

**FACULDADE SETE LAGOAS**

**RONALDO DE ALMEIDA LOUZADA**

**ESTABILIDADE DE MINI-IMPLANTES ORTODÔNTICOS**

**OSASCO**

**2015**

**RONALDO DE ALMEIDA LOUZADA**

**ESTABILIDADE DE MINI-IMPLANTES ORTODÔNTICOS**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização da Faculdade Sete Lagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Implantodontia.

Área de concentração: Implantodontia

Orientador: Prof. Dr. Flávio de Ávila Kfourri

**OSASCO**  
**2015**

LOUZADA, RONALDO DE ALMEIDA  
Estabilidade de mini-implantes ortodônticos -  
2015.  
42 f.

Orientador: Prof. Dr. Flávio de Ávila Kfouri  
Monografia (especialização) – Faculdade Sete  
Lagoas, 2015.

1. Inserção 2. Estabilidade de mini-implantes  
I.Título. II. Flávio de Ávila Kfouri

## FACULDADE DE SETE LAGOAS

Monografia intitulada “***Estabilidade de mini-implantes ortodônticos***”,  
autoria do aluno Ronaldo de Almeida Louzada, aprovada pela banca examinadora  
constituída pelos seguintes professores:

---

Prof. Flávio de Ávila Kfourir – ABO Regional Osasco - Orientador

---

Prof. Maurício Augusto Mathias – ABO Regional Osasco – Examinador

---

Prof<sup>a</sup>. Luciana Ibara Yugoshi – ABO Regional Osasco - Examinador

Osasco, 26 de agosto de 2015.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores Flávio, John Brown, Sato, Maurício Mateus, Maurício Mathias, Marcelo e Itsuo.

Aos meus amigos de curso

Aos meus pacientes do curso, que confiaram em meu trabalho, concretizando meu aprendizado.

Aos funcionários da ABO.

A toda a estrutura desta casa, que vem me proporcionando melhorar a cada dia os meus conhecimentos na Odontologia, um avanço que só o tempo mesmo nos mostra. Do primeiro dia de aula ao último, tive um crescimento maravilhoso em conhecimento. Parabéns a vocês, professores, porque o dom de ensinar é maravilhoso.

## RESUMO

A osseointegração descreve a fixação estável de titânio no tecido ósseo. Muitos estudos têm sido realizados para investigar a aplicação de implantes de titânio em odontologia. Os mini-implantes vêm sendo uma alternativa para resolver problemas ortodônticos como ancoragem absoluta. Este trabalho teve o objetivo de avaliar a inserção, estabilidade, ângulo de inserção e torque de mini-implantes ortodônticos. Para este estudo, foram selecionados artigos científicos focados nestes métodos. Estabilidade de mini-implantes ortodônticos inseridos em diversos tipos de osso: de animais, sintéticos e humanos. Observaram-se aspectos para o sucesso de mini-implantes relacionados a sua inserção, torque, estabilidade e ângulo de inserção, ativados imediatamente e em tempos de cicatrização. Os estudos mostraram que mini-implantes ortodônticos são um ótimo método de ancoragem para a ortodontia, desde que tenham estabilidade primária, sejam inseridos em local correto e fortes o suficiente para não sofrerem fratura ou torção no momento de sua instalação.

**Palavras-chave:** inserção; estabilidade; mini implantes.

## **ABSTRACT**

The osseointegration describes the stable fixation of titanium in bone tissue. Since then, many studies have been conducted to investigate the application of titanium dental implants. The mini implants has been an alternative to solve orthodontic problems as absolute anchorage. This work aimed to evaluate the integration, stability, insertion angle and torque of orthodontic mini-implants. For this study focused on these scientific methods were selected. Stability of orthodontic mini-screws inserted in various types of bone: animals, synthetic and humans. Observing aspects for the success of mini-implants related to its insertion torque, stability and angle of insertion activated immediately and healing times. Studies have shown that orthodontic mini-implants are a great method of anchorage for orthodontics has provided primary stability is inserted in the correct place strong enough not to suffer fractures or twisting at the moment of installation.

**Keywords:** integration; stability; mini-implants.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	07
2. OBJETIVO.....	09
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	10
4. DISCUSSÃO.....	34
5. CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS.....	38



## 1- INTRODUÇÃO

A proposta de utilização de mini-implantes (MI) como método de ancoragem não é recente, pois foi sugerida a utilização de parafusos metálicos e fios no ramo mandibular de cães para obtenção de ancoragem ortopédica (GAINSFORTH, HIGLEY: 1945), entretanto, os resultados não foram satisfatórios. Somente após a introdução do conceito de osseointegração (Brunemark *et al.*, 1985), provando que, sob condições controladas, haveria a união rígida entre o osso e a superfície do implante, a possibilidade de uso de implantes na ortodontia tornou-se uma realidade.

De acordo com Lee *et al.* (2007), os MI devem ser confeccionados com material biocompatível, sendo atualmente mais utilizado o titânio tipo V (6% alumínio e 4% vanádio), que possui as seguintes características: é inerte, três vezes mais forte que o aço, tem baixa resposta à eletricidade, ao calor ou às forças magnéticas e apresenta alta biocompatibilidade.

A utilização de dispositivos temporários de ancoragem esquelética (DTAE) direta ou indiretamente simplifica a aparatologia ortodôntica, eliminando ou minimizando os efeitos colaterais indesejados das forças recíprocas, sobretudo em casos clínicos em que há a necessidade de realização de movimentos dentários complexos. Com a utilização dos MI, obtemos a ancoragem máxima, não dependendo da colaboração do paciente.

A ancoragem ortodôntica passou a ser um fator de intensa pesquisa desde que se começou a estudar a mecânica ortodôntica de modo padronizado e científico. Até há pouco tempo, os métodos de ancoragem baseavam-se em elásticos intraorais, aparelhos extraorais e dobras nos arcos.

Um grande avanço no controle de ancoragem surgiu com o uso dos implantes convencionais para prótese e, posteriormente, com os implantes instalados no palato como ponto de apoio para movimentação dentária. Surgiram, então, os MI para ancoragem ortodôntica. Estes eliminaram as desvantagens dos métodos tradicionais de ancoragem, como efeitos colaterais na mecânica e a necessidade de

colaboração do paciente. Os MI apresentam diversidade de características morfológicas.

Quanto à técnica cirúrgica, desde as primeiras tentativas de uso até o padrão atual, as principais alterações foram: localização fora da área radicular, pois atualmente se aceita a instalação de MI entre as raízes dentárias; inserção fora da gengiva livre, pois se aceita que o prognóstico é melhor quando o MI é instalado em gengiva inserida; a cirurgia realizada com abertura de retalho para evitar migração de restos epiteliais caiu em desuso, pois não há necessidade de osteointegração; os MI usados em outras técnicas cirúrgicas foram substituídos por similares que possuem cabeças com características específicas para a ortodontia; o designer cilíndrico mudou para cônico e a técnica cirúrgica adotou a perfuração prévia apenas da cortical óssea, para MI autorrosqueáveis, em vez da perfuração total do comprimento do implante. Para MI autoperfurantes, não existe sequer a necessidade de perfuração prévia, na maioria dos casos.

As taxas de sucesso dos MI variam conforme os autores consultados. Dentre os fatores que influenciam essas diferenças, encontram-se: o tempo de uso, a idade do paciente, intensidade e direção da força aplicada e localização anatômica dos MI.

A utilização dos MI em ortodontia consiste na ancoragem esquelética: para mesialização de molares, fechamento dos espaços de primeiros molares perdidos precocemente, retração dos dentes anteriores em conjunto, intrusão de dentes extruídos por falta de antagonista ou para necessidade estética.

O trabalho a seguir tem o objetivo de identificar a mecânica necessária para que MI ortodônticos possam ter sucesso no uso de ancoragem. Para isso, estudamos a estabilidade primária.

## **2- OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho é estudar, dentro da literatura científica, a estabilidade dos MI ortodônticos.

### 3- REVISÃO DE LITERATURA

Kuroda e Sugawara, (2005), avaliaram a utilidade clínica de MI como ancoragem ortodôntica, examinaram as taxas de sucesso quanto à sua estabilidade e avaliaram a dor e desconforto do paciente pós-operatório com um questionário. Setenta e cinco pacientes, 116 MI de titânio de 2 tipos e 38 miniplacas foram examinadas retrospectivamente. Cada paciente recebeu um questionário que incluía uma escala visual analógica para indicar o desconforto após a implantação. A taxa de sucesso para cada tipo de MI foi maior que 80%. A análise de 79 MI com um diâmetro de 1,3 mm não mostrou correlação significativa entre a taxa de sucesso e as variáveis: idade, sexo, ângulo do plano mandibular, relacionamento mandibular, controle da periodontite, sintomas e desordem temporomandibular, ativação e comprimento do MI. A maioria dos pacientes que receberam MI de titânio ou miniplaca com cirurgia mucoperiostal relatou dor, mas metade dos pacientes que receberam MI sem cirurgia de retalho não relatou sentir dor em qualquer momento após a colocação. Além disso, os pacientes com MI relataram mínimo desconforto devido a inchaço, dificuldade na fala, dificuldade de mastigação. Mini-implantes colocados sem cirurgia de retalho têm altas taxas de sucesso, com menor dor e desconforto após a cirurgia, do que MI com cirurgia de retalho ou miniplacas.

Marassi (2006) mostrou que os MI têm sido eficazes como ancoragem esquelética e vêm auxiliando os ortodontistas em diversas situações clínicas desfavoráveis. O operador pode escolher entre dois métodos de perfuração – perpendicular ou angulada – sendo mais recomendada a perfuração angulada. A perfuração e subsequente inserção do MI angulado tem a vantagem de proporcionar uma maior área de contato do implante com a cortical óssea. Nos casos de MI entre as raízes, recomenda-se a tomada de uma radiografia de controle após a inserção do implante para verificar a posição do mesmo em relação aos dentes vizinhos. Quando possível essa radiografia deve ser feita logo após a inserção. Ao final da instalação, o paciente deve receber, por escrito, instruções pós-operatórias, incluindo indicação para ótima higiene ao redor do implante. A grande maioria das instalações é feita em gengiva inserida. Os MI podem receber carga imediata. Os estudos não apresentaram diferenças entre aplicação de força imediata

ou mediata, pois a estabilidade dos MI se deu principalmente por retenção mecânica e não por osseointegração.

Avaliações histológicas demonstraram maior área de contato ósseo com os MI que receberam carga precoce do que com aqueles que não receberam força ou que receberam carga após maior período de descanso. Recomendou-se uma aplicação de força de até, aproximadamente 450g sobre os MI de 1,5mm e até 300g de força sobre os implantes de 1,3 mm de diâmetro. Os MI têm-se mostrado efetivos como métodos de ancoragem em ortodontia, sendo sua instalação e remoção relativamente simples.

Nascimento, Araujo e Bezerra (2006) orientaram sobre a instalação dos MI e cuidados com a saúde peri-implantar. A utilização dos MI como recurso de ancoragem deve obedecer a uma sequência cuidadosa de planejamento ortodôntico-cirúrgico e orientação para saúde peri-implantar. Os MI possuem alta versatilidade clínica. Alguns fatores estão associados à sua estabilidade, tais como diâmetro do implante, espessura da cortical óssea e inflamação do tecido circundante. No entanto, o planejamento deve ser individualizado. Devido às variações anatômicas presentes, deve-se fazer uso de palpação digital, com propósito de identificar as raízes dos dentes, radiografias periapicais com auxílio de posicionador para técnica de paralelismo, guia cirúrgico com fio de latão 0,6mm de espessura, passando pelo ponto de contato entre as unidades dentárias com extensão na direção apical. A imagem radiopaca do guia representa um importante referencial para o correto posicionamento do MI. O planejamento cirúrgico de instalação de MI ortodôntico deve atender ao objetivo maior, que é a obtenção de alta estabilidade, a qual confere imobilidade ao sistema de ancoragem. A utilização de MI para ancoragem ortodôntica absoluta demonstrou ser um recurso eficiente, podendo ser indicado para diversas situações clínicas, como retração, protração, intrusão e extrusão de dentes anteriores e posteriores. O sucesso deste recurso de ancoragem depende de cuidados, que passam por detalhado planejamento ortodôntico-cirúrgico, aplicação de força adequada e manutenção da saúde peri-implantar.

Fávero, Pixote e Paganelli (2007) estudaram o valor de torque de remoção (RTV) de implantes osseointegrados utilizados para ancoragem ortodôntica *in vivo* e avaliaram a possibilidade de sua remoção não invasiva após tratamento ortodôntico, desapertando manualmente. Os implantes utilizados no estudo foram implantes sextavados internos com uma forma cônica e tamanho pequeno (diâmetro de 3.3 mm e comprimento de 7 mm), feitos de titânio comercialmente puro. O posicionamento dos implantes no palato ou região retromolar por motivos ortodônticos era um procedimento experimental. Dezesesseis adultos tinham idades entre 19,4 – 54,4 anos. Oito dos implantes foram colocados na região anterior do palato duro (processo do palato), e o restante na área retromolar mandibular, bucal para a base do ramo vertical. Radiografias panorâmica, cefalométrica lateral e tomografia axial computadorizada do palato foram tomadas para medir a altura do osso disponível e do local de inserção escolhido. Os implantes foram, então, inseridos manualmente, tendo o cuidado de assegurar a estabilidade primária. Após três meses, os implantes foram expostos cirurgicamente e ortodonticamente carregados. Os implantes, como unidades de ancoragem indiretos, foram, portanto, submetidos a uma carga ortodôntica que foi variável em intensidade, duração e método de aplicação por um período mínimo de 8 meses e um máximo de 26 meses. Os valores de pico das trações lineares de tolerância mecânicas máximas foram, então, registrados. Para cada pico linear, o valor de torque correspondente foi calculado e expresso em Newton por centímetro. No final do tratamento ortodôntico, as RTVs foram notavelmente mais baixas do que em estudos em animais em que os implantes de tamanho padrão foram colocados no osso maxilar. Microimplantes osseointegráveis podem ser removidos no final do tratamento, por um movimento de desrosquear traumático simples, sem trefina, e o desaperto não cria pressão indevida sobre os componentes mecânicos.

Vannet *et al.* (2007) avaliaram histomorfometricamente a osseointegração de MI na mandíbula de cães beagle e determinaram se o tempo de ativação tem influência sobre a osseointegração. Cinco cães beagle foram usados neste estudo. Foram usados MI com diâmetro 1,7 mm e um comprimento de 6 mm. O local de inserção foi identificado com uma sonda e gengiva inserida perfurada. Um pequeno orifício foi perfurado sobre irrigação e a inserção dos parafusos foi realizada por um cirurgião experiente, sob anestesia local. Cada um dos cinco cães recebeu dois MI

do lado direito e dois do lado esquerdo do maxilar inferior. Os diferentes pares de parafusos foram ativados numa direção mesial e distal, com uma mola de NiTi. Quatro parafusos foram deixados desativados e serviram de controle. Oito parafusos foram ativados imediatamente após a inserção (100 Ncm<sup>2</sup>) e oito parafusos foram ativados depois de 6 ou 12 semanas. Os cães foram mortos depois de um período de 25 semanas. As amostras foram, em seguida, embebidas em resina histológica e, a partir destes blocos de resina 70 mm, secções verticais foram obtidas. Para análise histomorfométrica, os cortes foram inicialmente examinados sob um microscópio de fluorescência e posteriormente corados com toluidina e examinados com um microscópio de luz. Os contornos do MI foram medidos em milímetros diretamente sob o microscópio, usando software ligado ao microscópio óptico. As medições foram calculadas com a percentagem de integração óssea. No final do período da análise, apenas nove dos 20 MI estavam em seu sítio. Apesar de defeitos ósseos mínimos, ilhas ósseas estavam presentes em estreito contato com a superfície do MI na área marginal. A integração óssea média global foi 74,48 %. Os MI não se destinam a permanecer permanentemente no osso e deve ser relativamente fáceis de remover, o que foi confirmada no presente estudo. A análise destes dados indica que pequenos MI de titânio foram capazes de funcionar como ancoragem óssea rígida contra carga ortodôntica por 12-24 semanas com um período de cicatrização mínima na mandíbula de cães beagle. No entanto, a situação individual deve ser examinada com cuidado, pois, mesmo com carga imediata, a osseointegração foi observada.

Song *et al.* (2007) avaliaram o efeito da espessura do osso cortical na inserção e remoção e torque máximo de diferentes tipos de MI autoperfurantes e determinaram se o torque depende do desenho do MI. Três tipos diferentes de MI autoperfurantes, cilíndricos e cônicos, foram inseridos com um testador de torque, a uma velocidade constante de 3 rotações por minuto. Blocos ósseos experimentais com diferentes espessuras de osso cortical foram utilizados como amostras. Diferenças na espessura do osso cortical tiveram pouco efeito sobre a inserção e remoção de torque máximo em MI cilíndricos. No entanto, em MI cônicos, o torque máximo de inserção com o aumento da espessura do osso cortical aumentou. O torque máximo de inserção de MI cônicos foi maior em todas as situações. Mini-implantes cilíndricos apresentaram menor perda de torque em todas as espessuras

de osso cortical. Houve relação significativa entre espessura do osso cortical, inserção máxima de torque de remoção e tempo de implantação em cada tipo de MI autoperfurante. Projetos de roscas apresentam diferentes torques de inserção com o aumento da espessura do osso cortical. O desenho de parafuso adequado deve ser escolhido de acordo com a espessura cortical no local do implante.

Serra, Moraes e Elias (2007) avaliaram biomecanicamente a evolução da fixação de MI de liga de titânio submetidos ao protocolo de carga imediata. Para este estudo foram utilizados 9 coelhos e trinta MI de titânio grau 5 em forma de parafuso com 2 mm de diâmetro e 6 mm de comprimento da marca Conexão. Os MI foram preparados segundo a norma ASTM F-86 e nenhum tratamento de superfície foi realizado. Os MI foram inseridos, torqueando-os com o auxílio de uma chave de inserção. Em cada animal, dois MI receberam carga imediatamente com 1 N e outros dois não receberam carga. A força foi aplicada por meio de uma mola fechada de níquel-titânio, resultando em carga unidirecional constante e perpendicular ao longo eixo do MI. Os animais foram mortos. Os MI foram expostos e a mola posicionada entre os elementos centrais foi cortada. A tíbia foi seccionada em 4 segmentos, de modo que cada bloco contivesse um MI e aproximadamente 4 mm de osso adjacente. A chave de inserção/remoção foi fixada na extremidade do mandril giratório. No mandril fixo, do lado oposto, foi fixado o bloco contendo o MI e o osso adjacente. A chave foi acoplada à cabeça sextavada do MI e o ensaio foi realizado com velocidade de 0,1 mm/segundo e célula de carga de 50 N. A tração resultou em giro anti-horário do mandril giratório contra o mandril fixo. O ensaio foi encerrado quando o MI completou um giro de 90°. Os 30 MI utilizados foram inseridos e removidos sem macrodeformação ao longo do eixo ou na cabeça e sem fratura do osso de suporte. No período de 1 e 4 semanas, a evolução do tecido interfacial não resultou em aumento nos valores de torque de remoção (TR). Entretanto, após 12 semanas de cicatrização, tanto o grupo com carga como o grupo sem carga apresentaram valores significativamente maiores. As medidas do (TR) para os grupos de 1, 4 e 12 semanas não submetidos a carga foram respectivamente  $15,21 \pm 4,20$  N.mm;  $13,10 \pm 5,70$  N.mm;  $54,38 \pm 12,8$  N.mm. Os grupos com carga nos mesmos períodos de cicatrização apresentaram  $12,76 \pm 5,10$  N.mm;  $11,11 \pm 5,40$  N.mm;  $32,90 \pm 42,5$  N.mm. Nos períodos de 1 e 4 semanas, tanto os grupos com carga como os grupos sem carga não apresentaram



valores de TR com diferença estatisticamente significativa. A carga precoce dos MI otimizou o tratamento ortodôntico com ancoragem rígida intra-óssea, reduzindo o tempo do tratamento. A estabilidade mecânica primária dos MI foi um fator importante nos eventos precoces da cicatrização. O presente trabalho demonstrou que a carga imediata de MI de titânio grau 5 não induziu a perda dos mesmos, entretanto, acarretou menor valor na estabilidade secundária. Este resultado pôde ser considerado favorável devido à necessidade de remodelação dos MI ao final do tratamento ortodôntico. A transferência destes resultados para a área clínica deve ser feita com cautela, pois fatores como qualidade e quantidade do osso hospedeiro, micromovimento e inflamação de tecido peri-implantar apresentaram forte relação com a taxa de falha.

Nova *et al.* (2008) avaliaram o torque de inserção e remoção de MI de diferentes marcas e dimensões, assim como as características mecânicas à fratura. Foram utilizados 20 MI comerciais autoperfurantes, sendo 10 da empresa SIN e 10 da empresa Neodent. Todos os MI possuíam 1,6 mm de diâmetro. Foram utilizados 5 MI com perfil transmucoso e 5 sem perfil transmucoso de cada marca. A amostra foi dividida em 4 grupos, 20 fragmentos ósseos de 10 mm quadrangulares, um para cada MI. Durante os ensaios, tanto de inserção quanto de remoção, alguns MI sofreram fratura. Os que não fraturaram foram submetidos ao ensaio mecânico de fratura à torção, utilizando um dispositivo de mandris acoplado à máquina universal de ensaios mecânicos. Para fratura sob torção, o MI foi preso por mandris nas suas duas extremidades: uma fixa, onde foi presa a ponta do MI, a outra girava por tração de um fio de polímero preso ao eixo do mandril e à célula de carga, onde se prendeu a cabeça do MI. Com uma extremidade fixa e a outra sofrendo rotação, gerou-se uma força de torque sobre o MI que foi registrada, sendo a força máxima de fratura. O torque de fratura foi calculado multiplicando-se a força máxima pelo raio do eixo em que o fio de polímero fora enrolado. Para os MI que fraturaram durante os ensaios de inserção ou remoção, utilizou-se o valor do torque no momento da fratura. Os torques máximo de inserção dos MI na cortical de osso bovino foram de  $25,2 \pm 1,9$  Ncm;  $23,2 \pm 4,9$  Ncm;  $26,0 \pm 2,4$  Ncm;  $30,6 \pm 1,8$  Ncm para os grupos: SIN sem perfil transmucoso (SSP), SIN com perfil transmucoso (SCP), Neodent sem perfil transmucoso (NSP), Neodent com perfil transmucoso (NCP), respectivamente. Dois MI do grupo NSP e dois do grupo NCP fraturaram durante o procedimento de

inserção. Nesses casos, o valor de torque máximo registrado foi obtido no momento da fratura. Houve significativa e estatisticamente para o grupo NCP, quando comparada com os demais grupos, demonstrando torque significativamente superior ao de todos os outros grupos. O torque de remoção também foi mensurado. As medidas encontradas foram De  $17,2 \pm 9$  Ncm;  $17,6 \pm 7,6$  Ncm;  $16,6 \pm 7,5$  Ncm;  $25,0 \pm 5,5$  Ncm para os grupos SSP, SCP, NSP, NCP, respectivamente. Valores de torque máximo de inserção foram maiores que o torque de remoção. Não houve diferença significativa para o torque de remoção entre os grupos. O grupo NCP apresentou o maior torque de inserção e a menor resistência à fratura. Foi significativamente diferente de todos os outros grupos. Os MI do grupo SSP e SCP não apresentaram diferenças entre si, demonstrando pouca variação de resistência. Uma vez que os MI são confeccionados com o mesmo material, pôde-se dizer que a diferença na forma e número de filetes e roscas podem afetar as características físicas do dispositivo, notadamente os torques de inserção, de remoção e de fratura.

Chaddadet *al.* (2008) avaliaram a taxa de estabilidade e compararam o desempenho clínico de dois sistemas de MI com diferentes características de superfície sob ativação ortodôntica contínua imediatamente a aplicação. Foram avaliados no presente estudo o Dual-top de titânio puro usinado e o C-implante com a superfície tratada. Dez pacientes, cujo plano de tratamento incluiu o uso de dispositivos de ancoragem temporária (TDAs), foram incluídos no estudo. Antes do início do tratamento, os registros ortodônticos padrão foram obtidos para cada paciente. Os dois sistemas de MI foram colocados alternadamente até um mínimo de 15 MI de cada sistema. Alguns pacientes receberam implantes de ambos os sistemas em estudo. Após a colocação cirúrgica, os MI foram imediatamente ativados com uma mola helicoidal de NiTi ou uma cadeia elástica, gerando uma força inicial de 50 a 100g. Após 2 semanas de cura, a força foi aumentada, atingindo um nível de 250g. A correlação entre os dois sistemas de implantes diferentes e os parâmetros clínicos recolhidos foram avaliados por teste exato qui-quadrado, utilizando o SAS. Se um implante falhou durante o tratamento ortodôntico, também foi registrado. Também foi registrado o tempo de inserção do implante para diagnóstico de falhas. A taxa de estabilidade global foi de 87,5%. O torque de inserção influenciou estatisticamente a taxa de sobrevivência dos MI. Tratamento de superfície, localização anatômica, bem como a emergência de tecidos moles não

foram estatisticamente significativos. As características de superfície não pareceram influenciar as taxas de sobrevivência de MI ativados imediatamente.

Wilmeset *al.* (2008), analisaram o impacto do ângulo de inserção, torque de inserção e a estabilidade primária dos MI. O ílio de porco foi escolhido como osso modelo. A espessura dos segmentos ósseos variou de 0,5 a 1,0 mm de diâmetro e de 2,0 a 3,0 milímetros, valores comparados com a espessura encontrada na maxila e mandíbula humana. Dois tamanhos de MI diferentes foram usados para este estudo: Dual-Top parafuso (Jeil Medical Corporation, Seul, Coreia) 1.6 mm x 8 mm e 2.0 x 10 mm de diâmetro. Os orifícios foram realizados na direção da inserção dos MI, planejados por um posicionador de perfuração. As profundidades de perfuração foram ajustadas a 3 mm, com os seguintes diâmetros: 1 mm para MI de 1,6 mm e 1,3 mm para MI de 2,0 mm. Os MI foram inseridos manualmente em sete ângulos diferentes (30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90°), com a utilização de uma fenda manual. Cada combinação de ângulo e tamanho do MI foi repetida 34 vezes e, em geral, 616 medições de torque foram realizadas. Todos com inserção máxima foram transferidos para uma mesa de articulação. Foram classificados de acordo com os parâmetros dos MI, tamanho e ângulo de inserção. O significado de diferentes médias de valor foi avaliado pelo teste de Kruskal-Wallis. Os MI com diâmetro de 2 mm apresentaram significativamente maior torque de inserção, quando comparados com MI com diâmetro de 1,6 mm. Além disso, o ângulo de inserção dos MI influenciou os torques de inserção medidos. Os resultados deste estudo sugeriram que a inserção oblíqua leva a ligeiramente maior estabilidade primária, que foi vantajosa nas regiões com qualidade óssea reduzida. O diâmetro do implante teve um grande impacto sobre a inserção do torque e a estabilidade primária dos MI. Para conseguir um torque de inserção superior, um ângulo de inserção variando de 60° para 70° foi aconselhável. Se o espaço disponível entre as duas raízes adjacentes for pequeno, uma direção mais oblíqua de inserção parece ser mais favorável para minimizar o risco de contato com a raiz. Torques de inserção muito altos levaram a falha maior, causada pela compressão óssea excessiva. A proporção adequada entre o implante e o diâmetro foi fundamental.

Squeffet *al.* (2008) pesquisaram e caracterizaram num estudo *in vitro* MI para ancoragem ortodôntica de cinco diferentes fabricantes (SIN, INP, Conexão, Neodent

e Mondeal) em relação a topografia, ensaio mecânico de torque até a fratura e desenho da peça. Foram utilizados 30 MI, 6 peças de cada grupo, utilizados como reforço de ancoragem ortodôntica, com as especificações. Para obtenção da topografia e design das peças, foram realizadas fotomiografias de 25X, 50X, 100X, 200X dos MI estudados, sendo obtidas imagens da cabeça, da porção transmucosa e da porção rosqueável das peças. Análise por dispersão de RX, para análise da composição e medições em projetor de perfil digital foram usadas para obtenção de duas medidas importantes para avaliação do design das peças e profundidades das roscas e distância inter-roscas. Os MI foram submetidos ao ensaio mecânico de torque, sendo cada peça inserida em cortical de tíbia suína, até que ocorresse fratura. A tíbia suína foi fixada em torno de bancada, para que não sofresse nenhum movimento durante a inserção dos MI. A inserção dos MI foram executadas pelo mesmo operador até a fratura, sendo realizados ensaios de cinco peças de cada tipo de MI. Os desenhos dos MI foram estudados com fotomicrografias, podendo-se observar as regiões da cabeça a as porções rosqueáveis respectivamente, em maior magnificação. Observaram-se os valores mínimo e máximo das forças de torque de inserção, a média das forças empregadas até a ocorrência de fratura. A força de inserção recomendada na clínica ortodôntica é de 5 A 10 N/cm, portanto, todos os sistemas estudados apresentaram resultados satisfatórios.

Jong-Wan *et al.* (2008) investigaram a mecânica, histologia e propriedades de MI em forma cilíndrica e cônica, através de um estudo usando osso sintético e análise tomográfica em cães beagle. Os MI de diâmetro de 1,6mm; comprimento 6,0mm de liga Ti- $\text{Al}$ -4V. Para a forma dos MI foram utilizados um grupo cilíndrico e um grupo cônico. Para a análise de torque, cada grupo com 10 MI foi inserido em osso sintético em que a densidade era homogênea, para evitar variações de densidade, dureza e rigidez nos ossos naturais. Os MI foram inseridos e removidos com motor cirúrgico, o que poderia medir os registros de torque a intervalos de 1,8 segundos. Para uma medição exata, a velocidade do motor cirúrgico foi definida como 30 rpm. Torques de inserção e remoção foram comparados a cada 8 segundos. Foram inseridos 16 MI de forma cônica por vestibular e palatino da maxila e vestibular da mandíbula. Para forma cilíndrica, foram inseridos do lado direito da maxila e mandíbula. Uma força de 200-300 g foi aplicada uma semana após a inserção, usando uma mola helicoidal NiTi expandida com força contínua durante 17

semanas após a inserção. Testes com aparelhos de ressonância utilizados para medição direta da estabilidade dos MI. Os cães foram sacrificados 17 semanas após a inserção. O torque de inserção foi aumentado gradualmente em todos os grupos. A maioria dos MIs mostramosseointegração com o tecido ósseo adjacente. Todos os MI que permaneceram estáveis até o fim do estudo mostraram-se resistentes à força ortodôntica. A forma cônica poderia ter algumas vantagens, tais como retenção mecânica e boa estabilidade primária. No entanto, a forma cônica poderia induzir o tecido ósseo a reação negativa por causa do excesso de compressão. O que foi necessário foi uma redução da compressão do osso, sem diminuição de retenção mecânica. Não foram encontradas diferenças significativas na taxa de sucesso dos MI, sendo menor nos MI cônicos.

Wu *et al.* (2009) avaliaram os efeitos de diferentes tempos de cura e integração dos MI de titânio em ossos em condições sem ativação. Quinze coelhos foram aleatoriamente divididos em cinco grupos com diferentes tempos de cicatrização: 0, 1, 2, 3, 4 e 8 semanas. Dez animais foram submetidos a ensaios mecânicos e, os outros cinco, a exames histomorfométricos. Noventa parafusos de titânio de 6,0 mm de comprimento e 1,9 mm de diâmetro foram utilizados neste estudo. Sessenta implantes foram usados para os testes mecânicos e os outros 30 para estudo histomorfométrico. Ambas as metáfises tibiais foram escolhidas como sítios experimentais e foram expostas através de incisões na pele. Os implantes foram inseridos em camadas corticais manualmente, com cuidado. As feridas cirúrgicas foram fechadas em camadas. Após 0, 1, 2, 4 e 8 semanas de cicatrização, foram realizados testes mecânicos *in vivo*. Um medidor de torque eletrônico especialmente concebido pela Digital Torque Medição foi utilizado para avaliar o torque máximo (Ncm) necessário para soltar os implantes. Resultados mostraram que, quanto maior o tempo de cura, maior era o torque de carga de remoção necessário para remover os implantes. No entanto, só depois de 4 semanas de cicatrização o torque máximo de remoção do implante foi significativo, indicando que 4 semanas foi um importante ponto, tempo para a unidade osso-implante se integrar. Em 0 semana, as interfaces osso-implante pareciam ser lisas. Após uma semana de cicatrização, as fibras de colágeno e tecido de granulação foram encontradas em interfaces osso-implante em análise microscópica de luz polarizada e coloração com azul de toluidina. Após 4 semanas de cicatrização, um novo osso foi observado em

interface osso-implante e, após 8 semanas de cicatrização, ossos adultos, compactos e altamente calcificados, tais como lamelas, foram observados. O tempo de ativação ideal é fundamental para o sucesso da terapia ortodôntica. Os resultados deste estudo mostraram que, durante as 2 primeiras semanas, a integração do MI com o osso foi fraca e a carga durante esse tempo não pôde ser apropriada. Após 4 semanas de cura, a integração de MI e osso foi significativamente forte e ativação nesse tempo pôde ser apropriada e segura. Estes dados podem servir como base para estudos clínicos adicionais em seres humanos.

Kanget *al.* (2009) analisaram a estabilidade de mini-parafusos que invadem raízes dentárias através da medição do período de retenção. Para o estudo, três cães beagle receberam 48 MI ortodônticos. Os parafusos possuíam um diâmetro de 1,8 mm e um comprimento de 8,5 mm; 24 MI foram colocados para invadir as raízes, e os outros 24 foram colocados no meio do osso alveolar, como controle. Durante a inserção, a sensação de resistência súbita indicou que os MI foram invadindo a raiz. Todos os MI foram colocados pelo mesmo operador. Duas radiografias periapicais foram tomadas em diferentes ângulos de cada MI para confirmar a relação posicional entre as raízes e os MI. Oito semanas após o início do estudo, os animais foram sacrificados, a mandíbula foi removida e fixada em formalina a 10% e todos os locais experimentais foram processados para observação histológica. Os MI que invadiram a raiz começaram a falhar 7 dias após o implante; o último falhou após 29 dias. O período médio de retenção dos MI que invadiram a raiz foi de 16 dias. A taxa de falha dos MI que invadiram a raiz foi de 79,2% e a dos que não invadiram a raiz foi de 8,3%. A taxa de falha foi de 45,8% para os MI desativados e 41,7% para os ativados. Ativados e não ativados não mostraram diferença estatisticamente significativa. A taxa de sucesso dos MI foi de 91,7% desde que não invadissem a raiz. A ativação imediata pareceu não ter influenciado. Embora as raízes dentárias possam ser invadidas, efeitos secundários mínimos foram esperados, se a lesão não for severa, por causa do potencial de cura dos tecidos circundantes.

Wilmes e Drescher. (2009) realizaram estudo com o objetivo de relacionar o impacto da profundidade de inserção e o diâmetro da perfuração na estabilidade primária dos MI. Ílio de porco foi escolhido como osso modelo. A espessura compacta dos segmentos ósseos é comparável com a compacta espessura

encontrada na maxila e mandíbula humanas. Doze segmentos ósseos foram incorporados em resina e a cura foi submersa em água, para evitar sobreaquecimento do osso por meio de polimerização. As perfurações foram realizadas no sentido da inserção dos MI planejados por um perfurador. As profundidades perfuradas foram ajustadas em 3 mm. Os implantes usados foram Dual Top. Antes da medição, os MI foram inseridos manualmente, usando uma chave manual, até que a distância entre osso e colar do MI atingisse 0,7 mm, 1,7 mm, e 2,7 mm. Cada combinação de profundidade de inserção, perfuração e diâmetro foi repetida 25 vezes. Em cada segmento de osso foram utilizados cinco mini-parafusos Dual Top (1,6 X 8 mm), como referência para estabelecer a compatibilidade entre os segmentos de osso. O enroscamento de 0,2mm até a profundidade de inserção definida foi realizado pelo sistema de medição robótica. Todos os torques máximos de inserção foram transferidos para uma tabela dinâmica e classificados de acordo com profundidade de inserção, perfuração e diâmetro. A profundidade de inserção influenciou distintamente no torque. O torque médio de inserção para profundidade de inserção de 7,7 mm foi de 51,62 Nmm; para profundidade de 8,5 mm, de 65,53 Nmm; e para profundidade de 9,5 mm foi de 94,38 Nmm. As diferenças foram estatisticamente significativas. Profundidades de inserção mais altas resultam em maior torque de inserção e estabilidade primária. Maior diâmetro de perfuração resulta em menor torque de inserção e estabilidade primária.

Inaba (2009) investigaram a estabilidade inicial de MI quando colocados inclinados ou perpendiculares à superfície do osso e examinaram os efeitos das diferenças de direção tracional. Mini-implantes de titânio foram inseridos nos ossos nasais de coelhos, inclinados (60° e 120°) ou perpendiculares (90°) à superfície do osso. Esses implantes foram então ativados com uma força de 2N, com uma mola helicoidal de níquel-titânio (NiTi). As mobilidades nas laterais de tração e não de tração foram avaliadas utilizando-se o dispositivo Periotest imediatamente após a colocação e após a tração por duas semanas. Em seguida, os tecidos com os MI foram ressecados e o contato entre o osso e o implante foi examinado por microscopia eletrônica. Houve uma tendência de as mobilidades dos MI a 60° e 120° serem menores do que a 90°, quando medidos antes e depois da tração. Os comprimentos de contato osso-implante a 60° foram significativamente maiores do

que aqueles a 90°. Não houve diferença significativa na proporção de contato do osso-implante entre os diferentes ângulos. Correlações foram evidentes entre a mobilidade do implante e comprimento de contato. Concluiu que, na prática clínica, os implantes inclinados para a superfície do osso tendem a ter melhor estabilidade primária.

Vilella *et al.* (2009) fizeram um estudo através da revisão da literatura e avaliaram os fatores que influenciam os resultados dos dispositivos de ancoragem temporários, bem como as taxas de sucesso e as complicações mais comuns decorrentes da instalação desses dispositivos. De acordo com o que foi relatado na literatura, pode-se concluir que os fatores relacionados ao sucesso dos MI são: formato cilíndrico e autoperfurante, maior diâmetro dos MI, pacientes adultos que não apresentam padrão de crescimento vertical, experiência do cirurgião-dentista, ausência de trauma mecânico, torque final de inserção ideal, distância entre as porções radiculares, inserção em gengiva inserida e em regiões mais espessas de cortical óssea. A taxa de sucesso oscila entre 80% e 90% quando avaliados MI de diâmetro maior que 1 mm, inseridos em pacientes adultos. Algumas complicações podem decorrer do uso de MI, sendo a mais comum a inflamação peri-implantar.

Crismaniet *al.* (2010) fizeram uma revisão sistemática dos efeitos relacionados a paciente, MI e carga na estabilidade dos MI. Para esse estudo, relatos de casos clínicos publicados antes de setembro de 2007, com pelo menos 30 MI, foram revisados. Os parâmetros para as análises foram; sexo, idade do paciente, localização, método de inserção do MI, comprimento e diâmetro, tempo e quantidade de carga. Quatorze estudos clínicos de 452 pacientes e 1519 MI observaram uma taxa média de sucesso geral de 83,8%  $\pm$  7,4%. O sexo dos pacientes não apresentou diferenças significativas. Em termos de idade, um de 5 estudos com pacientes com mais de 30 anos de idade mostrou diferença significativa. Mini-implantes com diâmetro entre 1 e 1,1 mm apresentaram taxas de sucesso significativamente mais baixas do que os de 1,5 e 2,3 mm. Um estudo relatou taxas de sucesso significativamente mais baixas para MI de 6 mm em comparação com os de 8 mm de comprimento (72% e 90%, respectivamente). A inserção dos MI com ou sem retalho cirúrgico mostrou resultados contraditórios entre os estudos. Três estudos mostraram taxas de sucesso significativamente mais



elevadas para maxila do que para mandíbula. Mini-implantes ativados imediatamente ou após período de cicatrização não mostraram diferenças significativas. Concluíram que todos os artigos descreveram taxas de sucesso suficientes para tratamentos ortodônticos com MI e que protocolos de inserção variavam significativamente. Mini-implantes com menos de 8 mm de comprimento e 1,2 mm de diâmetro devem ser evitados.

Marquezana *et al.* (2010), estudaram a relação do trabeculado ósseo com a estabilidade primária dos MI. O objetivo desse estudo foi comparar a estabilidade primária de MI inseridos em blocos ósseos de diferentes densidades minerais ósseas (BMDs), bem como investigar se houve alteração na parte óssea, tais como a espessura trabecular, número trabecular, separação trabecular, espessura cortical, BMD ou densidade de volume ósseo (BV/TV), que poderia influenciar a estabilidade primária dos MI na presença e ausência de osso cortical. Quatro secções ósseas foram colhidas de cada bacia: duas do púbico e duas da região do íliaco. A dimensão final das amostras foi de 8 mm x 3.10 mm. A espessura cortical foi medida em duas dimensões de imagem. Seções sagital e coronal foram visualizadas em banco de dados que contém o centro dos MI. As amostras foram medidas duas vezes em um intervalo de uma semana para avaliar a confiabilidade. No processo de análise de imagem, um limiar mundial foi utilizado a fim de distinguir o trabeculado ósseo (pixels brancos) a partir do fundo (espaço vazio, pixels pretos) por meio do histograma de imagens em tons de cinza. Os parâmetros histomorfométricos foram calculados automaticamente. Foram avaliados os volumes ósseos, volume trabecular e volume cortical. Cinquenta e dois mini-parafusos cônicos autoperfurantes foram instalados na mesma posição por uma guia. O operador foi o mesmo para todos os MI. Imediatamente após a inserção dos MI, sua mobilidade foi avaliada e dispositivos de acrílico foram usados para fixar as amostras. Forças mecânicas foram realizadas para puxar para fora os MI. Médias, desvios-padrão e comparações entre os grupos para as propriedades do osso foram descritas. A densidade mineral óssea aumentou e, conseqüentemente, a estabilidade primária aumentou numericamente bem. Na presença e ausência de osso cortical, número trabecular, espessura trabecular, volume ósseo, volume trabecular e densidades minerais ósseas, foram correlacionados com a estabilidade primária dos MI, mostrando a importância de osso trabecular na estabilidade de MI.

Chen *et al.* (2010) fizeram este estudo para determinar um torque de inserção mecânica adequado para MI auto-perfurantes com diâmetros diferentes e analisar a relação entre os torques de inserção e remoção. Um total de 360 MI autoperfurantes de cinco marcas diferentes foram inseridos em três densidades ósseas. Para controlar a profundidade de inserção, todos os implantes foram inseridos com dois anéis de vedação no gargalo do implante. Para reduzir as variáveis, todos os MI foram inseridos perpendicularmente sem pré-perfuração com um motor cirúrgico, para a medição de torque de inserção e de remoção. A análise de correlação de Spearman foi utilizada para estudar a relação de torque de inserção e remoção e significância para todos os testes foi preestabelecida. No osso artificial com densidade de 20 libras por pé cúbico (pcf), todos os micro-implantes foram inseridos completamente, sem qualquer problema, e puderam ser removidos facilmente e reinstalados sem ruptura. Em osso artificial de densidade 30 pcf, todos os cinco tipos de MI foram completamente inseridos, mas os implantes do tipo A apresentaram fadiga, porque foram retirados com forte resistência. Em 40 pcf de osso artificial, quatro tipos de MI foram inseridos com sucesso, ao passo que nove dos MI tipo A foram quebrados antes de serem completamente inseridos e outros não puderam ser removidos. O ponto de partida foi subjacente à cabeça do implante. Se foram inseridos através desse ponto, a fratura não deveria ter acontecido. Do ponto de vista mecânico, o alto torque de inserção indica que os implantes terão uma melhor estabilidade inicial e uma elevada taxa de sucesso. No entanto, um torque de inserção excessivamente elevado não é necessário. Se os valores de torque forem excessivos, causarão sua ruptura e haverá uma pressão considerável sobre o osso circundante, causando rachaduras ósseas ou necrose óssea. A mecânica ideal de torque de inserção é dependente do diâmetro dos MI. Usando uma técnica de autoperfuração, os MI com um diâmetro de menos de 1,3 mm foram inadequados para inserção dentro de um osso com uma alta densidade óssea.

Fayed e Katsaros (2010) determinaram os locais ideais de colocação de MI na maxila anterior e posterior e na mandíbula com base no mapeamento das dimensões dos espaços inter-radulares e espessura do osso cortical, utilizando tomografia computadorizada (CBCT) para elucidar o efeito da idade e do sexo sobre as medidas anatômicas estudadas. Para o presente estudo, foram usadas amostras de imagens tomográficas de 100 pacientes (46 homens e 54 mulheres), divididos em

dois grupos, com idades de 13 a 18 anos e 18 a 27 anos. As imagens 3D foram geradas por tomografia e software I-Dexil. Imagens tomográficas ortogonais foram construídas. Após 2 meses de treinamento e medições experimentais em 15 casos, o investigador fez todas as medições efetivas. Quatro semanas mais tarde, o mesmo investigador reavaliou 10 casos aleatoriamente para testar a confiabilidade intra-observador. Para minimizar os erros de medição produzidos a partir de posturas de cabeça não padronizados, todas as imagens foram orientadas utilizando um protocolo normalizado em que o plano palatino foi alinhado paralelo ao eixo horizontal fornecido pelo software, e o septo nasal foi alinhado paralelamente ao eixo vertical. Para cada espaço inter-radicular na maxila e na mandíbula, a partir do segundo molar de um lado para o segundo molar no lado oposto, as seguintes medições foram feitas em três profundidades diferentes da junção cimento, isto é, a 2 mm, 4 mm e 6 mm. O local ideal para colocação de MI na região anterior foi entre os incisivos centrais e laterais na maxila e entre o incisivo lateral e o canino na mandíbula ao nível de 6 mm da junção cimento-esmalte. No aspecto vestibular da região posterior de ambas as maxilas, os locais ideais são entre o segundo pré-molar e primeiro molar e entre o primeiro e segundo molares. Na região palatina, o local ótimo foi entre os primeiro e segundo pré-molares, uma vez que tem a vantagem da maior espessura cortical. Quanto mais apical o sítio, mais segura a colocação. Os homens na faixa etária acima de 18 anos tiveram um vestibulo-lingual significativamente superior, e espessuras corticais palatais em locais e níveis específicos da maxila e mandíbula.

Kyun Kim (2011) analisaram o efeito *in vivo* e *in vitro* da estabilidade mecânica dos MI ortodônticos com jato de areia grossa e oxidação (SLAO) anódica *versus* jato de areia grossa e condicionamento ácido (SLA). Cinquenta e quatro MI de forma cilíndrica foram alocados em três grupos de acordo com o método de tratamento da superfície: Grupo (SLA), Grupo (SLAO) e grupo controle. Para o tratamento SLA, partículas de alumínio de 100 microns foram pulverizadas sobre a superfície dos MIO durante dois minutos, com uma solução de mistura de 30% de HCL concentrado, 60% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado e uma solução de diluição. Para o tratamento SLAO, foi aplicado jato de areia da mesma forma e a oxidação anódica foi conseguida por tratamento da superfície. Seis MIO foram instalados em um bloco de osso cortical de espuma de poliuretano, estudo *in vitro*. No estudo *in vivo* foram

utilizados 6 tíbias de beagle e os implantes foram removidos após oito semanas da instalação. Para inserção e remoção dos MIO, a velocidade e torque máximo do motor cirúrgico foi ajustada para 30 rpm e 40 rpm, respectivamente. A normalidade e igualdade de variância não foram violadas no conjunto de dados de acordo com o teste. Durante o procedimento de inserção, o grupo controle apresentou torque máximo de inserção significativamente maior que os grupos SLA e SLAO e, durante o torque de remoção, nenhuma das variáveis diferiu significativamente entre os três grupos. No entanto, o tratamento SLAO pode ser uma ferramenta eficaz na redução dos danos causados na inserção em cerca do tecido ósseo e na melhoria da estabilidade mecânica dos MIO.

Hong *et al.* (2011) compararam a estabilidade entre cinco tipos de MI e um projeto novo de MI. O objetivo desse estudo foi comparar a estabilidade entre cinco projetos de MI ao testes de deslocamento lateral com proximidade da raiz e o contato com a raiz, um dos principais fatores na insuficiência dos MI, e comparar com um novo *design*. Para cada teste, 20 MI de cada modelo foram inseridos em osso bio sintético com espessura adequada para simular o trabeculado e cortical ósseo e uma folha de 1 mm de espessura plástica para simular a espessura do tecido mole. Todos os MI foram inseridos perpendicularmente à superfície do osso até o pescoço em contato com a simulação de tecido mole. O projeto novo foi curto para se envolver principalmente no osso cortical, mas grande para otimizar a estabilidade. Seu exterior foi de rosca única e cilíndrico e seu interior tem o centro oco para facilitar a inserção. Foi realizado teste de torque e deslocamento lateral. Os resultados mostraram que o torque de inserção e remoção dos MI foi maior no modelo novo. Tal como no teste de torque, a força média requerida para deslocamento foi maior no modelo novo. Os MI com maior diâmetro e dupla rosca mais fina aumentaram o bloqueio da área de superfície entre o osso e o implante, aumentando, assim, a estabilidade primária. Concluíram, também, que o aumento do contato osso-implante cortical deve ser considerado para futuros projetos e que o novo projeto foi promissor, uma vez que mostrou estabilidade superior com menor risco de pôr em perigo estruturas anatômicas próximas durante a colocação e tratamento ortodôntico. No entanto, modificações no torque de inserção foram indicadas para evitar dificuldade clínica e desconforto do paciente.

Uemura e Motoyochi (2011) investigaram qual diâmetro ósseo resultou em MI estáveis sob tração, e avaliaram a relação entre a estabilidade dos MI e mobilidade, morfométrica e mecanicamente, em tíbias de ratos, em tentativa de determinar o prognóstico para MI. Vinte ratos foram utilizados e 40 MI (1,4 mm de diâmetro; 1,2 mm de diâmetro; e 1,3 mm entre a máxima e a mínima X 4,0 mm de comprimento) foram colocados em tíbias de ratos. Brocas com comprimento de 4,0 mm e diâmetro de 0,8 mm; 0,9 mm; 1,0 mm; e 1,1 mm foram usadas para fazer um furo piloto. Um MI foi inserido em cada buraco, usando um driver de mão, e uma força de tração de 2 N foi aplicada, utilizando uma mola helicoidal NiTi e fios de aço inoxidável finos. Os MI em tíbias direitas foram submetidos à tração por 3 semanas, enquanto aqueles na tíbia esquerda foram utilizados como controle, sem tração. O contato osso-implante em torno do osso cortical foi observado utilizando-se emissão de campo da microscopia eletrônica de varredura. As fotografias foram tiradas com 25X de ampliação. Após o rastreamento das fotografias, a relação contato osso-implante (BIC) foi calculada com o comprimento de BIC no osso cortical dividida pela superfície do MI no osso cortical X 100. Todos os traçados e medições foram realizados duas vezes, com um mês de intervalo para reduzir os erros intra-examinador. Outros 20 ratos foram preparados. O método experimental inicial foi o mesmo. Os MI foram inseridos em orifícios de tamanhos diferentes, utilizando um controlador de mão. A mobilidade dos MI foi medida em T1, utilizando um perioteste. Os MI em tíbias direitas foram, então, submetidos a 2 N de tração, usando-se uma mola helicoidal NiTi por 3 semanas, enquanto os da tíbia esquerda foram deixados como controle. A mobilidade de todos os MI foi medida novamente usando-se o perioteste. Para os grupos de diâmetro 0,8 e 1,1mm, um menor contato entre a superfície do osso e MI foi evidente. A proporção de BIC do grupo de 1,1 mm foi significativamente menor do que nos outros grupos, e a do grupo de 0,8 mm foi menor que no grupo de 1,0 mm. Para se obter a estabilidade dos MI, o diâmetro do orifício deve estar entre 69 e 77% do diâmetro do MI. A diminuição significativa da mobilidade do MI depois de três semanas, testada com uso do perioteste, implicou um bom prognóstico para a estabilidade subsequente.

Chatzigianniet *al.* (2011) investigaram a influência do comprimento do implante e diâmetro na estabilidade primária de dois tipos diferentes de MI ortodônticos, medindo seus desvios durante a aplicação de alta e de baixa força *in*

*vitro*. Um total de 90 MI de titânio em forma cônica, de duas empresas diferentes, com desenho idêntico com dois comprimentos diferentes (7 e 9 mm) foi usado. Costelas bovinas apresentam o mesmo padrão de arquitetura que a mandíbula humana, com o osso cortical e esponjoso. Os MI autoperfurantes foram inseridos nos segmentos ósseos. Após a inserção do implante, os modelos foram fixados em um cubo metálico padrão, usando resina acrílica autopolimerizante. As preparações foram, em seguida, transferidas e montadas em um sistema tridimensional de medição de mobilidade 3D, constituídas por dois componentes, um mecânico e um sub-sistema de laser óptico. O subsistema de laser óptico registra os deslocamentos de implantes e rotações em todas as três dimensões. A força foi aplicada através de molas helicoidais de NiTi de um lado e um transdutor de torque mecânico 3D. Foram utilizados dois níveis de força: metade foi carregada com 0,5 N e a outra metade, com força de 2,5 N. Forças foram aumentando de zero até o ponto máximo correspondente. Os resultados mostraram que o comprimento e o diâmetro do implante tiveram impacto significativo sobre a estabilidade primária quando o nível de força foi 1 N ou superior. As diferenças nos resultados também podem ser explicadas pelo nível de força aplicada. O significado clínico do presente estudo foi alto em relação às várias condições clínicas e diferentes sistemas de forças, nas quais a seleção do MI correto pode ser crítica para sua retenção. A baixo níveis de força, não foi observado diferença significativa de deslocamento em função do comprimento do implante e diâmetro. Em níveis elevados de força, os implantes longos, de 9mm deslocaram significativamente menos que os MI, de 7mm.

Turkose *et al.* (2011) compararam a estabilidade de MI usando métodos de perfuração livres de brocas e, tanto antes como depois, avaliaram a estabilidade no início da ativação. Sessenta e dois pacientes adolescentes com idade média de 15 anos foram divididos aleatoriamente em três grupos, e 112 MI de titânio foram colocados entre os primeiros molares superiores e segundo pré-molares, para conseguir distalização dos molares. Grupos I (N = 22) e II (N = 20) receberam perfuração piloto com diâmetros de 1,1 e 0,9 mm, respectivamente, enquanto o método isento de broca foi utilizado no grupo III (N = 20). Forças de distalização de até 200 g foram aplicadas com molas helicoidais abertas de níquel titânio (NiTi). Para efeito de comparação proporcional entre os grupos, foi utilizado teste de análise estatística para comparar as taxas de sucesso. A taxa geral de sucesso foi

de 77,7%. Não houve diferença significativa entre os grupos I e II, antes ou depois da ativação. Foram encontradas diferenças significativas entre os grupos I e III e entre os grupos II e III, antes e após o carregamento. Mini-implantes utilizando o método sem broca proporcionaram maior taxa de sucesso antes da aplicação de força ortodôntica e também mantiveram sua estabilidade após a ativação. Diâmetros de brocas menores podem contribuir para a estabilidade clínica dos MI no curto prazo, no entanto, avaliações de longo prazo foram necessárias para esclarecer a estabilidade dos dispositivos de ancoragem esquelética temporários.

Kim *et al.* (2012) compararam a taxa de sucesso de MI inseridos manualmente e motorizados de acordo com idade, sexo, tempo do MI e locais de inserção. Para esse estudo, foram analisados retrospectivamente 429 MI ortodônticos em 286 pacientes (102 homens e 327 em mulheres), entre 2005 e 2010, em consultório particular. Idade, sexo, comprimento do MI e local de inserção estavam numa tabulação cruzada dos métodos de inserção. Foi realizado o teste de Cochran-Mantel-Haenszel para comparar as taxas de sucesso dos dois métodos de inserção. Para o método motorizado de inserção, foram utilizados 228 MI e, para o método manual, 201 MI. As taxas de sucesso foram similares em homens e mulheres, independentemente do método de inserção usado. Com relação ao comprimento dos MI, não foram encontradas diferenças nas taxas de sucesso em relação à inserção motorizada ou manual para MI de 6 milímetros de comprimento (68,01% e 69,5% com motor e manual, respectivamente). No entanto, MI com comprimento de 8 mm exibiram taxas de sucesso significativamente mais elevadas (90,04%) em relação aos de 6 mm de comprimento, quando colocados com motor. A taxa de sucesso total também foi significativamente maior. A taxa de sucesso foi similar em todas as faixas etárias, independentemente do método de inserção. Tomadas em conjunto, o método de inserção motorizada pode ser útil para obter uma maior taxa de sucesso no posicionamento dos MI.

Xuet *al.* (2012) pesquisaram o efeito do ângulo de inserção sobre a estabilidade de MI ativados nas maxilas de beagle. Os beagles foram divididos aleatoriamente em quatro grupos, de acordo com diferentes ângulos de inserção dos mini-parafusos (30°, 50°, 70° e 90°) e cada beagle recebeu 2 pares de implante. Quarenta e oito MI de (6mm de comprimento , 1,6 mm de diâmetro) foram

implantados com referência a um mapa de zonas seguras para a implantação. Intra-radulares do primeiro molar inferior e terceiro molar inferior foram escolhidas como sítios experimentais. Todos os MI foram inseridos com o mesmo método de inserção. Os parafusos foram imediatamente ativados com força de 2 N através de uma mola de bobina fechada entre os implantes. Após oito semanas de ativados, os animais foram mortos. Mandíbula com MI foram removidas e cuidadosamente seccionadas em pequenos blocos, cada um dos quais continha um MI rodeado por pelo menos 5 mm de osso sem tecido mole. Tomografias computadorizadas e testes de arrancamento biomecânicos foram usados para avaliar a osseointegração na interface. Observou-se uma taxa de sobrevivência de 100% dos MI para todos os grupos. Um MI inserido em um ângulo de 30° foi um pouco solto, e os outros mantiveram-se estáveis ao longo do estudo. Para melhor resistir às forças ortodônticas e garantir osseointegração de MI ativados imediatamente, um ângulo de inserção variando de 50° a 70° pode ser aconselhável. Ângulos de inserção muito oblíquos e verticais podem resultar em estabilidade reduzida do MI carregado imediatamente.

Victor *et al.* (2013) determinaram e compararam o torque dos incisivos e molares no controle vertical durante o tratamento ortodôntico, utilizando o sistema de aparelho (MBT), com e sem MI. Vinte pacientes que necessitam de extração de pré-molares para correção de proclinação entre 14-25 anos, tanto homens como mulheres, foram selecionados para o estudo. Os pacientes foram instruídos a manter uma boa saúde bucal até a cessação da terapia. Apenas os indivíduos com o plano médio mandibular foram incluídos no estudo. Os 20 indivíduos foram divididos aleatoriamente em dois grupos, composto por 10 elementos cada. O Grupo A foi composto por aqueles em que os implantes foram colocados e o Grupo B formou o grupo de controle. O movimento foi realizado através de molas fechadas de NiTi. A avaliação do controle vertical e torque de incisivos e controle vertical dos molares foi feita pelo método radiográfico, utilizando cefalograma, tomada antes e depois da retração. O controle de torque dos incisivos nos grupos A e B não indicou diferença significativa. O ápice da raiz de molares no grupo A indicou que houve inclinação distal de molares, enquanto no grupo B houve inclinação mesial. No plano vertical, valores no Grupo A indicaram que houve intrusão dos incisivos e molares, enquanto o valor no Grupo B indicou extrusão dos incisivos e molares. O implante



proporcionou um excelente controle tridimensional no segmento anterior e no segmento posterior durante a retração, quando comparado com o modo convencional de ancoragem.

Casseta *et al.* (2013) examinaram a espessura do osso cortical alveolar e densidade para colocação de dispositivos de ancoragem temporária (TAD) e avaliar as diferenças entre idade, sexo, local e lado de implantação usando tomografia computadorizada (TC). Nesse estudo retrospectivo, 48 exames de tomografia computadorizada, realizada para fins de cirurgia oral, foram selecionados a partir de registros dentários de 3.223 pacientes ortodônticos caucasianos. A amostra do estudo foi dividida em grupos com base na idade (adolescentes, 12–18 anos; adultos, 19–50 anos), sexo (masculino e feminino), local (arcada superior e inferior, anterior ou região incisiva-caninos e pré-molares ou região posterior molar) e lateral (vestibular e oral ou palatal/lingual). Nesse estudo, o processamento de dados e todas as medidas foram realizados por software Sim Plant, um programa que permite uma reconstrução 3D de estruturas anatômicas a partir dos dados adquiridos com CT. A espessura do osso cortical e da densidade foram medidas em intervalos de 2, 4, 6, 8 mm de apical à crista alveolar. A reprodutibilidade do método foi avaliada através de reexame dos registros de 10 pacientes duas semanas após o primeiro exame. A reprodutibilidade foi de 98% para medições de espessura e de 97% para medidas de densidade. No sexo masculino, foram encontrados maiores valores de espessura e densidade do que no sexo feminino, em diferentes níveis (2, 4, 6, 8 mm), a partir da crista alveolar, com uma diferença estatisticamente significativa (0,05 mm). Em adultos, a espessura de ambas as mandíbulas foi maior do que em adolescentes. Os valores de densidade não mostraram diferença de acordo com a idade dos pacientes, somente em 8 mm a nível cortical óssea oral. A mandíbula foi tanto mais espessa e mais densa do que a maxila superior. Os indivíduos masculinos são caracterizados por uma densidade de osso cortical alveolar mais espessa e mais elevada do que os do sexo feminino. O osso cortical alveolar via oral é mais grosso do que o vestibular. Houve uma significativa linear crescente de espessura e densidade de crista à base da crista alveolar.

Akyalcina *et al.* (2013) pesquisaram os efeitos de esterilização na estabilidade dos MI para fornecer ao clínico informações sobre o número de vezes

que MI de ancoragem temporária podem ser esterilizados de forma segura e bem-sucedida, hipótese de que não existiu qualquer diferença na estabilidade dos MI numa série de aplicações de esterilização. Quatro grupos de MI foram escolhidos para esse estudo com base em suas semelhanças, na composição da liga de titânio, no tamanho, na forma (cilíndrica) e no diâmetro. Trinta MI foram divididos em grupos de 10 cada um. Dentro de cada grupo, um grupo de controle foi exposto a um ciclo de esterilização e comparado com dois grupos experimentais que foram expostos de 5 a 10 ciclos de esterilização. Os MI foram colocados em cartuchos de metal destinados especificamente à esterilização. Todos os grupos foram esterilizados de acordo com as recomendações da American Dental Association. Testes químicos e biológicos foram incluídos para assegurar adequada esterilização. Feita a esterilização, todos os MI foram inseridos em amostras ósseas sintéticas para obter a inserção máxima, leitura de torque. O osso sintético foi feito para simular a densidade e propriedades físicas do osso esponjoso e cortical alveolar. Todos os MI foram inseridos por um único operador em um ângulo de 90° do osso sintético, para uniformidade. Os dados foram gravados para o torque máximo de inserção usando a configuração do modo de pico da chave de torque. Todas as amostras foram seccionadas e montadas em base de acrílico para ser utilizada na próxima porção do experimento. Foi utilizado instrumento preciso para aplicar uma compressão uniforme, força perpendicular, para investigar a estabilidade com base em deslocamento lateral dentro do osso sintético. Os resultados mostraram que existiram diferenças entre marcas específicas de MI. No entanto, a variabilidade estatística no torque máximo de inserção e força de deslocamento lateral investigados nos MI, quando foram esterilizados até 10 vezes, indicou não haver qualquer relevância clínica para a estabilidade.

Kuroda *et al.* (2014) realizaram estudo com o objetivo de investigarem a razão para a alta taxa de falha de MI durante o tratamento ortodôntico. Colocaram a hipótese de que a falha do MI tinha sido causada pela diminuição do comprimento do MI fora do osso em relação ao comprimento do MI no interior do osso (relação comprimento exterior/interior) e equalizaram a proporção para verificar se conduziria a um aumento da estabilidade dos MI, quando ativados contra forças laterais, avaliados através de análise de elementos finitos. Para isso, analisaram a distribuição de tensões dos MI na cortical e trabeculado ósseo e níveis de *stress*

quando uma força de 2 N foi aplicada na cabeça de quatro MI de 6, 8, 10 e 12 mm de comprimento. A direção da força foi aplicada perpendicular ao eixo principal dos MI. Os níveis de *stress* dos MI aumentou na cortical óssea em proporção ao comprimento fora do osso. O comprimento dos MI no interior do osso não afetou os níveis de *stress* na cortical óssea. Os resultados da análise de elementos finitos indicaram que, para estabilizar os MI, controlar o comprimento do MI fora do osso é mais importante do que controlar a razão entre o comprimento exterior/ interior.

Nienkemper *et al.* (2014) avaliaram as alterações da estabilidade dos MI durante o período inicial de cicatrização em humanos. A amostra foi de 19 pacientes tratados consecutivamente. Em cada paciente, um MI de tamanho 2 mm X 9 mm foi inserido no palato anterior. A estabilidade dos implantes foi avaliada por meio de análise de frequência de ressonância (RFA) imediatamente após a inserção (T0), duas semanas mais tarde (T1), quatro semanas mais tarde (T2) e seis semanas depois (T3). Profundidade de inserção e torque máximo foram medidos. Os dados foram relatados quanto à correlação entre RFA, profundidade de inserção e torque máximo. A média de profundidade de inserção foi de 7,5 a 6 mm; o torque de inserção foi de 16,8 Ncm. De T0 para T1, o quociente de estabilidade do implante diminuiu 6,1 mm e, entre T1 e T2, o quociente de estabilidade diminuiu significativamente, 7,9 mm, e de T2 em diante permaneceu praticamente inalterado. A estabilidade dos MI está sujeita a alterações durante o processo de cicatrização. Durante as semanas 3 e 4, observou-se uma diminuição significativa da estabilidade dos MI e, após quatro semanas, a estabilidade não se alterou significativamente. Observou-se que a estabilidade se altera no tempo de cicatrização. A estabilidade é adequada para dispositivos de ancoragem temporária, que têm de gerir o equilíbrio de oferecer estabilidade suficiente à ancoragem e permitir a fácil remoção do MI sem quebrar.

#### 4- DISCUSSÃO

Os estudos de Seoket *al.* (2007) constataram que uma distância mínima de 1 mm de osso alveolar ao redor do MI foi suficiente para uma inserção mais segura e relacionaram locais mais seguros. Por outro lado, Fayed e Katsaros (2010) determinaram os locais ideais de inserção de MI na maxila anterior e posterior da mandíbula com base em mapeamento das dimensões corticais e observaram que quanto mais apical o sítio, mais segura a inserção.

Na simplicidade de inserção dos MI, observamos que é necessário um parâmetro de torque que não seja excessivo, a ponto de danificar os tecidos circundantes, nem muito fraco, a ponto de não dar a estabilidade primária necessária. Observamos, nos relatos da literatura, que MI devem ter torque de inserção e remoção sem danificar tecidos circundantes.

Fávero, Pixote e Paganelli (2007) observaram que, em tratamento ortodôntico, o valor do torque de remoção dos MI foi notavelmente mais baixo e que o desaperto não cria pressão indevida sobre os componentes mecânicos. Já Jongwanet *al.* (2008) investigaram a mecânica, histologia e propriedades de MI, constatando que a forma cônica teve algumas vantagens, tais como retenção mecânica e boa estabilidade primária, porém, poderia induzir o tecido ósseo a reação negativa por causa do excesso de compressão. Song *et al.* (2007) avaliaram o efeito da espessura do osso cortical na inserção, remoção e torque máximo de MI. Concluíram que MI cônicos tiveram torque máximo de inserção com o aumento da espessura do osso cortical; que MI cilíndricos apresentaram menor perda de torque em todas as espessuras de osso cortical; e que desenhos de MI devem ser escolhidos de acordo com a espessura do osso cortical para ser instalado. Conforme estudos de Yan Chen *et al.* (2010) com MI autoperfurantes, o alto torque de inserção de MI teve uma melhor estabilidade inicial e uma alta taxa de sucesso. A mecânica ideal de torque de inserção é dependente do diâmetro do MI, e MI com diâmetro menor que 1,3 mm foram inadequados para inserção em osso com alta densidade óssea.

Com o uso de MI na ortodontia, observamos que, para que ele tenha sucesso, é necessário que haja estabilidade primária na sua inserção, para que possa ser ativado imediatamente ou posteriormente e, para isso, vemos na literatura estudos como o de ZhenruiXuet *al.* (2012), que pesquisaram a estabilidade dos MI em relação ao seu ângulo de inserção e concluíram que um ângulo de 50° a 70° pode ser aconselhável e ângulos muito oblíquos e verticais podem resultar em estabilidade reduzida. Da mesma forma, Inaba (2009) estudou os efeitos das diferenças de ângulos e concluiu que, na prática clínica, os MI inseridos inclinados para a superfície do osso tendem a ter melhor estabilidade primária.

No mesmo intuito de avaliar a estabilidade dos MI, Choe e Kyun Kim (2011) estudaram o efeito da superfície dos MI tratados com jato de areia grossa e oxidação anódica *versus* jato de areia grossa e condicionamento ácido, e concluíram que a superfície dos MI influencia na estabilidade.

Podemos avaliar que projetos novos de MI são viáveis. Conforme os resultados obtidos de vários tipos de MI e formas, concluímos que MI com maior diâmetro e dupla rosca mais fina aumentam a área de contato osso-implante, aumentando, assim, sua estabilidade, como relatam Hong *et al.* (2011).

De forma diferente, Akyalcina *et al.* (2013) pesquisaram os efeitos da esterilização na estabilidade dos MI, para fornecer ao clínico informações sobre o número de vezes que um MI pode ser esterilizado. Os resultados obtidos mostraram que, quando esterilizados até 10 vezes, não há qualquer relevância clínica para a estabilidade.

Marquezana *et al.* (2010), por outro lado, estudaram a relação do trabeculado ósseo com a estabilidade primária dos MI e observaram que, quanto maior a densidade óssea, maior a estabilidade primária. Wilmes e Drescher (2009) realizaram um estudo com o objetivo de relacionar o impacto da profundidade de inserção e diâmetro da perfuração na estabilidade primária dos MI e observaram que profundidades de inserção mais altas resultam em maior torque e estabilidade primária, e que maior diâmetro de perfuração resulta em menor torque de inserção e estabilidade primária.

Phiton e Nojima (2008) avaliaram a deformação e fratura de MI ortodônticos de diferentes marcas comerciais, submetidos a carga na direção perpendicular ao seu comprimento. Os resultados demonstraram deformação e fratura em todos os MI avaliados. Nova *et al.* (2008) avaliaram também torque de inserção até a fratura dos MI. Os resultados demonstraram pouca variação de resistência, justificando que diferenças na forma, diâmetro e número de filetes de rosca podem afetar as características físicas dos MI. Já Squeffet *et al.* (2008) pesquisaram MI ortodônticos em relação à sua topografia em ensaios mecânicos de torque até a fratura. Observaram valores mínimos e máximos das forças de torque de inserção e média de forças empregadas até a ocorrência da fratura. Concluíram que todos os sistemas estudados apresentaram resultados satisfatórios em relação à força recomendada na ortodontia, que é de 5 a 10 N/cm.

Estudos (Kang *et al.*:2009; Yang Kuet *al.*:2010; Kyunget *al.*: 2012) mostraram que MI com proximidade com as raízes ou em contato com as raízes podem falhar, assim como podem ter reabsorção radicular, o tecido ósseo crescer em direção a raiz e ocorrer anquilose entre raiz e o osso. Os resultados mostraram que, quanto maior a distância entre a raiz e MI, maior a taxa de sucesso e, para ter maior sucesso, deve-se tentar aumentar a distância entre a superfície da raiz e a do MI.

## 5- CONCLUSÃO

Quanto aos miniimplantes, sua inserção, deve ser em locais adequados no trabeculado ósseo e terá estabilidade primária.

É necessária para sua ativação um torque que não seja excessivo que possa danificar tecidos circundantes ou fraturá-lo. Deve ser inserido em um ângulo adequado, para maior estabilidade. Sua técnica de inserção é relativamente simples, desde que tenha um planejamento cuidadoso e treinamento adequado.

Os mini implantes vieram para simplificar tratamentos em ortodontia quando há necessidade de ancoragem, sua ativação imediata ou tardia não tem impacto significativo sobre a estabilidade dos mini implantes.

A má higienização pode levar a perda dos mini implantes.

Com base na revisão de literatura, conclui-se que, os mini implantes são um excelente método de ancoragem ortodôntica.

## REFERÊNCIAS

- Chaddad, K.; Ferreira, A. F. H.; Geurs, N. *et. al.* "Influence of Surface Characteristics on Survival Rates of Mini-Implants". ***The Angle Orthodontist***. vol. 78, No. 1, p. 107-11. Jan. 2008
- Chatzigianni, A; Keilig, L.; Reimann, S. *et. al.* "Effect of mini-implant length and diameter on primary stability under loading with two force levels". ***Eur J Orthod***. 2011.
- Chen, Y.; Kyung, H. M.; Gao, L. *et. al.* "Mechanical properties of self-drilling orthodontic micro-implants with different diameters". ***The Angle Orthodontist***. vol. 80, No. 5, p. 821-827. Set. 2010
- Cho, I.; Kim, S.; Chang, Y. *et. al.* "In vitro and in vivo mechanical stability of orthodontic mini-implants". ***The Angle Orthodontist***. vol. 82, No. 4, p. 611-617. Jul. 2012,
- Crismani, A. G.; Bertl, M. H.; Celar, A. G. *et. al.* "Miniscrews in orthodontic treatment: review and analysis of published clinical trials". ***Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop***. vol. 137, No. 1, p. 108-13. Jan. 2010
- Favero, L. G.; Pisoni, A.; Paganelli, C. "Torque de remoção dos mini-implantes osseointegrados". ***European Journal Of Orthodontics***. v. 5. p. 443-448. 2007
- Fayed, M. M. S.; Pazera, P.; Katsaros, C. "Optimal sites for orthodontic mini-implant placement assessed by cone beam computed tomography". ***The Angle Orthodontist***. vol. 80, No. 5, p. 939-951. Set 2010
- Hong, C.; Lee, H.; Webster, R. *et. al.* "Stability comparison between commercially available mini-implants and a novel design: Part 1". ***The Angle Orthodontist***. vol. 81, No. 4, p. 692-699. Jul 2011
- Inaba, M. "Avaliação da estabilidade primária de mini-implantes ortodônticos inclinados". ***Journal of Oral Science***. vol. 51, p. 347-353. 2009
- Kang, Y.; Kim, J.; Lee, Y. *et. al.* "Stability of Mini-Screws Invading the Dental Roots and Their Impact on the Paradental Tissues in Beagles". ***The Angle Orthodontist***. vol. 79, No. 2, p. 248-255; Mar. 2009
- Kim, J. S.; Choi, S. H.; Cha, S. K. *et. al.* "Comparison of success rates of orthodontic mini-screws by the insertion method". ***Korean J Orthod***. vol. 42, No. 5, p. 242-8. Out. 2012
- Kim, J; Baek, S.; Kim, T. *et al.* "Comparison of Stability between Cylindrical and Conical Type Mini-Implants". ***The Angle Orthodontist***. vol. 78, No. 4, p. 692-698. Jul. 2008



Kuroda, S.; Nishii, Y.; Okano, S. *et al.* "Stress distribution in the mini-screw and alveolar bone during orthodontic treatment: a finite element study analysis". *J. Othod.* Mai. 2014.

Lee, Y.; Kim, J.; Baek, S. *et al.* "Root and Bone Response to the Proximity of a Mini-Implant under Orthodontic Loading". **The Angle Orthodontist.** vol. 80, No. 3, p. 452-458. Mai. 2010

Li, W.; Chen, F.; Zhang, F. *et al.* "Volumetric measurement of root resorption following molar mini-screw implant intrusion using cone beam computed tomography". **PLoSOne.** vol. 8, No. 4:e60962. Dói: 10.1371/journal.pone.0060962. Abr. 2013

Marquezan, M.; Souza, M. M.; Araújo, M. T. *et al.* "Is miniscrew primary stability influenced by bonédensity?" **Braz Oral Res.** vol. 25, No. 5, p. 427-32. Set.-out. 2011

Min, K.; Kim, S.; Kang, K. *et al.* "Root proximity and cortical bone thickness effects on the success rate of orthodontic micro-implants using cone beam computed tomography". **The Angle Orthodontist.** vol. 82, No. 6, p. 1014-1021. Nov. 2012

Nienkemper, M.; Wilmes, B.; Pauls, A. *et al.* "Mini-implant stability at the initial healing period: A clinical pilot study". **The AngleOrthodontist.** vol. 84, No. 1, p. 127-133. Jan. 2014

Pithon, M. M.; Nojima, L. I.; Nojima, M. G. "Avaliação da resistência à flexão e fratura de mini-implantes ortodônticos". **Rev Dent Press Ortodon.** p.128-133; 2008

Shin, Y.; Ahn, H.; Park, Y. *et al.* "Effects of predrilling on the osseointegration potential of mini-implants". **The Angle Orthodontist.** vol. 82, No. 6, p. 1008-1013. Nov 2012

Song, Y.; Cha, J.; Hwang, C. "Mechanical Characteristics of Various Orthodontic Mini-screws in Relation to Artificial Cortical Bone Thickness". **The Angle Orthodontist.** vol. 77, No. 6, p. 979-985. Nov. 2007

Squeff, L. R.; Simon, M. B. A.; Elias. C. N. *et al.* "Caracterização de mini-implantes utilizados na ancoragem ortodôntica". **Dental Press Ortodontia Ortopedia Facial.** v. 13, No 5, p. 49-57. 2008

Türköz C.; Ataç, M. S.; Tuncer, C. *et al.* "The effect of drill-free and drilling methods on the stability of mini-implants under early orthodontic loading in adolescent patients". **Eur J Orthod.** vol. 33, No. 5, p. 533-6. Out. 2011

Vannet, B. V.; Sabzevar, M. M.; Wehrbein, H. *et al.* "Osseointegração de mini-implante e avaliação histomorfológica". **Euro FornalOrthodontic.** p. 437-442. 2007

Vilella, O. V. "Ancoragem ortodôntica com mini-implantes fatores de sucesso". **Rev. Bras. Odont.** vol. 66, p. 177-82. Jul./dez. 2009

Wilmes, B.; Su, Y.; Drescher, D. "Insertion Angle Impact on Primary Stability of Orthodontic Mini-Implants". *The Angle Orthodontist*. vol. 78, No. 6, p. 1065-1070. Nov 2008

Wu, J.; Bai, Y.; Wang, B. "Biomechanical and Histomorphometric Characterizations of Osseointegration during Mini-Screw Healing in Rabbit Tibiae". ***The Angle Orthodontist***. vol. 79, No. 3, p. 558-563. Mai. 2009

Xu, Z.; Wu, Y.; Zhao, L. *et. al.* "Effect of placement angle on the stability of loaded titanium microscrews in beagle jaws". ***The Angle Orthodontist***. vol. 83, No. 4, p. 659-666. Jul. 2013