prospectivo randomizado comparando o efeito do tipo de braquete na duração do tratamento ortodôntico e o resultado oclusal medido pela avaliação por pares (PAR). Para isso, sessenta e dois indivíduos (32 homens, 30 mulheres; idade média, 16,27 anos) com uma pontuação PAR pré-tratamento média de 39,40, irregularidade mandibular de 5 a 12mm e extrações prescritas incluindo primeiros pré-molares mandibulares foram alocados aleatoriamente para tratamento em dois grupos. Grupo 1, composto por 31 pacientes tratados com Damon 3 (sistema de braquetes autoligados) e o Grupo 2, composto por 31 pacientes tratados com braquetes convencionais de Synthesis ligados pre-ajustados. Uma sequência de fio idêntica foi usada em ambos os grupos, excluindo os fios de acabamento: 0,014 pol., 0,014 x 0,025 pol. e 0,018 x 0,025 pol. (fios de alinhamento de cobre-níquel-titânio), seguidos por arcos funcionais de aço inoxidável de 0,019 x 0,025 pol. Os dados coletados no início do tratamento e após a remoção do aparelho incluíram modelos de estudo odontológico e duração total do tratamento. Os resultados mostraram que, levando em consideração as covariáveis de pré-tratamento e tratamento, o tipo de braquete não teve efeito na duração geral do tratamento, nem no número de visitas ou porcentagem geral de redução nas pontuações PAR. Finalmente os autores concluíram que o uso do braquetes Damon 3 não reduz o tempo total de tratamento ou o número total de visitas, nem resulta em um melhor resultado oclusal quando comparado aos braquetes convencionais usados no tratamento de pacientes com extração e apinhamento.

MORÁN *et al.*, 2012 realizaram um estudo para determinar a diferença no movimento dentário do segmento anterior, entre as mecânicas de translação e deslizamento no tratamento de fechamento de espaços. Para isso foram

selecionadas 60 radiografias laterais do crânio e formados dois grupos. O grupo 1 (G1) foi formado por 30 pacientes tratados com a técnica de translação e o segundo (G2) por 30 pacientes tratados com a técnica de deslizamento. As medições foram realizadas pelo mesmo profissional e foram comparadas as variáveis antes e após o tratamento, em cada uma das mecânicas para determinar a existência de diferenças estatisticamente significantes entre os grupos. Os resultados mostraram que ao comparar as medições finais de cada variável nas mecânicas estudadas, não houve diferenças estatisticamente significantes nas variáveis (II-Nb, 1-Pl.Ocl., IMPA, ângulo interincisal) ( $p > 0,05$ ) e sim entre as variáveis (overjet, overbite, 1-Fh, 1-Na, 1-SN) ( $p < 0,05$ ), demonstrando que há diferença no tratamento de fechamento de espaço, entre uma mecânica e outra. Os resultados indicaram que com a mecânica de translação a posição dos incisivos favorece a estabilidade da oclusão devido a que é conseguida uma guia anterior. Finalmente os autores concluíram que existem mudanças significativas na posição e inclinação axial dos incisivos superiores e inferiores relacionadas com as diferentes técnicas de tratamento para fechamento de espaços e que a mecânica de translação, resulta em melhor estabilidade dental após o tratamento.

PITHON *et al.*, 2012 realizaram um estudo com o fim de procurar evidências científicas na literatura de que os mini-implantes ortodônticos proporcionam ancoragem absoluta durante a retração dos dentes anteriores superiores após extrações pré-molares. A pesquisa foi realizada em duas bases de dados Ovid e Pub Med. Utilizaram-se palavras-chave como “mini-parafuso”, “mini-implantes”, “procedimento de ancoragem ortodôntica”, “perda de ancoragem”, “movimento dentário” e “fechamento do espaço ortodôntico”. Após a busca inicial, foram excluídos os artigos repetidos e a seleção foi baseada em critérios de inclusão e exclusão, utilizando uma tabela desenvolvida para esse fim. Dos 550 artigos listados inicialmente, 4 foram considerados potencialmente elegíveis, mas só três foram selecionados após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. Dois desses artigos mostraram ancoragem absoluta fornecida por MI, e o outro demonstrou leve perda de ancoragem. Finalmente os autores relataram que, existem fortes evidências científicas de que os MI ortodônticos proporcionam ancoragem absoluta durante a retração dos dentes superiores no tratamento de fechamento de espaços.

SHARMA *et al.*, 2012 realizaram um ensaio clínico randomizado, para comparar o movimento mesial dos primeiros molares superiores durante a retração de caninos, usando um aparelho edgewise pré-ajustado e um arco transpalatal ou um mini-implante. Para isso foram selecionados 30 pacientes que precisavam da extração dos primeiros pré-molares superiores e usavam aparelhos edgewise pré-ajustados para corrigir sua má oclusão. A amostra foi dividida em 2 grupos cada um com 15 pacientes. O grupo A foi tratado como MI de titânio colocados no início do tratamento entre o segundo pré-molar superior e o primeiro molar superior, os segundos pré-molares superiores foram fixados aos MI com fio de aço inoxidável 0,010 polegadas. O grupo B, foi tratado com um arco transpalatal, feito sob medida que foi soldado às bandas dos primeiros molares superiores. A retração canina ativa foi iniciada em ambos os grupos com a colocação de um arco de aço inoxidável 0,019 × 0,025 polegadas usando molas helicoidais fechadas de níquel titânio. As medidas de movimento mesial dos primeiros molares superiores, foram tiradas de radiografias laterais do crânio pré (T1) e pós-tratamento (T2). Os resultados mostraram que no grupo A, o movimento médio mesial dos primeiros molares entre T1 e T2 foi de 0,0mm (DP 0,02; P=0,90), enquanto no Grupo B houve um movimento médio para frente dos primeiros molares de 2,48mm. (SD 0,71; P<0,001). Finalmente, os autores concluíram que, os MI colocados antes do nivelamento e alinhamento foram capazes de fornecer ancoragem absoluta durante a retração do canino superior, em contraste com o arco transpalatal.

BORSOS *et al.*, 2012 realizaram um estudo para esclarecer o benefício terapêutico da ancoragem suportada por implante palatino osseointegrado (IPO) em adolescentes em comparação com ancoragem dentária convencional (ADC) em casos de extração que requerem 'ancoragem máxima' em pacientes em crescimento após o surto de crescimento pós-puberal. Trinta pacientes (14,22 ± 1,37 anos) selecionados com características esqueléticas faciais homogêneas foram divididos em dois grupos. No grupo 1, 15 pacientes usaram os IPO (Orthosystem (®)) colocados no palato para ancoragem mais um arco transpalatal (ATP) fixado ao implante e às bandas molares. No grupo 2, 15 pacientes usando a ADC, fornecida por um ATP e um arco utilitário. Uma mola superelástica foi usada para o canino e um arco de contração para a retração dos incisivos. Os resultados mostraram que foi observada diferença insignificante entre os dois grupos quanto ao tempo de retração

canina. No grupo 1, a duração da retração frontal e o tempo total de tratamento foi menor em comparação ao grupo 2 ( $P < 0,05$ ). Nenhuma diferença significativa no movimento molar mesial foi encontrada durante a retração canina, mas durante a retração frontal, houve significativamente menor movimento molar mesial no grupo 1 em comparação com o grupo 2 ( $P < 0,05$ ). Finalmente os autores concluíram que, o uso de ancoragem baseada em implantes palatinos não oferece um período de retração canino mais curto, mas resultou em um encurtamento significativo da fase de retração frontal e um tempo total de tratamento reduzido em 5 meses em média. A estabilidade dentária em pacientes adolescentes é adequada para a movimentação dentária pelos dois métodos.

DE ALMEIDA *et al.*, 2013 realizaram um estudo para comparar a eficiência na preservação da ancoragem de braquetes convencionais e autoligáveis após a extração dos primeiros pré-molares superiores utilizando a mecânica do momento diferencial. Para isso 38 pacientes que necessitaram de extração dos primeiros pré-molares superiores e ancoragem máxima durante o fechamento do espaço foram avaliados com base no tipo de braquete. O Grupo 1, foi composto por 23 pacientes, usando braquetes convencionais pré-ajustados com uma fenda de 0,022 polegadas x 0,030 polegadas. O Grupo 2 foi composto por 15 pacientes usando braquetes autoligáveis pré-ajustados de 0,022 polegadas. Os pacientes em ambos os grupos receberam um arco de intrusão de níquel titânio (NiTi) e uma mola de fechamento de NiTi de 150 g para a retração separada dos caninos, seguido por um arco de alça contínua em cogumelo para retrain os incisivos. Radiografias cefálicas laterais foram tiradas no início do tratamento (T1) e na conclusão do fechamento do espaço (T2). As comparações estatísticas foram realizadas com testes t de Student pareados e não pareados. Os resultados mostraram que não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos na perda de ancoragem dos molares superiores ( $3,87 \pm 1,35\text{mm}$  e  $3,65 \pm 1,73\text{mm}$  para os grupos 1 e 2 respectivamente). Apenas o movimento vertical médio da ponta do incisivo foi significativamente diferente entre os grupos ( $G1 = -0,92 \pm 1,46\text{mm}$ ;  $G2 = 0,56 \pm 1,65\text{mm}$ ). Finalmente os autores concluíram que não houve diferenças significativas na quantidade de perda de ancoragem dos primeiros molares superiores entre os sistemas de ancoragem de braquetes convencionais e autoligáveis durante o fechamento do espaço usando momentos diferenciais.

CONDÓ *et al.*, 2013 realizaram um estudo com o fim de analisar a deformação elástica de três tipos de ligaduras elastoméricas, após o uso clínico. Para isso, foram selecionados 9 pacientes submetidos a terapia ortodôntica fixa. O primeiro grupo foi conformado por 3 pacientes usando ligaduras de látex transparentes em forma de anel, (Leone® S.p.A.), o segundo grupo (3 pacientes), usando ligaduras de poliuretano em forma de anel (Micerium® S.p.A.) e o terceiro grupo (3 pacientes), usando ligaduras deslizantes de poliuretano cinza de baixa fricção (Leone® S.p.A.). Três corpos de prova foram aplicados, um para cada tipo de ligadura, dentro da cavidade oral de cada sujeito. As amostras foram mantidas na cavidade oral por 28 dias, ligando fios de aço inoxidável 0,16 X 0,22 polegadas a braquetes pré-molares de aço inoxidável (Leone® S.p.A., Sesto Fiorentino, FI, Itália) para a técnica bidimensional. Após o tempo pré-estabelecido, os sistemas de ligadura foram retirados e lavados. O grupo controle foi constituído por 9 espécimes não utilizados de cada tipo de ligadura. Cada ligadura elastomérica foi observada sob o microscópio eletrônico de varredura (MEV) para determinar as variações de tamanho. O complexo arco-braquete-ligadura também foi analisado. Os resultados mostraram que as ligaduras do grupo 1, apresentaram alterações volumétricas e estruturais significativas. A forma arredondada externa foi bastante mantida, enquanto a forma interna tendeu a parecer quadrada. Os diâmetros externo e interno aumentaram significativamente ( $p < 0,005$  e  $p < 0,0001$  respectivamente), enquanto a espessura diminuiu ( $p < 0,005$ ) quando analisada com o teste t. As ligaduras do grupo 2 mantiveram o design inicial do anel. Os diâmetros externo e interno aumentaram ( $p < 0,0001$ ), enquanto a espessura permaneceu quase inalterada. A borda interna era mais quadrada e apresentava bordas recortadas com extroversões contínuas e irregulares. As ligaduras do grupo 3, mostraram uma alteração dimensional reduzida. Houve um ligeiro aumento em duas dimensões, comprimento e largura, (14-16%) ( $p < 0,05$  e  $p < 0,001$ ), enquanto houve uma diminuição não significativa na espessura (10%). Finalmente, os autores concluíram depois da análise no MEV da morfologia dos três tipos de ligaduras, que as ligaduras de látex e as O-ring de poliuretano sofrem alterações volumétricas e estruturais significativas, após o uso clínico, índice de maior grau de atrito e perda precoce de funcionalidade. Já as ligaduras deslizantes de poliuretano cinza de baixa fricção apresentaram variação limitada de tamanho após o uso clínico.

THIESEN *et al.*, 2013 realizaram um estudo para determinar as características mecânicas do loop de lágrima com e sem hélice, fabricado utilizando diferentes composições de ligas metálicas (aço inoxidável e beta-titânio), submetidas a diferentes intensidades de pré-ativação de dobras (0° e 40°) e com diferentes cortes transversais dimensão do fio usado para construir esses loops (0,017 x 0,025 pol e 0,019 x 0,025 pol). Para isso 80 alças utilizadas para fechar espaços foram submetidas a testes mecânicos. As magnitudes da força horizontal, a razão momento / força e a relação carga / deflexão produzidas pelas amostras foram quantificadas. As alças foram submetidas a uma ativação total de 5,0mm e os valores foram registrados para cada 1,0mm de ativação. Para análise estatística dos dados, foi realizada uma análise de variância e o teste de Comparação Múltipla de Tukey como complemento, considerando um nível de significância de 5%. Os resultados mostraram que em geral, as alças de lágrima com hélice produziram magnitudes menores de força horizontal e razão de carga / deflexão, e maior razão momento / força do que as alças de lágrima sem hélice. Finalmente os autores concluíram que dentre todas as variáveis analisadas, a composição da liga metálica apresentou maior influência na força horizontal e na relação carga / deflexão. A relação momento / força mostrou-se mais influenciada pela pré-ativação de alças para fechamento do espaço.

SONGRA *et al.*, 2014 realizaram um estudo para comparar o tempo de alinhamento inicial e fechamento do espaço de extração com braquetes convencionais e braquetes autoligáveis ativos e passivos. Para isso cem pacientes de 11 a 18 anos, submetidos a terapia com aparelho fixo após a extração de 4 pré-molares foram alocados em três grupos: braquetes convencionais, braquetes autoligáveis ativos e autoligáveis passivos. Todos os indivíduos foram tratados com a mesma sequência de arco e mecânica de fechamento de espaço. O alinhamento do segmento labial e o fechamento do espaço foram medidos em modelos de estudo tomados a cada 12 semanas durante o tratamento. Todas as medidas foram feitas por 1 avaliador que desconhecia o tipo de braquete. Os resultados mostraram que 98 pacientes foram acompanhados até a conclusão do tratamento (convencional, n=20; braquetes autoligáveis ativos, n=37; braquetes autoligáveis passivos, n=41). Os dados foram analisados por meio de modelos lineares mistos e demonstraram um efeito significativo do tipo de braquete no tempo de alinhamento inicial (P=0,001),

que foi menor com os braquetes convencionais. Não houve diferença estatisticamente significativa entre qualquer um dos 3 tipos de braquetes com relação ao fechamento do espaço. Os tempos de fechamento do espaço foram menores na mandíbula, exceto para o braquete Damon 3MX (Ormco, Orange, Calif), onde os tempos de fechamento do espaço ativo e total foram menores na maxila. Finalmente os autores concluíram que, o tempo para o alinhamento inicial foi significativamente menor para o braquete convencional do que para os braquetes autoligáveis, mas que não houve diferença estatisticamente significativa nos tempos de fechamento entre os 3 tipos de braquetes.

COX *et al.*, 2014 realizaram um estudo para avaliar as alterações nas propriedades de decaimento de força das molas de NiTi após o uso clínico. Para isso curvas de força-deflexão pseudoelásticas para 30 molas de NiTi (usadas intra-oralmente) e 15 molas de controle de laboratório correspondentes (condições intra-orais simuladas - saliva artificial, 37°C) foram testadas antes e depois da recuperação por meio de Análise Mecânica Dinâmica (AMD) e a máquina Instron, respectivamente, com o fim de avaliar a quantidade de perda de força e alteração da histerese após 4, 8 ou 12 semanas de tempo de trabalho. O efeito do ambiente oral e o uso clínico nas propriedades da força foram avaliados pela comparação de dados *in vivo* e *in vitro*. Os resultados mostraram que as molas estudadas demonstraram uma diminuição estatisticamente significante da força (~12%) após 4 semanas de uso clínico ( $p < 0,01$ ), com uma redução significativa adicional (~7%) de 4 a 8 semanas ( $p = 0,03$ ) e os níveis de força parecem permanecer constantes a partir de então. O fechamento do espaço clínico a uma taxa média de 0,91mm por mês ainda foi observado, apesar dessa diminuição da força. Os dados de perda de força *in vivo* e *in vitro* não foram estatisticamente diferentes. Finalmente, os autores concluíram que as molas helicoidais de NiTi não entregam forças constantes quando usadas por via oral, mas ainda permitem taxas de fechamento de espaço de ~1mm / mês.

MONINI *et al.*, 2014 realizaram um estudo para avaliar a velocidade de retração canina, perda de ancoragem e mudanças na inclinação de caninos e primeiros molares com braquetes autoligáveis e convencionais. Para isso 25 adultos com má oclusão de Classe I e um plano de tratamento envolvendo extrações de quatro primeiros pré-molares foram selecionados para este estudo randomizado de

controle de boca dividida. Os pacientes tinham braquetes convencionais ou autoligáveis colados aos caninos superiores aleatoriamente. A retração foi realizada com molas helicoidais fechadas de níquel-titânio de 100g, que eram reativadas a cada 4 semanas. Radiografias oblíquas foram feitas antes e depois da retração canina ser concluída, e os cefalogramas foram sobrepostos em estruturas estáveis da maxila. Os pontos cefalométricos foram digitalizados duas vezes por um operador cego para controle do erro, e os seguintes pontos de referência foram coletados: mudanças horizontais da cúspide e ápice canina, mudanças horizontais da cúspide e ápice dos molares e mudanças angulares em caninos e molares. Os resultados mostraram que não foram encontradas diferenças entre os dois grupos para todas as variáveis testadas. Finalmente os autores concluíram que ambos os braquetes apresentaram a mesma velocidade de retração dos caninos e perda da ancoragem ântero-posterior dos molares. Não foram encontradas alterações entre os braquetes em relação à inclinação dos caninos e primeiros molares.

DEEPAK *et al.*, 2014 realizaram um estudo para comparar e medir o controle vertical e o controle de torque de incisivos e molares durante a retração em massa com mini-implantes de titânio e ancoragem molar convencional. Para isso vinte pacientes com extração de todos os primeiros pré-molares e tratados com o sistema MBT de 0,022" foram selecionados. Após o alinhamento e nivelamento dos dentes, foi colocado em todos os pacientes fio SS de 0,019" X 0,025" fixado com curva de torque padronizada. A amostra foi dividida aleatoriamente em 2 grupos, Grupo A/ 10 pessoas e Grupo B/ 10 pessoas. O grupo A, foi tratado com mini-implantes e o Grupo B formou o grupo controle. A retração foi realizada com molas fechadas de NiTi. A avaliação do controle vertical e de torque dos incisivos e da inclinação e controle vertical dos molares foi feita pelo método radiográfico por meio de radiografias cefálicas laterais realizadas antes e após a retração. Os resultados mostraram que o controle de torque dos incisivos, valor P11 no grupo A e B, não indicou diferença significativa. Na ponta do molar, o valor P12 no grupo A indicou que havia inclinação distal dos molares enquanto o P12 no grupo B indicou inclinação mesial. No plano vertical, os valores de P21, P22 e P23 no Grupo A indicaram que houve intrusão de incisivos e molares, enquanto os valores no Grupo B indicaram extrusão de incisivos e molares. Finalmente os autores concluíram que o controle tridimensional é melhor no grupo com implante em comparação com o

grupo sem implante. Portanto, o grupo de implantes definitivamente citou vantagens sobre o método convencional.

WAHABUDDIN *et al.*, 2015 realizaram um estudo para avaliar a eficiência clínica dos mini-implantes na ancoragem de reforço durante a retração inicial de dentes anteriores, assim como verificar a taxa de retração inicial por 8 semanas e avaliar a estabilidade dos MI durante este período. Dezoito MI foram colocados (10 na maxila e 8 na mandíbula) e imediatamente carregados com 200-250 g de força usando molas de Nitinol fechadas de 9mm. A quantidade de espaço fechado foi medida a cada 2 semanas até a oitava semana. As medidas cefalométricas foram feitas no final do estudo para avaliar a perda de ancoragem, se houver. A estabilidade do MI também foi avaliada. Os resultados mostraram que a taxa de retração inicial na maxila ao final das 8 semanas foi de 1,65mm / quadrante e 1,51mm / quadrante na mandíbula. A quantidade de retração do lado esquerdo das arcadas foi de 1,66mm / quadrante e 1,49mm / quadrante do lado direito. A retração inicial média para ambas as arcadas por mês foi de 0,78mm. Uma perda de ancoragem de 0,1mm (0,06%) foi observada na maxila, enquanto nenhuma perda na mandíbula foi registrada. A taxa de retração inicial observada na maxila foi maior do que a obtida na mandíbula. A retração inicial também foi mais no lado esquerdo das arcadas. Não houve perda de ancoragem na mandíbula. Os autores concluíram que, a ancoragem reforçada com MI foi útil para minimizar a perda da ancoragem e aceitou forças de tração pesadas, mas não trouxe uma taxa de retração mais rápida.

METZNER *et al.*, 2015 realizaram um estudo para comparar a eficácia clínica de dispositivos de ancoragem temporários (DAT) e dispositivos funcionais fixos no tratamento de fechamento de espaços. Os autores testaram a hipótese nula de não haver diferença significativa na velocidade de fechamento entre os dois métodos. Para isso, vinte e sete indivíduos, foram incluídos na pesquisa, 15 usando o aparelho Herbst (7 de dupla face / 8 de uma face; n (locais)=22) e 12 usando DATs (2 frente e verso e 10 lados únicos; n (locais)=14). A análise descritiva baseou-se em medições utilizando fotografias intra-orais, tiradas na inserção da mecânica de ancoragem (T1), após a remoção da mecânica de ancoragem (T2), e no final do tratamento. Os resultados mostraram que, a hipótese nula foi rejeitada: A taxa de protração molar média foi significativamente mais rápida no grupo reforçado com Herbst (0,51mm / mês) do que no grupo DAT (0,35). Embora o fechamento total do

espaço por pura protração dos dentes posteriores tenha sido alcançado em todos os casos tratados com Herbst, o fechamento do espaço no grupo DAT foi alcançado em 76,9% dos indivíduos por pura protração dos molares, e foi incompleto em 50% dos casos. Embora tenha havido um deterioro na relação canina em relação à má oclusão de Classe II de Angle em 57,14% dos locais de fechamento de espaço em indivíduos tratados com DAT (indicando uma perda de ancoragem), uma melhora na oclusão canina foi observada em 90,9% dos casos tratados com Herbst. Finalmente os autores concluíram que os pacientes que requerem fechamento rápido do espaço por protração molar em combinação com uma correção da oclusão distal podem se beneficiar do uso de aparelhos Herbst para reforço da ancoragem do segmento anterior, em vez da ancoragem com DAT.

JAMILIAN *et al.*, 2015 realizaram um estudo retrospectivo para comparar os resultados estéticos, periodontais e funcionais do fechamento do espaço ortodôntico versus a substituição por implante em pacientes com perda de incisivos superiores 5 anos após o término do tratamento. O grupo de estudo foi constituído por dez pacientes tratados com fechamento de espaço ortodôntico (seis homens, quatro mulheres, idade média de  $19 \pm 2,1$  anos ao término do tratamento) e dez pacientes tratados com implante (cinco homens, cinco mulheres, idade média de  $20 \pm 1,4$  anos no momento da inserção do implante). A Mobilidade dentária, o índice de placa, a profundidade de sondagem, a infraoclusão, a presença de triângulo preto na gengiva e a função da articulação temporomandibular foram registrados no seguimento de 5,6 anos. A autopercepção da estética dentária também foi avaliada por meio de um questionário de escala visual analógica (EVA). O teste t foi usado para avaliar os dados. Os resultados mostraram que todos os pacientes ficaram igualmente satisfeitos com a aparência dos dentes  $5,6 \pm 0,4$  anos após o término do tratamento. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em relação aos escores EVA dos sujeitos ( $P < 0,857$ ). Não foram encontradas diferenças significativas na mobilidade dentária, índice de placa ( $P < 0,632$ ) e prevalência de sinais e sintomas de disfunção temporomandibular. No entanto, foi observada infraoclusão significativa em todos os pacientes com implante ( $P < 0,001$ ), assim como a profundidade de sondagem também foi significativamente maior neste grupo de pacientes ( $P < 0,001$ ). Finalmente os autores concluíram que o fechamento ortodôntico do espaço e o tratamento com implante de incisivos superiores perdidos,

produziram resultados estéticos semelhantes e bem aceitos. Nenhum dos tratamentos prejudicou a função da articulação temporomandibular. No entanto, a infraoclusão foi evidente em pacientes com implante. Pacientes com fechamento de espaço com ortodontia, também mostraram melhor saúde periodontal em comparação com pacientes tratados com implantes.

KHAN *et al.*, 2016 realizaram um estudo para determinar os efeitos recíprocos no mini-implante com carga imediata em comparação com o atraso na carga durante a retração para fechamento de espaços. O estudo incluiu uma amostra de 25 pacientes ortodônticos, onde todos os casos apresentaram proclinação bi-maxilar com demandas de ancoragem tipo A, e os primeiros pré-molares indicados para extração. Uma técnica de boca dividida para cada paciente foi utilizada carregando o MI imediatamente após a sua colocação em um lado e o implante do lado oposto carregado após um intervalo de tempo de duas semanas após a inserção. Uma força de retração de 150g foi aplicada por três meses de cada lado. O deslocamento da cabeça e cauda do MI e a retração molar do dente anterior foi medido em radiografias panorâmicas realizadas em T1 (inicial) e T2 (após três meses). O teste 't' não pareado foi utilizado para comparação entre os lados esquerdo e direito e o teste 't' pareado para os parâmetros do mesmo lado. Os resultados mostraram que o deslocamento médio da cabeça do implante na carga imediata é de 0,57mm e da cauda 0,75mm. A cabeça e a cauda do implante no carregamento atrasado foram deslocadas em 0,35mm e 0,38mm, respectivamente. Foi observada diferença significativa entre os dois tipos. Finalmente os autores concluíram que o carregamento atrasado é benéfico quando comparado ao carregamento imediato durante o fechamento do espaço de extração.

NORMAN *et al.*, 2016 realizaram um ensaio clínico randomizado de grupo paralelo de dois centros, com o objetivo de comparar o desempenho clínico das molas de níquel titânio (NiTi) versus aço inoxidável (AI) durante o fechamento ortodôntico de espaços. Para isso 30 pacientes ortodônticos que precisavam de tratamento com aparelhos fixos foram inscritos, cada um sendo alocado aleatoriamente em grupos NiTi (n=15) ou AI (n=15). Os modelos de estudo foram construídos no início da fase de fechamento do espaço (T0) e após a conclusão do fechamento do espaço (T1). A taxa de fechamento do espaço alcançada para cada paciente foi calculada por meio de uma medida média da ponta do canino até o

sulco mesiovestibular no primeiro molar permanente de cada quadrante. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre as quantidades de espaço fechado (diferença média 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 as 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. Finalmente os autores concluíram que as molas de aço inoxidável são clinicamente eficazes e que essas molas produzem tanto espaço fechado quanto suas rivais mais caras, as molas NiTi.

HASSAN *et al.*, 2016 realizaram um estudo para comparar os efeitos do uso de braquetes autoligáveis na retração de caninos superiores com mecânica de deslizamento vs braquetes de ligadura convencionais amarrados com ligaduras de metal. Para isso, recrutaram 15 pacientes adultos (4 homens, 11 mulheres; 18-24 anos) com extração bilateral dos primeiros pré-molares superiores. As unidades de randomização foram os caninos superiores direito ou esquerdo do mesmo paciente. Os dois caninos superiores em cada paciente foram aleatoriamente designados para um dos dois grupos em um design de boca dividida simples. Os caninos do grupo 1 (n=15) foram tratados com braquetes autoligáveis (Damon Q™), enquanto os caninos do grupo 2 (n=15) foram tratados com braquetes convencionais (Mini Master Series). Barras transpalatinas foram utilizadas para ancoragem. Após o nivelamento e alinhamento, fios de trabalho de aço inoxidável 0,019 × 0,025 foram colocados. Os caninos foram retraídos usando molas fechadas de níquel-titânio com uma força de 150gm. A quantidade e a taxa de retração canina superior, rotação canina e perda de ancoragem foram medidas em modelos de estudo coletados no início da retração canina (T0) e 12 semanas depois (T1). As diferenças foram analisadas por meio de testes t de amostras pareadas. Os resultados mostraram que houve diferenças de efeito entre os dois grupos estatisticamente significativas (p<0,001). No grupo 1, a quantidade e a taxa de retração canina foram maiores, enquanto a rotação canina e a perda de ancoragem foram menores. Finalmente os autores concluíram que desde o ponto de vista clínico, o fechamento do espaço de extração pode ser realizado de forma mais eficaz usando braquetes autoligáveis, quando comparados com braquetes convencionais.

DIAR -BAKIRLY *et al.*, 2017 realizaram um trabalho de revisão sistemática e meta-análises com o fim de avaliar a eficácia do arco transpalatal (ATP) como dispositivo de ancoragem na prevenção da mesialização dos molares superiores durante a retração dos dentes anteriores após a extração dos pré-molares. A revisão sistemática pretendeu incluir pacientes com indicação de extração bilateral de pré-molares superiores e posterior retração de dentes anteriores, considerando o uso de ATP como ferramenta de ancoragem em um dos grupos de tratamento. A busca foi realizada de forma sistemática, até abril de 2015, nas seguintes bases de dados eletrônicas: Medline, Embase e todas as revisões de medicina baseadas em evidências: OVID, Cochrane Library, Scopus, PubMed e Web of Science. A avaliação do risco de viés foi realizada usando a ferramenta de risco de viés da Cochrane para ensaios clínicos randomizados (RCTs) e o índice metodológico para estudos não randomizados (MINORS). Os resultados mostraram que quatorze artigos foram finalmente incluídos. Nove RCTs e cinco não-RCTs apresentaram risco moderado a alto de viés. Apenas um estudo investigou o uso do ATP em comparação com a ausência de ancoragem, não apresentando diferenças significativas em relação à perda de ancoragem molar. Uma meta-análise mostrou um aumento significativo no controle de ancoragem quando os dispositivos de ancoragem temporários foram comparados com ATP (diferença média [MD] 2,09 [intervalo de confiança de 95% {CI} 1,80 a 2,38], sete ensaios), ATP + arnês (MD 1,71 [ IC de 95% 0,81 a 2,6], quatro tentativas) e arco utilitário ATP + (MD 0,63 [IC de 95% 0,12 a 1,15], 3 tentativas). Finalmente os autores concluíram que com base no risco moderado de viés e com algum nível de certeza, o ATP sozinho não deve ser recomendado para fornecer ancoragem máxima durante a retração dos dentes anteriores em casos de extração.

WINKLER *et al.*, 2017 realizaram um estudo para avaliar o risco de reabsorção radicular apical externa (RRAE) em molares inferiores mesializados devido ao fechamento do espaço em pacientes com agenesia unilateral do segundo pré-molar. O lado contralateral serviu como controle. Para isso foram analisados 25 indivíduos selecionados retrospectivamente (idade média de 14,9 anos). O fechamento do espaço (aproximadamente 10mm) foi realizado com ancoragem esquelética. A RRAE foi mensurada nos caninos permanentes mandibulares, primeiros pré-molares e primeiros molares nas radiografias panorâmicas pré-

tratamento e pós-tratamento. As medidas foram realizadas por 2 examinadores de forma independente e foram corrigidas quanto à distorção e ampliação das radiografias, avaliadas em um estudo piloto. Os resultados mostraram que, o fator médio de ampliação da máquina panorâmica foi de  $29\% \pm 0,3\%$ . A distorção excedeu 5% apenas nos casos de grandes erros de posicionamento ( $> 20^\circ$ ). Os coeficientes de correlação intraclasse mostraram concordância forte a quase perfeita (média, 0,80mm; IC 95%, 0,75-0,85) dos dois examinadores. A análise multivariada de covariância não resultou em diferença na RRAE entre os caninos e pré-molares dos lados de fechamento e controle do espaço. Pelo contrário, houve uma diferença estatisticamente significativa entre os molares mesializados e não-mesializados (0,73mm; intervalo de confiança de 95%, 0,19-1,27). A RRAE total média em cada tipo de dente não excedeu 1mm. Finalmente os autores concluíram que o fechamento do espaço por meio de movimentos dentários extensos na mandíbula é identificado como fator de risco para RRAE; no entanto, a quantidade de reabsorção atribuída ao tratamento não é considerada clinicamente significativa.

SUMATHI FELICITA, 2017 realizou um estudo para explicar a biomecânica da retração em massa dos dentes anterossuperiores e tentar quantificar as diferentes forças e momentos gerados com o uso de mini-implantes, O autor, relatou que a força ideal necessária para realizar a intrusão/retração em massa pode ser calculada por meio de fórmulas matemáticas simples e que depende da posição do mini-implante e da relação deste com o centro de resistência do segmento anterior. Com o uso de certas fórmulas, medições precisas da magnitude da força e do momento gerado nos dentes podem ser calculadas para cada caso clínico. Os resultados mostraram que a força ideal para se obter a intrusão/retração em massa dos dentes anterossuperiores é de 212 gramas por lado. A força aplicada em um ângulo de  $5^\circ$  a  $16^\circ$  em relação ao plano oclusal produz componentes de força que se encontram dentro dos limites fisiológicos. Finalmente, o autor concluiu que, podem ser encontrados diferentes resultados clínicos dependendo da posição do mini-implante e do comprimento do mesmo e que é possível calcular as forças e os momentos gerados para qualquer magnitude de força aplicada. O ortodontista pode aplicar os princípios biomecânicos básicos apresentados neste estudo para calcular as forças e os momentos em diferentes cenários clínicos hipotéticos.

KHLEF *et al.*, 2018 realizaram uma revisão sistemática e meta-análise para avaliar a eficácia da retração em massa com dispositivos de ancoragem esquelética temporária (DAT) versus retração em duas etapas com ancoragem dentária convencional (ADC) em termos de variáveis esqueléticas, dentárias e de tecidos moles, bem como a duração da retração ou tratamento ortodôntico geral. Para isso, foi realizada uma busca eletrônica no PubMed e em outros bancos de dados para ensaios clínicos randomizados (RCTs) e ensaios clínicos controlados (ECCs) entre janeiro de 1990 e abril de 2018. A bibliografia em cada artigo identificado foi verificada. Além disso, a busca manual foi realizada no mesmo período em cinco revistas ortodônticas principais. Pacientes adultos submetidos a tratamento ortodôntico fixo com exodontia de pré-molares superiores seguida de retração em massa no grupo experimental e retração em duas etapas dos dentes anteriores superiores no grupo controle. Índice metodológico para estudos não randomizados para ECCs e a ferramenta de risco de viés da Cochrane para RCTs foram aplicados. Os resultados mostraram quatro artigos (dois RCTs e dois ECCs) incluídos nesta revisão, todos adequados para a síntese quantitativa. Não houve diferença significativa entre os grupos de retração em massa e retração em duas etapas em termos de ângulos SNA, SNB, ANB e MP-SN. O uso de DATs deu resultados significativamente melhores em termos de ancoragem posterior e inclinação dos incisivos, e maior retração dos dentes anteriores em comparação com ADC (diferença média padronizada [SMD]=-3,03mm,  $P < 0,001$ ; SMD=0,74 °,  $P=0,003$ ; SMD=-0,46mm,  $P=0,03$ , respectivamente). A retração em massa usando DATs causou um aumento significativamente maior no ângulo nasolabial, maior diminuição no ângulo de convexidade facial e maior retração do lábio inferior em comparação com a combinação de duas etapas / ADC (diferença média ponderada=4,73°,  $P=0,007$ ;  $P=0,0435$ ; SMD=-0,95mm,  $P=0,01$ , respectivamente). Os autores finalmente concluíram que, há evidências de fraca a moderada de que o uso de DATs com retração em massa causaria melhor ancoragem posterior e inclinação dos incisivos, e maior retração dos dentes anteriores do que usar ADC em duas etapas, assim mesmo há evidências de fraca a moderada de que o uso dos DATs levaria a uma melhora no perfil facial. De acordo com a qualidade da evidência, confirmamos a necessidade de mais RCTs bem conduzidos no campo da retração em massa.

MOHAMMED *et al.*, 2018 realizaram uma revisão sistemática para avaliar a eficácia das molas de fechamento de níquel titânio (NiTi) e as cadeias de força elastoméricas no fechamento de espaço ortodôntico, assim como avaliar os efeitos adversos periodontais, eficiência de custo e resultados centrados no paciente entre ambos métodos. Para isso os autores realizaram uma busca eletrônica em bases de dados online (Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), MEDLINE, EMBASE, Scopus, LILACS e Web of Science), sem restrição de idioma até novembro / 2017. Dois autores cegamente e em duplicado estiveram envolvidos na seleção dos estudos, avaliação da qualidade e extração de dados. Apenas ensaios clínicos randomizados (RCTs) foram incluídos. A qualidade dos estudos foi avaliada usando a ferramenta de risco de viés da Colaboração Cochrane. Intervalos de confiança de 95% e diferença média para dados contínuos foram calculados. Os resultados mostraram que de 187 registros, 4 RCTs preencheram os critérios e foram incluídos na síntese quantitativa. O fechamento mais rápido do espaço com NiTi-CS foi observado com uma diferença média de (0,20mm / mês, IC 95%: 0,12 a 0,28). A perda de ancoragem parece ser semelhante nos dois grupos quando sintetizada qualitativamente. Com exceção da perda de ancoragem, os desfechos secundários não puderam ser investigados nos estudos incluídos. Finalmente os autores concluíram que há uma qualidade moderada de evidência sugerindo um fechamento mais rápido do espaço ortodôntico com o NiTi-CS quando comparado as cadeias de força elastoméricas. Uma quantidade comparável de perda de ancoragem foi observada independentemente do método de fechamento do espaço utilizado. Outros ensaios clínicos randomizados de alta qualidade com grupos paralelos, relatando os efeitos adversos e valores centrados no paciente, são recomendados.

YANG *et al.*, 2018 realizaram um estudo de revisão sistemática, para comparar a eficácia dos braquetes autoligáveis e os braquetes convencionais (BCs) nas mudanças transversais e no fechamento do espaço, bem como na eficiência do alinhamento e no tempo de tratamento. Para isso todos os ensaios clínicos controlados randomizados (RCTs) publicados anteriormente sobre o tema, foram pesquisados por meio de bancos de dados eletrônicos (MEDLINE, Cochrane Central Register of Controlled Trials, EMBASE, Plataforma de Registro de Ensaios Clínicos Internacionais da Organização Mundial da Saúde, Banco de Dados de Literatura

Biomédica Chinesa, China National Knowledge Infrastructure). Além disso, periódicos relevantes foram pesquisados manualmente. A extração de dados foi realizada de forma independente por dois revisores e a avaliação do risco de viés foi executada usando a ferramenta da Colaboração Cochrane. Discrepâncias foram resolvidas por discussão com um terceiro revisor. As meta-análises foram conduzidas usando o Review Manager (versão 5.3). Os resultados mostraram um total de 976 pacientes incluídos em 17 RCTs, dos quais 11 puderam ser produzidos quantitativamente e 2 apresentaram baixo risco de viés. As análises encontradas, favorecem o uso de BCs para a expansão da largura intercanina mandibular, já os braquetes de autoligado se mostraram mais eficazes na expansão posterior. Além disso, os BCs tinham uma vantagem aparente durante curtos períodos de tratamento. No entanto, não houve diferença entre os dois tipos de braquetes quanto a fechamento de espaços. Os autores concluíram que com base nas evidências atuais obtidas de RCTs, os braquetes de autoligado não mostram superioridade clínica em comparação aos BCs na expansão das dimensões transversais, fechamento de espaço ou eficiência ortodôntica. Outros estudos de alto nível envolvendo ensaios clínicos randomizados e controlados são necessários para confirmar esses resultados.

MILES *et al.*, 2018 realizaram um ensaio clínico randomizado com o objetivo de avaliar o efeito do aparelho AcceleDent Aura (OrthoAccel Technologies, Houston, Tex) na taxa de fechamento do espaço de extração dos pré-molares superiores em pacientes adolescentes. Para isso 40 adolescentes Classe II tratados com aparelhos fixos completos e extrações de pré-molares superiores foram selecionados. Os pacientes foram recrutados em um consultório particular e tratados por um clínico. A randomização foi realizada em blocos de 20 pacientes designados a um grupo sem aparelho ou ao grupo com aparelho AcceleDent Aura com as alocações escondidas em envelopes opacos e lacrados. Tanto o operador quanto o avaliador do resultado estavam cegos; entretanto, não era possível cegar os pacientes. Modelos foram tirados do arco superior no início do fechamento do espaço e pouco antes do fechamento completo do espaço. O espaço foi medido paralelo ao plano oclusal das pontas das cúspides dos dentes mesial e distal aos espaços de extração. Os resultados mostraram que não houve nenhuma diferença clínica (0,05mm por mês; intervalo de confiança de 95% [IC], -0,24, 0,34) ou

estatisticamente significativa na taxa de fechamento do espaço ( $P=0,74$ ). Em ambas as análises univariável e multivariável, a taxa média de movimento dentário foi mais lenta em 0,13mm por mês (IC 95%, -0,26, 0,005) no lado esquerdo em comparação com o lado direito, mas isso não foi estatisticamente significativo ( $P=0,06$ ). Finalmente os autores concluíram que o aparelho AcceleDent Aura não teve efeito na taxa de fechamento do espaço de extração dos pré-molares superiores.

KLANG *et al.*, 2018 realizaram um estudo para avaliar a hipótese nula de que há mudanças significativas na relação sagital dos caninos, expressa como uma perda de ancoragem anterior após o fechamento do espaço com mesialização molar. Os autores relatam que o fechamento do espaço controlado em casos de aplasia isolada do segundo pré-molar inferior, sem extração de contrapeso superior é um desafio para os dentistas. Para o estudo, foram incluídos 25 pacientes com pelo menos uma aplasia pré-molar inferior e conclusão do tratamento ortodôntico com aparelho lingual personalizado (ALP), em combinação com o aparelho Herbst. Os critérios de exclusão foram a ausência de extrações maxilares contrabalançadas, bem como aplasia dentária adicional. Um total de 33 fechamentos de espaço simples para aplasia pré-molar inferior (lado direito / esquerdo 17/16) foram avaliados em (T0), inserção do aparelho Herbst (T1), após o intervalo de fechamento (T2) e após a retirada do aparelho (T3). Os resultados mostraram que o espaço médio de aplasia em T0 foi de 7,5mm. O fechamento completo do espaço foi alcançado em todas as situações e a hipótese nula foi rejeitada. Houve uma melhora significativa nas relações caninas iniciais (oclusão distal média de 3,5mm no T0) para uma média de 0,1mm no T3. Quando avaliadas em relação ao plano de tratamento individual, foram alcançadas melhorias planejadas como: fechamento de espaço 100%, relação canina 97,5%, overjet 93,9%, sobremordida 96,4% e raízes paralelas no local de fechamento 93,9%. Finalmente os autores concluíram que, a ancoragem do aparelho Herbst em combinação com a mecânica de tração de cabo duplo e um ALP para fechamento do espaço ortodôntico, pode proporcionar resultados previsíveis e de alta qualidade em pacientes com aplasia pré-molar inferior.

PERVIN *et al.*, 2018 realizaram uma revisão sistemática e meta-análises de pacientes ortodônticos tratados com aparelhos fixos pré-ajustados, exigindo fechamento de espaço na arcada superior, comparando a retração em massa e em

duas etapas, para isso foram usadas as fontes de dados Medline, Scopus, Web of Science, PubMed e Cochrane Central Register of managed Trials (CENTRAL). A busca do material abarcou estudos de ensaios clínicos controlados randomizados (RCTs) e ensaios clínicos controlados prospectivos (ECCPs), não houve restrição quanto ao idioma ou data de publicação. Os estudos retrospectivos foram excluídos. A extração de dados foi realizada de forma independente por dois revisores e qualquer discordância resolvida por um terceiro revisor. A ferramenta Cochrane de risco de viés foi usada para avaliar a qualidade dos ensaios clínicos randomizados. A escala Newcastle-Ottawa foi usada para avaliar a qualidade dos ECCPs. Um modelo de efeitos aleatórios foi usado em antecipação à heterogeneidade. Os resultados mostraram 8 estudos (quatro RCTs; e quatro ECCPs) envolvendo um total de 334 pacientes. Dois ensaios clínicos randomizados foram considerados de baixo risco de viés e dois de alto risco de viés. Três ECCPs foram considerados de alta qualidade e um de baixa qualidade. Quatro estudos contribuíram para a meta-análise; um ECCP e três RCTs. Houve uma diferença estatisticamente significativa a favor da combinação em massa / mini-implante para a preservação da ancoragem. Diferença média (SMD)=2,55mm (IC 95%; - 2,99 a - 2,11 e retração dos incisivos superiores SMD=- 0,38mm (IC 95%; - 0,70 a - 0,06). A síntese narrativa sugere que a retração em massa requer menos tempo do que a retração em duas etapas, sem diferença na quantidade de reabsorção radicular apical. Finalmente os autores concluíram que, a retração em massa e a retração em duas etapas são formas eficazes de fechamento do espaço, sendo a retração em massa superior na preservação da ancoragem e na duração do tempo de tratamento; no entanto, nenhuma diferença é observada na reabsorção radicular apical.

RIZK *et al.*, 2018 realizaram uma revisão sistemática, com o objetivo de comparar a eficácia dos métodos de retração em massa e em duas etapas durante o fechamento do espaço ortodôntico, em relação à preservação da ancoragem e retração do segmento anterior e avaliar seu efeito na duração do tratamento e reabsorção radicular. Para isso foi realizada uma pesquisa eletrônica com ensaios clínicos randomizados e prospectivos controlados. O processo de seleção do estudo, extração de dados e avaliação da qualidade foi realizado por dois revisores de forma independente. Como resultado foi apresentada uma revisão narrativa, onde foram incluídos 8 estudos na síntese qualitativa e 4 estudos na síntese quantitativa.

A combinação em massa / mini-parafuso mostrou uma diferença média padrão estatisticamente significativa em relação à preservação da ancoragem - 2,55mm (IC 95% - 2,99 a - 2,11) e a quantidade de retração do incisivo superior - 0,38mm (IC 95% - 0,70 a - 0,06) quando comparada a uma combinação de ancoragem convencional / em duas etapas. A síntese quantitativa sugeriu que a retração em massa requer menos tempo do que a retração em duas etapas, sem diferença na quantidade de reabsorção radicular. Finalmente os autores concluíram que os métodos de retração em massa e em duas etapas são eficazes durante a fase de fechamento do espaço e que a combinação em massa / mini-parafuso é superior à combinação de ancoragem convencional / de duas etapas em relação à preservação da ancoragem e quantidade de retração.

DAVIS *et al.*, 2018 realizaram um estudo para comparar a taxa de retração canina entre a ancoragem molar convencional e a ancoragem de mini-implantes na maxila e mandíbula, assim como comparar a quantidade de perda de âncora entre os lados ancorado no MI e ancorado no molar durante a retração de caninos na maxila e mandíbula. Para isso dez pacientes foram incluídos no estudo. Os MI foram carregados imediatamente com a aplicação de uma força de 100g. As medidas foram feitas em radiografias cefálicas laterais pré-retração e pós-retração. Uma linha traçada verticalmente do plano sela-násio através do ponto pterigomaxilar distal foi usada como linha de referência. Os resultados mostraram que as taxas médias de retração canina foram de 0,95 e 0,82mm / mês na maxila nos lados do MI e molar, respectivamente, e foram de 0,81 e 0,76mm / mês na mandíbula nos lados do MI e molar, respectivamente. A perda de ancoragem média foi de 0,1mm no lado do MI e 1,3mm no lado molar da maxila e 0,06mm no lado do MI e 1,3mm no lado molar da mandíbula. A mudança média na inclinação molar foi de 0,3° no lado do MI e 2,45° no lado molar da maxila e foi de 0,19° no lado do MI e 2,69° no lado molar da mandíbula. Finalmente os autores concluíram que a ancoragem com MI é uma alternativa mais eficiente quando comparada a à ancoragem do molar.

LIU *et al.*, 2019 realizaram um estudo translacional com o fim de avaliar a ortodontia lingual, combinando o ensaio clínico e o método de elementos finitos 3-D (EF). Para isso, vinte casos de extração de pré-molares superiores tratados com aparelhos linguais personalizados foram recrutados. A análise das radiografias cefalométricas e dos registros de gesso mostrou que o "efeito de arqueamento", que

é um dos principais efeitos colaterais da ortodontia lingual, ocorreu durante a primeira etapa. A fim de traduzir o problema para a pesquisa biomecânica, foi introduzido um modelo de elementos finitos 3-D (EF) de um sistema ortodôntico lingual personalizado, construído a partir de dados de tomografia computadorizada humana, considerando, a maxila e o ligamento periodontal (LP). A tendência dos movimentos dentais em três dimensões e a distribuição das tensões no LP foram analisadas por diferentes métodos de carregamento mecânico. A análise 3-D EF confirmou os "efeitos de arqueamento" e movimentos dentais inesperados com a aplicação de força de retração lingual única. Curiosamente, também foi observado que a aplicação de forças nos lados vestibular e lingual, poderia prevenir o "efeito de arqueamento". Para o ensaio clínico, foi aplicada a força nos lados vestibular e lingual durante a fase de fechamento do espaço por 4 meses e foi confirmado que está mecânica poderia corrigir e prevenir o "efeito de curvatura" clinicamente. Com base nos resultados, os autores concluíram que as forças vestibular e lingual devem ser usadas durante o fechamento do espaço na Ortodontia Lingual para prevenir e corrigir o "efeito de arqueamento" e que além disso, a magnitude da força vestibular não deve ser inferior à força do lado lingual.

SCHNEIDER *et al.*, 2019 realizaram um estudo para comparar a retração em massa (RM) e a retração em duas etapas (RDE) durante o fechamento do espaço. Para isso quarenta e oito pacientes adultos com protrusão bimaxilar planejados para tratamento com extração dos quatro primeiros pré-molares foram selecionados. Todos os pacientes foram alocados aleatoriamente em uma proporção de 1: 1 para o grupo RM (n=24) ou o grupo RDE (n=24). Radiografias cefálicas laterais e radiografias cefálicas oblíquas a 45° foram realizadas antes da retração (T1) e após o fechamento do espaço (T2). Os cefalogramas foram digitalizados e sobrepostos ao melhor ajuste anatômico da maxila e mandíbula por um operador que estava cego para o grupo de tratamento. Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas na inclinação dos incisivos e molares entre os dois grupos. Os autores finalmente concluíram que não houve diferenças significativas na quantidade de retração dos incisivos e perda de ancoragem dos molares entre a técnica de RM e a técnica RDE e que as alterações no incisivo e na inclinação dos molares foram semelhantes nos grupos, com as coroas mostrando mais movimento que o ápice.

LIU *et al.*, 2019 realizaram uma meta-análise com o objetivo de comparar as mudanças do perfil do tecido mole usando técnicas convencionais de ancoragem e fechamento de espaço baseado em mini-implantes (MI), em pacientes com protrusão dentoalveolar. Para isso bancos de dados eletrônicos, como PubMed, Embase e Cochrane Central Register of Controlled Trials foram pesquisados em busca de literatura relevante desde o seu início até dezembro de 2017, de acordo com os critérios específicos de inclusão e exclusão. Os seguintes termos do Medical Subject Heading foram usados para a pesquisa: "esqueleto", "dispositivos de ancoragem temporária", "implante de mini-implante", "mini-implante", "micro-implante". Ensaio clínico randomizados selecionados (RCTs) foram avaliados quanto à sua qualidade usando a ferramenta Risk of Bias da Cochrane, enquanto a escala Newcastle-Ottawa foi usada para não RCTs. Os resultados mostraram um total de 5 artigos (2 RCTs com risco moderado de viés e 3 estudos não-RCT de alta qualidade) incluídos na análise final. O ângulo nasolabial teve mudanças significativamente maiores no grupo MI do que no grupo de ancoragem convencional (SMD=0,68, IC 95%=0,39-0,97,  $P < 0,0001$ ). Retração significativamente maior do lábio superior foi observada no grupo MI do que no grupo convencional (SMD=-0,51, IC 95%=-0,84 a -0,18;  $P=0,002$ ). Nenhuma diferença significativa foi observada na convexidade facial (SMD=-0,34, IC 95%=-0,76 a 0,07,  $P=0,106$ ) e retração do lábio inferior (SMD=0,28, IC 95%=-1,72 a 2,28,  $P=0,784$ ) entre os grupos. Os autores finalmente concluíram que foi visto que os MIs facilitaram o perfil de tecidos moles quando comparados aos dispositivos de ancoragem convencionais. No entanto, mais estudos de alta qualidade são necessários para confirmar a eficácia clínica dos MIs.

ALHARBI *et al.*, 2019 realizaram uma revisão sistemática para avaliar a eficácia dos mini-implantes (MI) no reforço da ancoragem durante a retração em massa dos dentes anteriores em comparação aos aparelhos convencionais de ancoragem. Foi realizada uma pesquisa abrangente nas bases de dados eletrônicas; Cochrane Database of Systematic review, Cochrane Central Register of Controlled Trials, MEDLINE via PubMed e bancos de dados Scopus. Pesquisas adicionais de dados em andamento e não publicados e busca manual de periódicos relevantes também foram realizadas, as pesquisas foram restritas a ensaios clínicos randomizados (RCTs) publicados em inglês. A coleta e as análises de dados foram

realizadas por seleção de estudos cegos e não duplicados, extração de dados e avaliação de risco de viés. O desfecho primário foi a quantidade de movimento mesial do primeiro molar permanente superior (perda de ancoragem), enquanto os desfechos secundários incluíram a duração do tratamento, número de visitas, efeitos adversos e desfechos centrados no paciente. O risco de viés foi avaliado usando a ferramenta Cochrane de risco de viés. Um modelo de efeitos aleatórios com seu intervalo de confiança (IC) de 95% correspondente foi gerado para resultados comparáveis. A heterogeneidade estatística entre os estudos foi avaliada usando o teste I<sup>2</sup> e Chi<sup>2</sup>. Os resultados mostraram 6 RCTs que preencheram os critérios de inclusão e os dados de 241 pacientes (250 MI e 134 aparelhos de ancoragem convencionais) foram meta-analisados. As qualidades dos RCTs incluídos variaram de baixa a alta. A diferença média padronizada (SMD) da perda de ancoragem entre os dois grupos de intervenção foi de 2,07mm (IC 95% (-3,05) a (-1,08),  $p < 0,001$ , I<sup>2</sup>=88%, 6 RCTs) em favor dos MI, que também foi preservado após a exclusão do alto risco de estudos de viés (SMD 1,94mm, 95% CI (-2,46) a (-0,42)  $p < 0,001$ , I<sup>2</sup>=93%, 3 RCTs)). As informações sobre a duração geral do tratamento, duração do fechamento do espaço, qualidade do tratamento, resultados relatados pelo paciente, efeitos adversos e número de visitas foram limitadas. Finalmente os autores concluíram que há evidência de qualidade moderada de que os MI são clínica e estatisticamente mais eficazes na preservação da ancoragem ortodôntica do que os aparelhos convencionais. No entanto, essa conclusão é apoiada por um pequeno número de estudos com qualidades variáveis. RCTs de alta qualidade dariam um melhor entendimento da eficácia dos MI no fornecimento de ancoragem ortodôntica.

BARTHÉLEMI *et al.*, 2019 realizaram um estudo para avaliar a eficiência dos dispositivos de ancoragem temporária (DATs), durante a retração dos dentes anteriores, em casos de extração de pré-molares superiores. Para isso, foram selecionados 34 pacientes (12 a 50 anos) para os quais eram indicadas extrações bilaterais do primeiro ou segundo pré-molar maxilar. Os pacientes foram alocados em dois grupos. Grupo 1 (17 pacientes) tratados com DATs e o Grupo 2 (17 pacientes) Grupo controle. A retração dos dentes anteriores foi obtida com ancoragem esquelética no grupo DAT e ancoragem dentária convencional no grupo controle. A tomografia computadorizada foi realizada após o alinhamento dos dentes, e uma segunda tomografia computadorizada foi realizada ao final do

fechamento do espaço de extração em ambos os grupos. Uma sobreposição tridimensional foi realizada para visualizar e quantificar o movimento do primeiro molar superior durante a fase de retração, que foi o desfecho primário, e a estabilidade do movimento DAT, que serviu como desfecho secundário. Os resultados mostraram que, os dois grupos apresentaram diferença significativa na movimentação dos primeiros molares superiores, com perda de ancoragem menos significativa no grupo DAT do que no grupo controle. Além disso, o movimento DAT mostrou apenas um leve movimento mesial no lado labial. No lado palatino, o movimento DAT mesial foi maior. Finalmente os autores concluíram que, em comparação com a ancoragem dentária convencional, os DATs podem ser considerados uma fonte eficiente de ancoragem durante a retração dos dentes anteriores superiores. Os DATs permanecem estáveis quando corretamente colocados no osso durante a fase de retração dentária anterior.

MALIK *et al.*, 2020 realizaram uma revisão sistemática para comparar a perda de ancoragem durante a retração de caninos após a extração de pre-molares entre braquetes convencionais (BC) e autoligáveis (BAL). Para isso foi realizada uma busca eletrônica nos bancos de dados Cochrane, Scopus, Web of Science, PubMed, Dental & Oral Science e CINAHL. Ensaio clínicos randomizados ou não randomizados publicados na língua inglesa em seres humanos foram incluídos. O desfecho primário estudado foi perda de ancoragem; os resultados secundários foram a velocidade de retração e quantidade total de retração canina. Dois pesquisadores realizaram extração de dados e seleção de estudos de forma independente. O risco de viés foi calculado usando a ferramenta de avaliação de risco de viés da Cochrane. O software RevMan foi utilizado para a síntese quantitativa dos dados. Os resultados da pesquisa bibliográfica em todas as bases de dados geraram 10.439 acertos, dos quais cinco estudos foram incluídos na síntese qualitativa que atenderam aos critérios de inclusão. Quatro estudos foram ensaios clínicos randomizados (RCTs), e um era um ensaio de controle não randomizado, com 100 indivíduos incluídos. Todos os estudos usaram um desenho de boca dividida. Dos cinco estudos incluídos, apenas um relatou diferenças significativas entre BC e BAL para perda de ancoragem, velocidade de retração e quantidade total de retração canina ( $P\text{-valor} \leq 0,001$ ). Quatro estudos foram incluídos na meta-análise, que não mostrou diferença na quantidade de ancoragem entre os

braquetes autoligáveis e convencionais (diferença média ponderada - 0,22; IC 95% [-0,82; 0,38]; P=0,48). Esta revisão sistemática e meta-análise encontrou evidências insuficientes para sugerir uma diferença significativa na perda de ancoragem entre os grupos BC e BAL. A escassez de evidências atuais dita que mais estudos são necessários para estabelecer canonicamente a superioridade clínica de um sobre o outro.

TIAN *et al.*, 2020 realizaram uma revisão sistemática para avaliar a eficácia dos dispositivos ortodônticos de ancoragem temporária na retração de caninos durante a técnica em duas etapas. Para isso foi realizada uma busca 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). O risco de viés foi avaliado usando a ferramenta Cochrane de risco de viés para ensaios clínicos randomizados (RCTs) e o risco de viés em estudos não randomizados de intervenções (ROBINS-I), ferramenta para ensaios clínicos controlados (ECCs). A abordagem de Classificação de Recomendação, Avaliação, Desenvolvimento e Avaliação (GRADE) foi usada para a avaliação da qualidade. Os dados relativos à diferença média no movimento molar mesial e extensão da retração canina foram extraídos para análise estatística. As diferenças médias e intervalos de confiança de 95% foram analisados para dados contínuos. Uma meta-análise com um modelo de efeitos aleatórios para resultados comparáveis foi realizada. Os resultados mostraram que três RCTs e cinco ECCs foram finalmente incluídos. A meta-análise mostrou um aumento significativo não apenas na preservação da ancoragem no grupo de MI, tanto na maxila (1,56mm, IC 95%: 1,14 a 1,98, P<0,00001) e na mandíbula (1,62mm, IC 95%: 1,24 a 2,01, P<0,00001), mas também na retração canina na maxila (0,43mm, IC 95%: 0,16 a 0,69, P=0,001) e na mandíbula (0,26mm, IC 95%: 0,02 a 0,49, P=0,03). Finalmente os autores concluíram que existem evidências de qualidade muito baixa mostrando que a ancoragem com MI é mais eficiente do que a ancoragem convencional durante a retração de caninos e que estudos adicionais de alta qualidade são necessários.

BERTL *et al.*, 2020 realizaram um estudo para avaliar se o momento do início do fechamento do espaço ortodôntico, após a extração do dente permanente, afeta a incidência de fissuras gengivais (FGs). Para isso foram selecionados 25

pacientes que necessitavam de extração bilateral de pré-molares por motivos ortodônticos, um pré-molar, escolhido aleatoriamente, foi extraído 8 semanas antes do início do fechamento do espaço ("movimento retardado", MR), enquanto o pré-molar contralateral foi extraído 1 semana antes ("movimento precoce", MP). A presença ou ausência de FG após 3 e 6 meses, foi registrada e qualquer associação com vários parâmetros (ou seja, grupo de tratamento, ponto no tempo, sexo, mandíbula, crescimento craniofacial, biótipo gengival, deiscência óssea bucal após a extração, fechamento de espaço) foi avaliada estatisticamente. Os resultados mostraram que no geral, as FGs foram frequentes após 3 (MR: 53,9%; MP: 69,2%) e 6 meses (MR: 76,9%; MP: 88,5%). No grupo MP ( $P=0,014$ ) foi observado que o fechamento de espaço maior dentro do período de estudo ( $P=0,001$ ) resultou em uma incidência significativamente maior de FG. Além disso, houve uma tendência para o desenvolvimento de FG na presença de deiscência óssea vestibular ( $P=0,052$ ) e biótipo gengival fino ( $P=0,054$ ). "Movimentadores rápidos" (aqui casos com movimento dentário  $\geq 1$ mm por mês) desenvolveram FG em  $>90\%$  dos casos já após 3 meses. "Slow movers" desenvolveram FGs em 25% e 70% após 3 meses a avaliação final, respectivamente. Os autores finalmente concluíram que o desenvolvimento de FGs é um achado frequente durante o fechamento do espaço ortodôntico e parece ocorrer mais frequentemente com o início precoce da movimentação dentária e em "movimentos rápidos".

#### 4. DISCUSSÃO

Na atualidade, as extrações dentárias fazem parte do arsenal de opções do tratamento ortodôntico, é por isso que devem ser consideradas e estudadas durante a planificação da terapêutica; sendo de grande importância a valorização clínica e radiográfica prévia, assim como a análises precisa dos dentes a serem extraídos e o espaço a ser distribuído (JAMILIAN *et al.*, 2015; BERTL *et al.*, 2020).

O fechamento de espaços é um dos processos mais desafiadores na Ortodontia e requer uma compreensão sólida de conceitos biomecânicos, a fim de evitar efeitos colaterais indesejáveis. Compreender o fundamento biomecânico possibilita uma melhor definição das opções de tratamento (BERTL *et al.*, 2020). Apesar de haver uma variedade de desenhos de aparelhos, o tratamento pode ser realizado por meio da mecânica de arco segmentado ou com a mecânica de deslizamento, cada técnica apresenta vantagens e desvantagens (METZNER *et al.*, 2015; KLANG *et al.*, 2018).

A mecânica do arco segmentado tem como vantagens a ausência de atrito entre o *bracket* e o fio, os níveis de força mais fáceis de serem avaliados clinicamente e a relação momento/ força, entre os segmentos anterior e posterior, previsível e controlável durante a retração. No entanto, esta técnica requer habilidades adicionais e mais tempo para dobrar os arcos. Outras desvantagens são a irritação dos tecidos moles, o acúmulo de placa e a inclinação descontrolada que pode ser causada se uma boa curvatura não for realizada (UGGERI *et al.*, 2011).

Nesta mecânica as alças nos arcos de aço, são utilizados com o fim de armazenar as forças ou reduzi-las, estes loops devem produzir uma força contínua, mas controlada, com margens de segurança para limitar sua função (THIESEN *et al.*, 2013). Dentre os dispositivos descritos na literatura, existe uma grande variedade de alças e arcos segmentados que podem ser usados para a movimentação dos dentes, UGGERI *et al.*, relataram que a presença de uma hélice na configuração das alças pode ter forte influência na força sagital produzida e na relação carga-deformação; assim mesmo os autores defenderam que os loops

usando liga de BT apresentaram liberação de forças mais leves; quando comparados aos loops de AI (UGGERI *et al.*, 2011).

A mecânica de deslizamento, evita a aplicação de forças pesadas, uma vez que a força não é gerada pelo próprio arco. Tem a vantagem de que não requer configurações complexas e sua instalação é menos demorada e mais simples, além de que proporciona maior conforto para o paciente, porém também apresenta desvantagens, como maiores probabilidades de gerar inflexão dentária e atrito gerado na interface braquete-fio-ligadura. (METZNER *et al.*, 2015).

O atrito presente durante a mecânica de deslizamento representa um grande desafio clínico para os ortodontistas, pois altos níveis podem reduzir a eficácia da mecânica, diminuir a eficiência da movimentação dentária e dificultar o controle da ancoragem (CONDÓ *et al.*, 2013).

O nível de atrito depende de vários fatores, incluindo o tipo de braquete e arco principal usado. Os braquetes de aço inoxidável deslizam-se com relativa facilidade sobre os fios de aço, ao contrário dos fios que contêm titânio, que têm uma superfície mais áspera e produzem maior atrito; da mesma forma, a cerâmica usada em alguns braquetes proporcionam uma superfície mais rugosa que também aumenta o atrito (COX *et al.*, 2014).

O tipo de braquete proporciona diferentes coeficientes de atrito, devido à qualidade da superfície. Na literatura existem vários estudos comparando a eficácia dos braquetes autoligados vs os convencionais no tratamento ortodôntico de fechamento de espaços.

Alguns autores relataram que não existem diferenças significativas entre os dois tipos de braquetes quando comparando o tempo de tratamento, a perda de ancoragem e os resultados oclusais (DIBIASE *et al.*, 2011; DE ALMEIDA *et al.*, 2013; SONGRA *et al.*, 2014; MONINI *et al.*, 2014; YANG *et al.*, 2018; MALIK *et al.*, 2020). Já HASSAN *et al.*, relataram que os braquetes de autoligado proporcionaram uma taxa de retração canina maior e menor perda de ancoragem, concluindo que desde o ponto de vista clínico, o fechamento do espaço de extração pode ser realizado de forma mais eficaz usando braquetes de autoligado (HASSAN *et al.*, 2016).

Alguns materiais ortodônticos comumente usados para o fechamento de espaços fornecem altas forças iniciais que decaem rapidamente antes da reativação; os materiais de níquel-titânio prometem superar esse problema de deterioração rápida (MITRA *et al.*, 2011; CONDÓ *et al.*, 2013; NORMAN *et al.*, 2016; MOHAMMED *et al.*, 2018).

NIGHTINGALE *et al.*, em 2003, relataram que não foram encontradas diferenças estatísticas relevantes durante o fechamento de espaços usando molas helicoidais de NiTi e cadeias elastoméricas, a diferença destes autores, Mohammed *et al.* em 2018, relataram que há uma qualidade moderada de evidência sugerindo um fechamento mais rápido do espaço ortodôntico usando as molas de NiTi (MOHAMMED *et al.*, 2018).

COX *et al.*, mostraram que as molas de NiTi perdem aproximadamente 12% de sua força inicial após 4 semanas de uso clínico. Uma queda adicional na força ocorre entre 4 e 8 semanas de uso, mas os níveis de força parecem se estabilizar depois disso. Os autores relataram que, apesar de uma diminuição nos níveis de força nas molas de NiTi, o fechamento dos espaços é de cerca de 1mm por mês (COX *et al.*, 2014).

A demanda por tratamentos ortodônticos mais eficientes e mais rápidos é crescente na ortodontia contemporânea. O controle adequado da ancoragem é indispensável para que a movimentação ortodôntica aconteça conforme planejado e no menor espaço de tempo possível. A introdução dos dispositivos temporários de ancoragem esquelética representa um novo paradigma para a realização dos tratamentos ortodônticos sem depender da cooperação do paciente (BORSOS *et al.*, 2012; DEEPAK *et al.*, 2014; BARTHÉLEMI *et al.*, 2019).

As mecânicas que proporcionem maior estabilidade e ancoragem durante o tratamento ortodôntico têm sido muito estudadas nos últimos anos, já que o gerenciamento de ancoragem é essencial para o sucesso do tratamento com aparelhos fixos (WAHABUDDIN *et al.*, 2015; LIU *et al.*, 2019). Atualmente existe um consenso sobre a eficácia da ancoragem esquelética para a retração dos dentes anteriores, uma vez que não compromete os posteriores (KHAN *et al.*, 2016; ALHARBI *et al.*, 2019).

Estudos recentes demonstram que, a ancoragem esquelética é mais eficaz no controle do movimento mesial dos molares na região posterior do arco superior quando comparado com outras técnicas (DAVIS *et al.*, 2018; BARTHÉLEMI *et al.*, 2019).

Em um sistema convencional de fechamento de espaços sem o uso de MI, a linha de força passa abaixo do centro de resistência, o segmento anterior pode levar a um movimento rotacional do segmento incisivo, o que pode causar um aumento da sobremordida. Ao contrário, quando colocamos MI no osso alveolar, eles costumam ter um componente intrusivo na posição dos incisivos (TIAN *et al.*, 2020).

É importante considerar a localização dos MI e dos braços de força. De acordo com SUMATHI *et al.*, 2017, em uma retração anterior com movimento dentário em massa, os MI devem estar a uma altura de 10mm em relação ao arco e o braço de força a 8mm localizado entre o incisivo lateral e o canino, ou seja, próximo ao centro de resistência, já que se o braço de força for colocado a 0-2mm, ocorrerá a palatinização destes dentes (SUMATHI *et al.*, 2017).

Na mecânica de fechamento de espaços com fricção, os Mini-implantes contribuem significativamente para a fase de retração anterior naqueles pacientes que precisam de ancoragem absoluta, evitando assim a colocação de outros elementos que tem sido usados para a mesma função, como o arco traspalatino ou o aparelho de Nance (YAO *et al.*, 2008; SHPACK *et al.*, 2008; KURODA *et al.*, 2009; SHARMA *et al.*, 2012; BORSOS *et al.*, 2012).

DIAR-BAKIRLY *et al.*, 2017 realizaram um trabalho de revisão sistemática para avaliar a eficácia do ATP como dispositivo de ancoragem na prevenção da mesialização dos molares superiores, os autores concluíram que este tipo de aparelho sozinho, não deve ser recomendado para fornecer ancoragem máxima durante a retração dos dentes anteriores em casos de extração. Da mesma forma, SHPACK *et al.*, demonstraram que o aparelho de Nance também não oferece ancoragem máxima e que seu uso pode apresentar controle rotacional inadequado do canino, durante o tratamento de fechamento de espaços (SHPACK *et al.*, 2008).

JACOBS *et al.*, em 2011, demonstraram os efeitos colaterais durante a mesialização dos segundos molares usando a dentição anterior / pré-molar como unidade de ancoragem. Os autores em concordância com os estudos anteriores, relataram que a mesialização do segundo molar sem ancoragem esquelética não é recomendada e pode resultar em efeitos colaterais que afetam principalmente aos incisivos (JACOBS *et al.*, 2011).

Na literatura atual existem vários trabalhos comparando as técnicas de retração em massa e em duas etapas para o fechamento de espaço (HUANG *et al.*, 2010; MORÁN *et al.*, 2012; RIZK *et al.*, 2018; BARTHÉLEMI *et al.*, 2019). Alguns autores como UPADHYAY *et al.*, 2008 b; MORÁN *et al.*, 2012; PERVIN *et al.*, 2018 e SCHNEIDER *et al.*, 2019, defendem que a retração em massa usando MI é superior na preservação da ancoragem, na quantidade de retração e na duração do tempo de tratamento. Já outros autores como AMAYA *et al.* 2011 e KHLEF *et al.*, 2018 consideraram que a evidência científica existente é de fraca a moderada e que são necessários mais estudos para fortalecer esta premissa.

Quanto à presença reabsorção radicular, os autores coincidem em afirmar que nenhuma diferença deve ser esperada entre o procedimento de fechamento em duas etapas ou em massa (HUANG *et al.*, 2010; WINKLER *et al.*, 2017; PERVIN *et al.*, 2018).

Alguns autores afirmam que a técnica de duas etapas coloca menos estresse na unidade de ancoragem, em tese, a divisão da unidade ativa dos caninos seguida pelos quatro incisivos deveria resultar em menor perda de ancoragem ou mesialização dos molares. Essas afirmações são baseadas na diferença na área de superfície do ligamento periodontal entre a unidade ativa e a unidade âncora em todos os momentos (AMAYA *et al.*, 2011; KLHEF *et al.*, 2018). Por outro lado, isso é visto como uma técnica complicada e demorada, em que a divisão da tensão não anula seu efeito geral na unidade de ancoragem. Além disso, quando os caninos são retraídos individualmente, eles tendem a se inclinar e girar mais do que com a retração de massa (UPADHYAY *et al.*, 2008; PITHON *et al.* 2012; RIZK *et al.*, 2018).

Dada a demanda estética atual, os aparelhos linguais representam uma opção favorável, sendo cada vez mais populares devido à sua invisibilidade. Porém,

acredita-se que existem diferenças clínicas e biomecânicas entre as técnicas linguais e a ortodôntica labial convencional, no tratamento de fechamento de espaços.

Recentemente, LIU *et al.*, determinaram que quando utilizada uma força de retração lingual se apresentam "efeitos de inclinação" e movimentos indesejáveis. Porém, quando são utilizadas forças de ambos os lados (vestibular e lingual), denominada mecânica de "fio duplo", é possível prevenir o "efeito de inclinação". A mecânica consiste na aplicação de cadeias elastoméricas de caninos a segundos molares nos lados vestibular e lingual. Os autores relataram que durante o fechamento de espaços com ortodontia lingual, é recomendável o uso desta mecânica para prevenir e corrigir o "efeito de inclinação" (LIU *et al.*, 2019).

Finalmente é importante salientar que não existe uma técnica mais adequada que outra para o fechamento de espaços ortodônticos e que a escolha tanto da mecânica utilizada quanto dos materiais e dispositivos, dependem da experiência do profissional e das características clínicas, radiográficas e socioeconômicas dos pacientes, o mais importante na planificação de casos em ortodontia é o entendimento da biomecânica e o raciocínio lógico dos processos a serem executados por parte do profissional.

## 5. CONCLUSÃO

- Na atualidade existem duas técnicas para o fechamento de espaços em ortodontia, a mecânica do arco segmentado e a mecânica de deslizamento.

- A mecânica do arco segmentado tem como vantagens a ausência de atrito entre o *bracket* e o fio, os níveis de força mais fáceis de serem avaliados clinicamente e a relação momento/ força, entre os segmentos anterior e posterior, previsível e controlável durante a retração.

- A mecânica de deslizamento, evita a aplicação de forças pesadas, uma vez que a força não é gerada pelo próprio arco. Tem a vantagem de que não requer configurações complexas e sua instalação é menos demorada e mais simples, além de que proporciona maior conforto para o paciente.

- A escolha da técnica ortodôntica, assim como os dispositivos a serem utilizados dependem das características clínicas, radiografias e socioeconômicas de cada paciente, sendo que o diagnóstico e plano de tratamento deve ser individualizado.

- O conhecimento atual da biomecânica aliado ao desenvolvimento de novos materiais como os mini-implantes, simplifica o tratamento e melhora a resposta dos tecidos. Os mini-implantes representam na atualidade uma opção de tratamento importante no manejo da ancoragem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALHARBI, F.; ALMUZIAN, M.; BEARN, D. Anchorage effectiveness of orthodontic miniscrews compared to headgear and transpalatal arches: a systematic review and meta-analysis. **Acta Odontol Scand.**, v. 77, p. 88-98, 2019.

AMAYA, S.; NAVARRETE, G.; BARRERA, J. P.; GODOY, S.; PRADO, E.; RAMIREZ, A. effectiveness of temporary skeletal Anchorage for space closure: A systematic review. **Rev Ces Odont.**, v. 24, p. 49-58, 2011.

BARTHÉLEMI, S.; DESOUTTER, A.; SOUARÉ, F.; CUISINIER, F. Effectiveness of anchorage with temporary anchorage devices during anterior maxillary tooth retraction: A randomized clinical trial. **Korean J Orthod.**, v. 49, p. 279- 285, 2019.

BERTL, K.; NEUNER, H.; MERAN, A.; BERTL, M. H.; REICH, I.; NEMEC, M.; BRUCKMANN, C.; STAVROPOULOS, A.; BANTLEON, H. P. Does the time-point of orthodontic space closure initiation after tooth extraction affect the incidence of gingival cleft development? A randomized controlled clinical trial. **J Periodontol.**, v. 91, p. 572-581, 2020.

BORSOS, G.; VOKÓ, Z.; GREDES, T.; KUNERT-KEIL, C.; VEGH, A. Tooth movement using palatal implant supported anchorage compared to conventional dental anchorage. **Ann Anat.**, v. 194, p. 556-560, 2012.

CALDERÓN, J. H.; VALENCIA, R. M.; CASASA, A. A.; SÁNCHEZ, M. A.; ESPINOSA, R.; CEJA, I. Biomechanical Anchorage evaluation of Mini-implantes treated with sandblasting and acid etching in orthodontics. **Implant dentistry**, v. 20, p. 272-279, 2011.

CONDÓ, R.; CASAGLIA, A.; ARMELLIN, E.; CONDÓ, S. G.; CERRONI, L. Traditional elastic ligatures versus slide ligation system. A morphological evaluation. **Oral Implantol Rome**, v. 6, p. 15-24, 2013.

COX, C.; NGUYEN, T.; KOROLUK, L.; KO, CH-CH. In vivo force decay of Niti closed springs. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 145, p. 505-513, 2014.

DAVIS, D.; KRISHNARAJ, R.; DURAISAMY, S.; RAVI, K.; DILIP S.; CHARLES, A.; SUSHIL, N. C. Comparison of rate of canine retraction and Anchorage potential between mini-implant and conventional molar anchorage: An in vivo study. **Contemp Clin Dent.**, v. 9, p. 337-342, 2018.

DE ALMEIDA, M. R.; HERRERO, F.; FATTAL, A.; DAVOODY, A. R.; NANDA, R.; URIBE, F. A comparative Anchorage control study between conventional and self-ligating bracket systems using differential moments. **Angle Orthod.**, v. 83, p. 937-942, 2013.

DEEPAK, V.; RAMCHANDRA, P.; KARTHIKEYAN, M. K.; SARAVANAN, R.; VANATHI, P.; VIKRAM, N. R. Effectiveness of mini implants in three-dimensional control during retraction -a clinical study. **J Clin Diagn Res.**, v. 8, p. 227-232, 2014.

DIAR-BAKIRLY, S.; FERES, M. F. N.; SALTAJI, H.; FLORES-MIR, C.; EL-BIALY, T. Effectiveness of the tranpalatal arch in controlling orthodontic anchorage in maxillary premolar extraction cases: A systematic review and meta-analysis. **Angle Orthod**, v. 87, p. 147-158, 2017.

DIBIASE, A. T.; NASR, I. H.; SCOTT, P.; COBOURNE, M. T. Duration of treatment and occlusal outcome using Damon3 self-ligated and conventional orthodontic bracket systems in extraction patients: a prospective randomized clinical trial. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 139, p. 111-116, 2011.

HASSAN, S. E.; HAJEER, M. Y.; ALALI, O. H.; KADDAH, A. S. The Effect of Using Self-ligating Brackets on Maxillary Canine Retraction: A Split-mouth Design Randomized Controlled Trial. **J Contemp Dent Pract.**, v. 17, p. 496-503, 2016.

HUANG, Y.; WANG, X. X.; ZHANG, J.; LIU, C. Root shortening in patients treated with two-step and in masse space closure procedures with sliding mechanics. **Angle Orthod.**, v. 80, p. 492-497, 2010.

JACOBS, C.; JACOBS-MULLER, C.; LULEY, C.; ERBE, C.; WEHRBEIN, H. Orthodontic space closure after first molar extraction without skeletal anchorage. **J Orofac Orthop.**, v. 72, p. 51-60, 2011.

JAMILIAN, A.; PERILLO, L.; ROSA M. Missing upper incisors: a retrospective study of orthodontic space closure versus implant. **Prog Orthod.**, v. 25, n. 16, p. 2, 2015.

KHAN, B. I.; SINGARAJU, G. S.; MANDAVA, P.; REDDY, G. V.; NETTAM, V.; BHAVIKATI, V. N. Comparison of anchorage pattern under two types of orthodontic mini-implant loading during retraction in type A anchorage cases. **J Clin Diagn Res.**, v. 10, p. 98-102, 2016.

KHLEF, H. N.; HAJEER, M. Y.; AJAJ, M. A.; HESHMEH, O. Evaluation of Treatment Outcomes of En masse Retraction with Temporary Skeletal Anchorage Devices in Comparison with Two-step Retraction with Conventional Anchorage in Patients with Dentoalveolar Protrusion: A Systematic Review and Meta-analysis. **Contemp Clin Dent.**, v. 9, p. 513-523, 2018.

KLANG, E.; BEYLING, F.; KNOSEL, M.; WIECHMANN, D. Quality of occlusal outcome following space closure in cases of lower second premolar aplasia using lingual orthodontic molar mesialization without maxillary counterbalancing extraction. **Head Face Med.**, v. 14, p. 17, 2018.

KURODA, S.; YAMADA, K.; DEGUCHI, T.; KYUNG, H. M.; YAMAMOTO, T. Class II malocclusion treated with miniscrew anchorage: comparison with traditional orthodontic mechanics outcomes. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 135, p. 302-309, 2009.

LIU, Y.; YANG, Z. J.; ZHOU, J.; XIONG, P.; WANG, Q.; YANG Y.; HU, Y.; HU, J. T. Soft tissue changes in patients with dentoalveolar protrusion treated with maximum anchorage: A Systematic Review and Meta-analysis. **J Evid Based Dent Pract.**, v. 19, p. 1013-10, 2019.

LIU, D.; YAN, B.; LEI, F.; LI, J.; WANG, X.; RONG, Q.; ZHOU, Y. Different sliding mechanics in space closure of lingual orthodontics: a translational study by three-dimensional finite element method. **Am J Transl Res.**, v. 11, p. 120-130, 2019.

MALIK, D. E.; FIDA, M.; AFZAL, E.; IRFAN, S. Comparison of Anchorage loss between conventional and self-ligating brackets during canine retraction -A systematic review and meta-analysis. **Int Orthod.**, v. 18, p. 41-53, 2020.

METZNER, R.; SCHWESTKA-POLLY, R.; HELMS, H. J.; WIECHMANN, D. Comparison of anchorage reinforcement with temporary anchorage devices or a Herbst appliance during lingual orthodontic protraction of mandibular molars without maxillary counterbalance extraction. **Head Face Med.**, v. 11, p. 22, 2015.

MILES, P.; FISHER, E.; PANDIS, N. Assessment of the rate of premolar extraction space closure in the maxillary arch with the acceleDent Aura appliance vs no appliance in adolescents: A single-blind randomized clinical trial. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 153, p. 8-14, 2018.

MITRA, R.; LONDHE, S. M.; KUMAR, P. A comparative evaluation of rate of 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, MZ.; WAFAIE, K.; ALMUZIAN, M. Effectiveness of nickel-titanium springs vs elastomeric chains in orthodontic space closure: A systematic review and meta-analysis. **Orthod Craniofac Res.**, v. 21, p. 12-19, 2018.

MONINI, A.; GANDINI, JR. L. G.; MARTINS, R. P.; VIANNA, A. P. Canine retraction and anchorage loss: self-ligating versus conventional brackets in a randomized split-mouth study. **Angle Orthod.**, v. 84, p. 846-852, 2014.

MORÁN, A. C.; RUIZ, R. R.; OCAMPO, A. M. Comparative analysis of final inclination of incisor after space closure. A comparative between sliding and translation mechanical techniques. **Rev Odont Mex.**, v. 16, p. 159-163, 2012.

NIGHTINGALE, C.; JONES, S. P. A clinical investigation of force delivery systems for orthodontics space closure. **Clinical Trial**, v. 30, p. 229-236, 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. **J Orthod.**, v. 43, p. 176-185, 2016.

PERVIN, S.; ROLLAND, S.; TAYLOR, G. In masse versus two-step retraction of the anterior segment. **Evid Base Dent.**, v. 19, p. 111-112, 2018.

PITHON, M. M.; DOS SANTOS, R. L.; DE SOUZA ARAUJO, M. T.; MAIA, L. C. Orthodontic mini-implants: are they a good anchorage resource for cases of retraction after extraction?. **Int J Odontostomat.**, v. 6, p. 369-374, 2012.

RIZK, M. Z.; MOHAMMED, H.; ISMAEL, O.; BEARN, D. Effectiveness of in masse versus two-step retraction: A systematic review and meta-analysis. **Prog Orthod.**, v. 18, p. 41, 2018.

SHARMA, M.; SHARMA, V.; KHANNA, B. Mini-screw implant or transpalatal arch-mediated anchorage reinforcement during canine retraction: A randomized clinical trial. **J Orthod.**, v. 39, p. 102-110, 2012.

SCHNEIDER, P. P.; GANDINI JÚNIOR, L. G.; DA COSTA MONINI, A.; DOS SANTOS PINTO, A.; KIM, K. B. Comparison of anterior retraction and Anchorage control between in masse retraction and two-step retraction: A randomized prospective clinical trial. **Randomized Controlled trial**, v. 89, p. 190-199, 2019.

SHPACK, N.; DAVIDOVITCH, M.; SARNE, O.; PANAYI, N.; VARDIMON, A. D. Duration and anchorage management of canine retraction with bodily versus tipping mechanics. **Angle Orthod.**, v. 78, p. 95-100, 2008.

SONGRA, G.; CLOVER, M.; ATACK, N. E.; EWINGS, P.; SHERRIFF, M.; SANDY, JR. 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, p. 569-578, 2014.

SUMATHI FELICITA, A. Quantification of intrusive/retraction force and moment generated during en-masse retraction of maxillary anterior teeth using mini-implants: a conceptual approach. **Dental Press J Orthod.**, v. 22, p. 47-55, 2017.

THIESEN, G.; SHIMIZU, R. H.; MARTINS DO VALLE, C. V.; MARTINS DO VALE-COROTTI, K.; PEREIRA, JR.; RODRIGUES CONTI, P. C. Determination of the force systems produced by different configurations of tear drop orthodontic loops. **Dental Press J Orthod.**, v. 18, p. 19e1, 2013.

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. **BCM Oral health**, v. 20, p. 278, 2020.

UGGERI RODRIGUES, E.; MARUO, H.; GUARIZA FILHO, O, TANAKA, O.; SOUZA CAMARGO, E. Mechanical evaluation of space closure loops in orthodontics. **Braz Oral Res.**, v. 25, p. 63-68, 2011.

UPADHYAY, M.; YADAV, S.; NAGARAJ, K.; PATIL, S. Treatment effects of mini-implants for en masse retraction of anterior teeth in bialveolar dental protrusion patients: a randomized controlled trial. **Am J Orthod Dentofac Orthop.**, v. 134, p. 18-29, 2008.

UPADHYAY, M.; YADAV, S.; PATIL, S. Mini-implant anchorage for en masse retraction of maxillary anterior teeth: a clinical cephalometric study. **Am J Orthod Dentofac Orthop.**, v. 134, p. 803-810, 2008.

WAHABUDDIN, S.; MASCARENHAS, R.; IQBAL, M.; HUSAIN, A. Clinical application of micro-implant Anchorage in initial orthodontic retraction. **J Oral Implantol.**, v. 41, p. 77-84, 2015.

WINKLER, J.; GOLLNER, N.; GOLLNER, P.; PAZERA, P.; GKANTIDIS N. Apical root resorption due to mandibular first molar mesialization: A split-mouth study. **Am J Orthod Dentofacial.**, v. 151, p. 708-717, 2017.

YANG, X.; XUE, C. H.; HE, Y.; ZHAO, M.; LUO, M.; WANG, P. Transversal changes, space closure, and efficiency of conventional and self-ligating appliances: A quantitative systematic review. **J Orofac Orthop.**, v. 79, p. 1-10, 2018.

YAO, C. H.; LAI, E. H.; CHANG, J. Z.; CHEN, I.; CHEN, Y. J. Comparison of treatment outcomes between skeletal anchorage and extraoral anchorage in adults with maxillary dentoalveolar protrusion. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 134, p. 615-624, 2008.

ZABLOCKI, H. L.; MCNAMARA, JR. J. A.; FRANCHI, L.; BACCETTI, T. Effect of the transpalatal arch during extraction treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 133, p. 852-860, 2008.