



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE FARMÁCIA, ODONTOLOGIA E ENFERMAGEM
DEPARTAMENTO DE CLÍNICA ODONTOLÓGICA

VALQUÍRIA FERREIRA MOTA

**FATORES TÉCNICOS-BIOLÓGICOS RELACIONADOS À ESTABILIDADE
PRIMÁRIA DE MINI-IMPLANTES ORTODÔNTICOS**

FORTALEZA

2016

VALQUÍRIA FERREIRA MOTA

FATORES TÉCNICOS-BIOLÓGICOS RELACIONADOS À ESTABILIDADE PRIMÁRIA
DE MINI-IMPLANTES ORTODÔNTICOS

Monografia apresentada ao Curso de Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará, como requisito para a obtenção do título de Cirurgiã-Dentista

Orientador: Prof. Dr. Lúcio Mitsuo Kurita

FORTALEZA

2016

VALQUÍRIA FERREIRA MOTA

FATORES TÉCNICOS-BIOLÓGICOS RELACIONADOS À ESTABILIDADE PRIMÁRIA
DE MINI-IMPLANTES ORTODÔNTICOS

Monografia apresentada ao Curso de Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará, como requisito para a obtenção do título de Cirurgiã-Dentista

Aprovado em: ___/___/___.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Lúcio Mitsuo Kurita (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Pedro César Fernandes dos Santos
Universidade Federal do Ceará (UFC)

José Eugênio Teixeira Rocha (Doutorando)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho à minha família, que foi meu porto seguro perante as dificuldades e a força que me permitiu chegar ao fim desta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à Deus, que me ouviu nos momentos difíceis, confortou-me e me deu forças para chegar onde eu estou.

Agradeço aos meus pais, Francisco de Assis e Vanda, que, com muito amor, estiveram sempre ao meu lado, apoiando e dando forças para que eu concluísse esta caminhada e também à minha irmã, Bárbara, presente de Deus e amiga de todas as horas.

Agradeço a todos os meus amigos, em especial a Suzana Maciel, Paula Flôres, Ronildo Filho, Nayana Azevedo, Fernanda Coelho e Alene Melo, com quem tive o prazer de compartilhar o dia a dia durante esses 5 anos de universidade e que tornaram mais leves as dificuldades e me proporcionaram alegrias inesquecíveis.

Agradeço à minha dupla e amiga, Sabrina Saldanha, que com muita dedicação me auxiliou e tornou a rotina dos atendimentos muito mais leve e agradável.

Agradeço a todos os professores do curso de Odontologia pela dedicação com que nos ensinaram, não só a teoria e prática odontológica, mas também a abraçar a profissão com amor.

Agradeço ao professor José Eugênio Teixeira Rocha, que me auxiliou com seus conhecimentos e me forneceu a base para a construção deste trabalho.

Agradeço ao professor Pedro César Fernandes dos Santos pela disponibilidade e por ter contribuído, com seus conhecimentos, para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Agradeço ao meu orientador, professor Lúcio Mitsuo Kurita, pela generosidade com que acolheu este trabalho, pela excelente orientação e pela confiança depositada.

RESUMO

O uso dos mini-implantes com finalidade ortodôntica como dispositivos de ancoragem esquelética intrabucal foi consagrado na literatura e torna-se cada vez mais comum na prática clínica devido à sua biomecânica rápida e de baixo custo. Este trabalho de revisão de literatura buscou artigos dos últimos cinco anos, de 2010 a 2015, nas bases de dados PubMed e Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), e tem como objetivo abordar as diversas variáveis que influenciam no sucesso do tratamento ortodôntico com mini-implantes, desde a sua instalação até a sua remoção. Dentre elas, idade e sexo do paciente, tamanho e diâmetro do mini-implante, aplicação de carga e forças durante sua inserção e remoção, diferentes regiões de instalação e proximidade com estruturas anatômicas. Os estudos mostram que os mini-implantes têm se mostrado efetivos como método de ancoragem em ortodontia, sendo sua instalação e remoção relativamente simples. Devido ao seu tamanho reduzido podem ser inseridos em diversos locais, possibilitando inúmeras aplicações clínicas.

Palavras-chave: mini-implantes ortodônticos, procedimentos ortodônticos de ancoragem, estabilidade primária.

ABSTRACT

The use of mini-implants for orthodontic purposes with intraoral skeletal anchorage devices has been enshrined in literature and becomes increasingly common in clinical practice due to its rapid biomechanics and low cost. This literature review study aimed items of the past five years, from 2010 to 2015 in the PubMed and Biblioteca Virtual de Saúde (BVS) databases, and aims to address the many variables that influence the success of orthodontic treatment with mini-implants, since its installation until its removal. Among them, age and sex of the patient, the size and diameter of mini-implants, application and load forces during its insertion and removal, installation and different regions proximity to anatomical structures. Studies show that the mini-implants have been shown to be effective as anchoring method in orthodontics, and its installation and relatively simple removal. Due to its small size can be inserted in various sites, allowing numerous clinical applications.

Keywords: orthodontic mini-implants, orthodontic anchoring procedures, primary stability.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVO	12
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivos específicos	12
3 METODOLOGIA	13
4 REVISÃO DE LITERATURA	14
4.1 Sítio de inserção	14
4.2 Características dos mini-implantes	22
4.3 Método de inserção/remoção	27
4.4 Carregamento	31
4.5 Resposta Biológica	33
4.6 Utilização de exames por imagem	37
4.7 Percepção do paciente	38
5 DISCUSSÃO	40
6 CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO:

A ancoragem é um dos aspectos mais importantes no planejamento ortodôntico. O termo ancoragem em Ortodontia foi definido por PROFFIT e FIELDS (1995) como “resistência ao movimento dentário indesejável”. As diversas formas de ancoragem, apesar de eficientes em muitos casos, permitem um certo grau de movimentação da unidade de ancoragem devido à manifestação da 3ª lei de Newton, que se caracteriza por uma reação de igual intensidade, mas de sentido oposto. Deste modo, para suprir as deficiências dos sistemas clássicos de ancoragem, foram criados os mini-implantes com finalidade ortodôntica, dispositivos que possibilitam a obtenção da ancoragem esquelética intrabucal (BEZERRA *et al.*, 2004).

O uso dos mini-implantes com finalidade ortodôntica para fornecer ancoragem absoluta torna-se cada vez mais popular. Clinicamente, o uso bem sucedido dos mini-implantes depende muito da sua estabilidade, que é afetada principalmente pelo protocolo de instalação e pelas características anatômicas do sítio de eleição, fator este que apresenta grande variabilidade, merecendo assim estudos mais aprofundados (TOZLU *et al.*, 2015).

A grande versatilidade destes dispositivos permite a instalação dos mini-implantes até mesmo entre as raízes dentárias, possibilitando inúmeras aplicações clínicas como intrusão, extrusão, retração, distalização, protração e verticalização. A introdução dos mini-implantes nos tratamentos ortodônticos tem permitido superar as limitações mecânicas da ancoragem convencional, garantindo controle da ancoragem sem influência na posição dos demais dentes presentes no arco, além da biomecânica mais rápida e eficaz (ARAÚJO *et al.*, 2006).

Este novo conceito em ancoragem surgiu com o uso dos implantes dentários no tratamento ortodôntico e pelo fato das cargas ortodônticas, de natureza contínua, unidirecional e de baixa magnitude, não serem capazes de gerar atividade osseolítica na interface com o implante. CREEKMORE & EKLUND (1983) foram os primeiros a publicar o uso de um mini-implante em forma de parafuso como auxiliar do tratamento ortodôntico, instalando-o na espinha nasal anterior para promover a intrusão de incisivos superiores. Posteriormente, ROBERTS, NELSON E GOODACRE (1994),

instalaram um implante dentário na região retromolar, permitindo a mesialização do segundo e do terceiro molar inferior para a área edêntula do primeiro molar inferior, com ausência de efeitos indesejáveis nos demais elementos dentários.

Na busca por um recurso de ancoragem esquelética mais versátil, percebeu-se que os parafusos de fixação cirúrgica, apesar de seu tamanho reduzido, possuíam resistência suficiente para suportar a maioria das forças ortodônticas. O inconveniente deste tipo de parafuso residia na dificuldade em acoplar acessórios ortodônticos à cabeça do mesmo, além de não permitir uma boa acomodação aos tecidos moles adjacentes (ARAÚJO *et al.*, 2006).

Fundamentado nesta ideia, foram desenvolvidos os mini-implantes específicos para Ortodontia, sendo estes, dentre todos os implantes temporários, os que melhor se adéquam às características necessárias a este tipo de ancoragem. Nesse novo sistema, conseguiu-se associar um parafuso com tamanho reduzido (1,4 a 2,0 mm de diâmetro; e 4 a 10 mm de comprimento), possibilitando maior versatilidade quanto às áreas anatômicas de instalação e a capacidade de suportar forças ortodônticas. Além de possuir uma cabeça adaptada para acoplar acessórios ortodônticos e um perfil transmucoso (cinta) para acomodação dos tecidos moles adjacentes, os mini-implantes ortodônticos apresentam as seguintes características: facilidade de instalação e remoção; capacidade de receber carga imediata; utilização com as diversas mecânicas ortodônticas e baixo custo (ROCHA, 2007).

MIN *et al.* (2012) sugeriram que o conhecimento do padrão de variação da espessura do osso cortical e seus valores médios poderiam ajudar na escolha do local mais adequado e na preparação para a instalação do mini-implante, mas estudos futuros seriam necessários para determinar a relação exata entre espessura de osso cortical, o método de instalação e as taxas de sucesso.

POGGIO *et al.* (2006) em um estudo com Tomografia Computadorizada, realizaram um estudo sobre as distâncias interradiculares como zonas de segurança para um posicionamento adequado dos mini-implantes na mandíbula e maxila. Foram analisadas imagens tomográficas volumétricas de 25 maxilas e 25 mandíbulas, com idade entre 20 e 40 anos, onde se examinaram as distâncias mesio-distais e vestibulo-palatinas (linguais) dos espaços interradiculares, sendo mensuradas em quatro

profundidades: 2, 5, 8 e 11 mm da crista óssea alveolar nas regiões posteriores das maxilas e mandíbulas. Na maxila, a maior quantidade de osso, no sentido mesio-distal, estava no lado palatino, entre segundo pré-molar e primeiro molar. A menor quantidade de osso estava na tuberosidade. O maior volume ósseo na dimensão vestibulo-palatina estava entre primeiros e segundos molares, enquanto a menor quantidade foi encontrada na tuberosidade. Na mandíbula, a maior quantidade óssea na dimensão mesio-distal encontrava-se entre o primeiro e segundo pré-molar; e a menor quantidade estava entre o primeiro pré-molar e canino. Na dimensão vestibulo-lingual, a maior concentração de osso estava entre os primeiros e segundos molares; e a menor estava entre o primeiro pré-molar e canino.

Apesar da grande eficiência destes dispositivos, as restrições à sua utilização relacionam-se, principalmente, à relação entre as características do mini-implante e a região anatômica de instalação. Estruturalmente, na maxila, o osso cortical apresenta espessura relativamente fina e estão interconectados por uma rede de trabéculas. A mandíbula, no entanto, é composta por osso cortical mais espesso. Assim, características anatômicas como a espessura do osso cortical podem influenciar na estabilidade do mini-implante principalmente na maxila (DEGUCHI *et al.*, 2006).

MELSEN (2005) concluiu, por meio de seu estudo, que o nível de estresse era maior no osso cortical em relação ao osso trabecular adjacente, dessa forma, a espessura do osso cortical determinava toda a transferência de carga de um mini-implante e a densidade do osso trabecular exercia pouca influência.

Deste modo, a espessura óssea destaca-se como fator fundamental na estabilidade dos mini-implantes. Entretanto, a espessura do osso cortical não pode ser mensurada precisamente em radiografias convencionais, panorâmica ou periapical. Para o estudo da espessura óssea cortical faz-se necessária a utilização de meios mais precisos de diagnóstico por imagens (MONNERAT *et al.*, 2009).

Recentemente, a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) está sendo amplamente utilizada no campo da Ortodontia para reduzir as deficiências da tomografia convencional, pois proporciona uma imagem com tamanho semelhante ao objeto real, não sobrepõe as estruturas craniofaciais, além de possuir custo reduzido e expor o paciente a uma menor dose de radiação (MENEZES *et al.*, 2010).

Em relação ao procedimento de instalação, a angulação e o torque de inserção dos mini-implantes também são fatores importantes para a sua estabilidade tal que, se inserido inclinado acompanhado a superfície do osso e com o torque de inserção correto, haverá um maior contato com o osso cortical e, portanto, maior estabilidade primária (TOZLU *et al.*, 2015).

Com base nos estudos realizados anteriormente, o uso dos mini-implantes foi consagrado na literatura, sendo a ancoragem esquelética introduzida na prática clínica para facilitar o tratamento ortodôntico em casos específicos, adicionando-se vantagens como: a possibilidade de utilização no tratamento de más oclusões com mutilações ou falta de elementos dentários suficientes para a ancoragem; a otimização de resultados com mecânicas mais simples e a redução do tempo de tratamento (ROCHA, 2007).

Devido à gama de fatores que podem interferir no sucesso do tratamento, este trabalho propôs-se, a partir de uma revisão de literatura, proporcionar maior conhecimento aos profissionais acerca dos aspectos envolvidos na utilização de mini-implantes ortodônticos, como a capacidade de obtenção e de manutenção da estabilidade inicial após a inserção e durante a aplicação de forças ortodônticas para que sejam reduzidas as taxas de insucesso.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho propôs-se revisar a literatura com base em artigos de pesquisas dos últimos 5 anos, de janeiro 2010 a dezembro de 2015, sobre as principais variáveis que podem interferir na estabilidade e, portanto, no sucesso dos mini-implantes ortodônticos como dispositivos de ancoragem esquelética intrabucal.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar a influência dos seguintes fatores na ancoragem com mini-implantes ortodônticos:

- Características do sítio de inserção
- Características dos mini-implantes
- Método de inserção/remoção
- Carregamento
- Utilização de exames por imagem
- Resposta Biológica
- Percepção do paciente

2 METODOLOGIA

Realizou-se uma pesquisa nas bases de dados PubMed e Biblioteca Virtual de Saúde (BVS). Para a seleção, foram utilizadas as palavras-chave: mini-implantes ortodônticos, procedimentos ortodônticos de ancoragem, estabilidade primária e seus correlatos na língua inglesa. Foram selecionados apenas os estudos publicados nos últimos 6 anos, de janeiro de 2010 a dezembro de 2015, classificados como artigo científico ou Tese. A busca inicial identificou 146 artigos na base de dados PubMed e 152 artigos na base BVS, totalizando 298 artigos. Foram excluídos os artigos que não se enquadravam no intervalo de tempo determinado para este trabalho ou classificados como revisão de literatura. Aplicado o critério de exclusão e após a remoção dos artigos duplicados obtidos nas bases de dados, 50 estudos foram incluídos nesta revisão.

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Sítio de inserção:

FAYED, PAZERA, KATSAROS (2010) realizaram uma pesquisa para determinar os locais ideais para a colocação de mini-implantes na maxila e na mandíbula com base no mapeamento tridimensional dos espaços interradiculares e da espessura do osso cortical, relacionando-os aos fatores idade e sexo sobre as medidas anatômicas estudadas. Foram utilizadas imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) de 100 pacientes (46 homens e 54 mulheres) divididos em dois grupos de idade (13-18 anos e 19-27 anos). As seguintes medições foram realizadas nas áreas interradiculares: (1) espessura óssea véstíbulo-lingual; (2) distâncias méso-distais por véstibular e por palatina / lingual; e (3) espessura cortical véstibular e palatal / lingual. Como resultados, na maxila a maior espessura véstíbulo-lingual encontrada foi entre primeiros e segundos molares; os valores mais altos por véstibular no sentido méso-distal estavam entre o segundo pré-molar e o primeiro molar. A maior espessura cortical véstibular situou-se entre os primeiros e segundos pré-molares. A maior espessura cortical palatal foi encontrada entre os incisivos centrais e laterais. Na mandíbula, as maiores espessuras véstíbulo-linguais foram encontradas entre os primeiros e segundos molares. A maior distância méso-distal por véstibular foi entre o segundo pré-molar o primeiro molar. Por lingual, a maior distância méso-distal estava entre os primeiros e segundos pré-molares. A maior espessura cortical lingual foi entre o canino e o primeiro pré-molar. Pacientes da faixa etária mais velha tiveram valores véstíbulo-lingual/palatal significativamente maiores para a espessura das corticais e pacientes do sexo masculino tiveram valores superiores de espessura cortical véstíbulo-lingual em relação ao sexo feminino, nas regiões posteriores tanto de maxila quanto de mandíbula.

BORGES e MUCHA (2010) realizam um estudo no qual pretendeu-se avaliar a densidade óssea alveolar e basal, maxilar e mandibular, em unidades Hounsfield (HU). Em onze imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), de indivíduos adultos, foram obtidas 660 medidas das densidades ósseas alveolares (corticais véstibular e lingual) e do osso medular e basal (maxilar e mandibular). A maior densidade óssea na maxila foi observada entre pré-molares na cortical alveolar véstibular. A tuberosidade maxilar foi a região com menor densidade

óssea. A densidade óssea na mandíbula foi maior do que na maxila e observou-se um acréscimo progressivo de anterior para posterior e de alveolar para basal.

CHO *et al.* (2010) pesquisaram a relação entre a frequência de contato com a raiz durante a perfuração para colocação de mini-implantes ortodônticos e a especialização dos profissionais. Arcos dentais com dentes de resina foram montados e as perfurações foram realizadas em seis locais frequentemente selecionados para colocação de mini-implante: entre os incisivos centrais e entre os primeiros molares e os segundos pré-molares superiores e entre os primeiros e segundos molares mandibulares, bilateralmente. Vinte e oito dentistas participaram da pesquisa e foram divididos em dois grupos com base na sua experiência clínica. Um total de 192 perfurações foram feitas pelo grupo experiente e 240 pelo grupo inexperiente. As perfurações radiculares foram classificadas como "moderada" ou "grave". Diferenças significativas em ambas as taxas de perfuração foram encontradas entre os grupos. As taxas globais de perfurações radiculares para os grupos, experiente e inexperiente, foram 13,5% e 21,3%, respectivamente. Para o grupo experiente, os incidentes ocorreram predominantemente no canto superior direito (18,8%) e regiões posteriores inferiores do lado esquerdo (34,4%). Em contrapartida, para o grupo inexperiente, todas as quatro regiões posteriores foram susceptíveis. Para ambos os grupos, a maioria dos contatos radiculares ocorreram nas regiões posteriores e os dois dentes mais sensíveis foram o 16 e o 36. O local da cirurgia e profissionais experientes tiveram efeitos significativos na taxa e no padrão de contato com a raiz dentária.

MOON *et al.* (2010) avaliaram a densidade do osso palatino para permitir melhor escolha dos locais de ancoragem. Imagens de tomografia computadorizada (TC) foram obtidas a partir de 15 pacientes do sexo masculino e 15 do sexo feminino (intervalo de idade 23-35 anos). A densidade óssea foi medida em unidades Hounsfield (UH) em 80 coordenadas em intervalos regulares médio-laterais e ântero-posteriores ao longo da sutura palatina mediana. Os resultados mostraram que as densidades ósseas variaram de 805-1247 HU. Uma diferença significativa entre os grupos, masculino e feminino, foi notada, no entanto, não houve diferença entre os lados esquerdo e direito. As densidades ósseas palatais mostraram uma tendência para diminuir lateralmente e posteriormente. A área palatina mediana a 3 mm da sutura sagital média teve o osso mais denso em toda a área palatal. Os resultados sugerem que os mini-implantes para ancoragem ortodôntica podem ser efetivamente colocados na maioria das áreas com

densidade óssea equivalente à área palatal se eles são colocados 3 mm posterior ao forame incisivo e 1- 5 mm paramediano à sutura palatina.

BAUMGAERTEL (2011) investigou a espessura e a profundidade óssea para o processo alveolar palatal. Trinta crânios humanos secos foram escaneados usando TCFC. A espessura do osso cortical e a profundidade óssea foram medidos a 4, 8, e 12 mm a partir da crista alveolar. A região interdental e o nível da medição tiveram um impacto significativo tanto na profundidade quanto na espessura do osso cortical. A espessura do osso cortical foi tipicamente maior no nível de medição de 8 mm e nos locais interdentais mais anteriores. A profundidade óssea diminuiu com níveis mais altos de medição e foi menor nos pontos de medição mais póstero-superiores. O estudo concluiu que a espessura do osso cortical e a profundidade óssea do processo alveolar palatal são, em média, favoráveis para a inserção de mini-implantes ortodônticos. No entanto, alguns locais próximos ao seio maxilar devem ser avaliados com mais cautela para evitar danos ao paciente.

FARNSWORTH *et al.* (2011) avaliaram a influência da idade, do sexo e das diferenças regionais na espessura do osso cortical da maxila e da mandíbula em sítios comumente usados para colocação de mini-implantes. Imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) de 26 adolescentes (13 meninas, com idades entre 11 e 13 anos; 13 meninos, com idades entre 14 e 16 anos) e 26 adultos (13 homens e 13 mulheres, com idades entre 20 e 45 anos) foram avaliados. A espessura do osso cortical foi avaliada em 16 locais nas seguintes regiões: 3 sítios paramedianos no palato, 1 sítio da crista infra-zigomática, 4 sítios vestibulares interradiculares da mandíbula e 4 sítios vestibulares interradiculares na maxila. Como resultados não houve diferenças significativas na espessura do osso cortical entre os sexos. Houve diferenças significativas entre adolescentes e adultos, com a cortical dos adultos significativamente mais espessa em todas as áreas, exceto na crista infra-zigomática e entre o primeiro molar e o segundo molar mandibular por vestibular. O osso cortical mandibular e maxilar em locais comumente usados para colocação dos mini-implantes foram mais espessos em adultos do que em adolescentes.

Um estudo realizado por RYU *et al.* (2012) teve como objetivo comparar a espessura do osso cortical das áreas palatais em pacientes com dentições permanentes e mistas de acordo com a idade dental. Imagens de tomografia computadorizada de feixe

cônico (TCFC) de 118 indivíduos foram selecionadas e divididas em 38 dentições mistas na fase inicial ($8,03 \pm 0,93$ anos), 40 dentições mistas na fase final ($11,51 \pm 0,92$ anos) e 40 dentições permanentes ($20,92 \pm 1,17$ anos). Os resultados demonstraram que a espessura do osso cortical palatino foi significativamente menor na dentição mista precoce do que em ambos os grupos de dentição mista final e permanente. A espessura do osso foi maior na região anterior do que nas regiões média e posterior. Além disso, foram encontradas diferenças significativas entre a linha média e as áreas mediais e laterais do palato. A espessura do osso palatino diminuiu lateralmente, exceto na região anterior e na área da sutura palatina mediana, em todos os 3 grupos. Estes resultados podem ser úteis para o uso bem sucedido de dispositivos de ancoragem temporária no palato.

MIN *et al.* (2012) investigaram a relação entre os fatores proximidade da raiz e espessura do osso cortical com a taxa de sucesso de mini-implantes ortodônticos (MIO) por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Foram examinados 172 MIO (1.2-1.3 mm de diâmetro e 8 mm de comprimento) implantados no osso alveolar vestibular maxilar. Foram colocados 90 sobre o lado direito e 82 no lado esquerdo, de 94 pacientes (33 homens, 61 mulheres) com má oclusão. A proximidade da raiz e a espessura do osso cortical foram medidos e as correlações entre essas medidas e as taxas de sucesso MIO foram avaliadas. A taxa de sucesso geral foi de 90,7% (156/172). O aumento da taxa de sucesso foi maior com o distanciamento entre a superfície radicular e o MIO. À medida que a espessura do osso cortical aumentou, houve também aumento da taxa de sucesso, mostrando uma ligeira correlação não significativa. Assim, a taxa de sucesso dos MIOs foi afetada mais significativamente pela proximidade raiz do que pela espessura do osso cortical. A idade também foi relacionada à taxa de sucesso, em pacientes jovens (< 20 anos) a taxa de sucesso foi 89,2% (83 de 93 MIOs) e em adultos (≥ 20) anos a taxa de sucesso foi de 92,4% (73 de 79 MIOs). O sexo também foi relacionado com a taxa de sucesso, sendo 89,6% (43 de 48 MIO) nos homens e 91,1% (113 de 124 MIOs) nas mulheres. Assim, as taxas de sucesso foram superiores em pacientes adultos do que em pacientes jovens e maior no sexo feminino do que no masculino.

LAURSEN, MELSEN, CATTANEO (2013) avaliaram a espessura do osso cortical nos locais de inserção usados para a instalação de mini-implantes ortodônticos, o impacto da alteração do ângulo de inserção primário no osso cortical e o risco de

perfuração do seio maxilar. Obteve-se 27 amostras de modelos de gesso contendo 3 a 5 dentes adjacentes. Os mesmos foram digitalizados utilizando um sistema de tomografia micro-computadorizada de mesa. Medições da espessura do osso foram realizadas a 45° e 90° em relação ao longo eixo do comprimento dos dentes adjacentes, simulando uma inserção do mini-implante ao nível da raiz mesial. Os autores concluíram que, tanto a nível vestibular e palatino na maxila quanto na região vestibular e anterior da mandíbula, a espessura do osso cortical alveolar é muitas vezes menor do que 1 mm. Em contraste, o osso cortical alveolar lateralmente na mandíbula é frequentemente mais espesso que 2 mm. Mudando-se o ângulo de inserção para 45° geralmente aumenta-se a estabilidade do mini-implante, mas também há um aumento no risco de perfuração do seio maxilar.

CASSETTA *et al.* (2013) avaliaram a espessura e a densidade do osso cortical entre os sítios interradiculares alveolares em diferentes níveis da crista alveolar e avaliou as diferenças entre os adolescentes (12-18 anos de idade) e adultos (19-50 anos de idade), de ambos os sexos e em ambas as arcadas nas regiões anteriores e posteriores. Neste estudo, 48 imagens de tomografia computadorizada, realizadas para fins de cirurgia oral, foram selecionados a partir de registros dentários de 3.223 pacientes caucasianos que realizavam tratamento ortodôntico. O *software SimPlant* foi utilizado para medir a espessura do osso cortical e a densidade de 13 sítios interradiculares em quatro níveis de altura óssea (2, 4, 6 e 8 mm). Diferenças estatisticamente significativas na espessura e na densidade do osso cortical alveolar nos sítios escolhidos entre idade, sexo, e região de implantação foram encontrados ($p < 0,05$). Adultos mostraram um osso cortical alveolar mais espesso do que adolescentes. A espessura do osso cortical alveolar e a densidade foram maiores nos pacientes do sexo masculino do que no sexo feminino, na mandíbula do que na maxila, na região posterior do que na anterior.

SAWADA *et al.* (2013) avaliaram a espessura da cortical óssea interradicular, a largura processo alveolar e a proximidade da raiz para o planejamento de colocação dos mini-implantes no processo alveolar maxilar. Oitenta maxilas (lados direito e esquerdo) de 40 crânios de adultos japoneses foram examinadas. A espessura da cortical óssea interradicular vestibular e palatal, a largura processo alveolar, e a proximidade radicular foram medidas em seis sítios interradiculares de distal do incisivo central a mesial do segundo molar. A espessura da cortical óssea vestibular e palatina e

a largura do processo alveolar também foram medidas em 10 níveis verticais diferentes. A proximidade da raiz foi medida em quatro níveis verticais diferentes. Os resultados sugerem que a espessura do osso cortical interradicular, vestibular e palatina, e a largura do processo alveolar tendem a aumentar da crista à base do processo alveolar. A espessura cortical interradicular vestibular óssea entre canino e primeiro pré-molar e entre primeiro pré-molar e o segundo pré-molar foram os maiores, e entre incisivo central e incisivo lateral foi o menor. A proximidade entre a raiz do segundo pré-molar e primeiro molar foi a segunda maior e entre incisivo central e incisivo lateral foi o mais estreito. Os resultados deste estudo sugerem que, quando a tomografia computadorizada *multislice* 3D ou a TCFC não estiverem disponíveis, os resultados desta pesquisa podem ser úteis em fornecer indicadores para a seleção do local mais adequado para a inserção dos mini-implantes.

YANO *et al.* (2014) avaliaram a estabilidade de mini-implantes ortodônticos em ratos jovens. Os ratos machos, com idades de 6 semanas ($n = 16$) e 20 semanas ($n = 16$) foram divididos em quatro grupos ($n = 8$ cada). Estima-se que um rato de 6 semanas de idade corresponda a um humano de cerca de 10 anos de idade e um rato 20 semanas de idade a um humano de cerca de 20 anos. Nos grupos que receberam carga imediata, de 6 e 20 semanas, os mini-implantes foram expostos a uma força de tração experimental durante 2 semanas. Nos grupos de 6 e 20 semanas que receberam carga tardia, a força foi aplicada durante 2 semanas após um período de cicatrização de 6 semanas. A tíbia direita serviu como membro de teste e a tíbia esquerda como controle. Um dispositivo foi utilizado para medir a mobilidade após a tração e o teste de Tukey foi utilizado para comparar valores entre os grupos. Os resultados mostraram mobilidade significativamente maior no grupo de 6 semanas de carregamento imediato em relação ao grupo de 20 semanas com carga imediata. Nos que recebem a carga tardia, a mobilidade foi significativamente menor no grupo de 6 semanas de idade do que no grupo de 20 semanas ($p < 0,05$). Os resultados indicam que os mini-implantes podem ser usados para ancoragem ortodôntica em pacientes juvenis se houver um período suficiente de cicatrização após a instalação.

PITTMAN *et al.* (2014) realizaram o primeiro estudo em que foram quantificados diretamente o deslocamento viscoelástico do osso em torno de um mini-implante ortodôntico com nível funcional de carregamento. O objetivo do estudo foi examinar se a espessura do osso cortical e a densidade óssea mineral (BMD) pode

explicar a migração primária de um mini-implante sob uma carga tangencial ortodôntica funcional na fase inicial após a implantação. Os mini-implantes foram instalados em secções mandibulares humanas. Uma carga tangencial constante (2N) foi aplicada para o mini-implante sob hidratação. O *creep*, que é um deslocamento viscoelástico dependente do tempo, no osso que circunda o mini-implante, foi avaliada como o deslocamento durante 2 h de carregamento. A migração total foi medida como um deslocamento máximo que combinava um deslocamento elástico inicial e o *creep*. Após a remoção do mini-implante, todos os espécimes foram verificados em conjunto por tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). A BMD teve correlações significativas com o deslocamento ($p < 0,019$), mas a espessura do osso cortical não ($p > 0,272$). O estudo concluiu que a BMD controla a migração primária do sistema de mini-implante no osso mandibular. Os resultados atuais indicaram que a migração do mini-implante pode desenvolver-se sob pequeno nível de carga ortodôntica funcional utilizado na clínica. Se a remodelação óssea ativa em torno do mini-implante acelera a migração, o risco de causar danos em órgãos vitais ao lado do mini-implante aumenta. Com base nos resultados, o estudo concluiu que a densidade mineral óssea, e não a espessura do osso cortical mandibular, é o fator chave no controle da migração primária de um mini-implante sob carga tangencial ortodôntica.

GERMEC-CAKAN, TOZLU, OZDEMIR (2014) investigaram e compararam a espessura do osso cortical do processo alveolar posterior em pacientes adultos que apresentavam más oclusões esqueléticas de Classe I, II e III. Tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC) de 196 indivíduos adultos, com idades entre 20 e 45 anos, foram avaliadas. A espessura do osso cortical foi medida 4 mm a partir da crista alveolar em locais interdentais de distal de canino à mesial dos segundos molares maxilares. Não houve diferenças significativas entre os grupos em relação a má oclusão, média de idade, sexo ou padrão vertical ($p > 0,05$). A espessura do osso palatino foi reduzida nas classes I ($p < 0,0001$) e II ($p < 0,001$); mas a espessura da cortical vestibular mandibular aumentou significativamente ($p < 0,001$) em todos os grupos de más oclusões de anterior para posterior. Não houve diferença na espessura da cortical óssea entre classes I, II e III em relação aos locais de colocação de mini-implante. A espessura da cortical palatal maxilar diminuiu quando movido para a parte posterior, enquanto a espessura da cortical óssea mandibular por vestibular aumentou em todos os grupos.

SABEC *et al.* (2015) realizaram um estudo para analisar a influência da

espessura da cortical em espaços interradiculares na região posterior de mandíbula, avaliar o impacto de diferentes ângulos de inserção e identificar as diferenças entre os gêneros ou tipos de má oclusão. Neste estudo retrospectivo, 100 indivíduos com necessidade de tratamento ortodôntico foram selecionados em uma clínica de radiologia com base em dados de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Havia 61 pacientes do sexo feminino e 39 do sexo masculino, sendo 60 com relações molares Classe I e 40 Classe II, com idade média de $17,4 \pm 6,74$ anos. As variáveis demográficas coletadas incluíram idade, sexo e má oclusão. Entre as raízes, uma simulação de 3 ângulos de inserção (45° , 60° e 90°) foi realizada em cada região investigada. Para cada ângulo de inserção, a espessura entre o osso cortical vestibular e lingual foi quantificada em milímetros. A espessura do osso alveolar variou de 8,01 a 13,77 mm. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada em relação às distâncias interradiculares e a espessura do osso alveolar entre os gêneros ou tipos de má oclusão. Os resultados deste estudo sugerem que as áreas mais seguras para a colocação de mini-implantes são entre os primeiros e os segundos pré-molares e entre os primeiros e segundos molares, independentemente do ângulo de inserção.

Um estudo realizado por TOZLU *et al.* (2015) avaliou a influência da inclinação do osso cortical vestibular na maxila em adultos com diferentes alturas faciais na escolha do ângulo de inserção dos mini-implantes. Foram obtidos registros de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) de 135 pacientes (faixa etária de 20 a 45 anos). Usando uma grandeza angular (S-N/Go-Me) e uma linear (S-Go/N-Me), os pacientes foram subdivididos em três grupos. Para relação S-Go/N-M com proporção $< 61\%$ e ângulo S-N/Go-Me $> 37^\circ$ foram classificados no grupo hiperdivergente, para S-Go/N-M entre 61% e 69% e ângulo S-N/Go-Me entre 27° e 37° , normodivergente, e para S-Go/N-M $> 69\%$ e ângulo S-N/Go-Me $< 27^\circ$, hipodivergente. O grupo hipodivergente era composto por 23 homens (46,9%) e 26 mulheres (53,1%), o normodivergente por 21 homens (45,6%) e 25 mulheres (54,4%) e o grupo hiperdivergente teve 16 homens (40,0%) e 24 mulheres (60,0%). A inclinação do osso cortical da maxila foi medida 4 mm apical desde a crista alveolar, nos espaços interdentais de distal do canino a mesial do segundo molar. Os resultados foram avaliados com um intervalo de confiança de 95%. Como resultados, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos em relação a idade média ou distribuição do sexo, no entanto, a espessura da cortical na área interradicular

entre canino e primeiro pré-molar foi menor no grupo hipodivergente do que para os grupos normodivergente e hiperdivergente. Deste modo, concluíram que gênero e idade não interferiram na escolha do ângulo de inserção, no entanto, o padrão facial vertical deve ser levada em consideração ao se ajustar o ângulo de inserção dos mini-implantes ortodônticos, merecendo estudos adicionais.

HOLMES, WOLF, ZHOU (2015) realizaram um estudo com o objetivo de proporcionar um roteiro de espessura do osso cortical por vestibular em locais interradiculares onde os mini-implantes são normalmente colocados. Foram estudados imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico em 100 quadrantes (50 maxilares e 50 mandibulares). A espessura do osso cortical foi medida em um ponto mesial, em um ponto médio e em um ponto distal nas áreas interradiculares de canino a primeiro molar em ambos os arcos a 4 e 6 mm do rebordo alveolar. Como resultados, o osso cortical vestibular foi significativamente mais fino em um ponto bissetor entre dois dentes do que o osso adjacente aos dentes. O sítio com o menor percentual de medições <1 mm (20%) foi no ponto central que atravessa o canino inferior e primeiro pré-molar. O sítio com o maior percentual de medições >1.5 mm (50%) estava na mandíbula adjacente ao primeiro molar (distal ao ponto médio do segundo pré-molar e primeiro molar) a 6 mm da crista alveolar. O estudo concluiu que a espessura do osso cortical é significativamente mais fina centralmente entre dois dentes do que nas áreas adjacentes às raízes.

4.2 Características do mini-implante

CHEN *et al.* (2010) realizaram um estudo retrospectivo para avaliar sistematicamente dois tipos de dispositivos utilizados como ancoragem em ortodontia e para avaliar se fatores clínicos influenciavam nas taxas de falha. Os dados de 359 dispositivos (mini-placas e mini-implantes) em 129 pacientes foram coletados. Os fatores relacionados à falha dos mini-implantes foram avaliados por meio de análise univariada e da análise de regressão logística multivariada. Não houve diferenças significativas nas taxas de falha entre os dispositivos para as seguintes variáveis: sexo, tipo de má oclusão, local, seja no lado vestibular ou no lado lingual, comprimento do parafuso, carregamento padrão ou duração da fase de cicatrização. O estudo concluiu que os mini-implantes colocados em pacientes mais jovens ou colocadas no arco mandibular estão em maior risco de fracassar. O sistema de mini-placas tem maior

estabilidade em comparação com os mini-implantes, no entanto, requer cirurgia de retalho para a inserção e remoção, o que geralmente ocasiona inchaço e desconforto. Portanto, a seleção do tipo apropriado de ancoragem esquelética deve basear-se nas necessidades de tratamento específicas de cada paciente.

TAKAKI *et al.* (2010) buscaram determinar os fatores que podem causar complicações no uso de dispositivos de ancoragem temporária (DATs) para ancoragem ortodôntica. Foram investigados 904 DATs em 455 pacientes com idades entre 8 e 68 anos ($25,7 \pm 9,8$ anos). Foram utilizados um total de 460 mini-implantes e 444 mini-placas. Estes tinham a seguinte composição: mini-placas, 444; mini-implantes auto-perfurantes, 225; mini-implantes com necessidade de perfuração prévia, 83; e mini-implantes palatais, 152. Cada tipo de implante apresentou uma alta taxa de sucesso de mais de cerca de 90%. As taxas de falha foram como se segue: mini-implantes com necessidade de perfuração prévia, 7%; mini-implantes auto-perfurantes, 6%; mini-implantes palatais, 11%; e mini-placas, 6%. A taxa de inflamação que ocorreu nos tecidos moles ao redor dos DATs foi da seguinte forma: mini-placas, 7,6%; mini-implantes auto-perfurantes, 1,3%; mini-implantes com necessidade de perfuração prévia, 0%; e mini-implantes palatais, de 2,5%. A frequência da reação inflamatória dependia do grau de penetração da mucosa. O estudo concluiu que as taxas de sucesso foram cerca de 90%. As taxas de sucesso foram de 94% para as mini-placas, 93% para mini-implantes com necessidade de perfuração prévia, 94% para os mini-implantes auto-perfurantes e 89% para mini-implantes palatais. A maior taxa de falha ocorreu na região intermédia do palato em pacientes jovens. A maior taxa de inflamação ao redor do tecido mole ocorreu com implantes do tipo placa (inflamação aguda), seguido por implantes palatinos. Ambos os implantes ortodônticos do tipo placa e do tipo parafuso produziram excelentes resultados clínicos.

PAN *et al.* (2012) estudaram a influência de diferentes materiais sobre a estabilidade primária dos mini-implantes ortodônticos utilizando frequência de ressonância. Foram utilizados vinte e cinco mini-implantes ortodônticos, com um diâmetro de 2 mm e dois comprimentos diferentes (10 e 12 mm). O primeiro grupo continha mini-implantes de aço inoxidável e o segundo grupo incluiu mini-implantes de liga de titânio. Os mini-implantes foram inseridos em osso artificial com uma camada de 2 mm de espessura cortical e 20 ou 40 lb / ft³ de densidade de osso trabecular em profundidades de inserção de 2, 4, e 6 mm. Os dados foram analisados

pelo teste de Tukey. O estudo demonstrou que maior profundidade de inserção resultou em maior frequência de ressonância. No entanto, a frequência de ressonância não foi influenciada pelo tipo de material, titânio ou aço inoxidável. Portanto, a estabilidade primária dos mini-implantes foi influenciada pela profundidade de inserção e não pelo material do mini-implante.

BARROS *et al.* (2011) analisaram a influência do diâmetro dos mini-implantes no risco de fratura e na sua eficácia de auto-perfuração. Foi utilizada uma amostra de 405 mini-implantes com 9 diâmetros de 1,2 a 2,0 mm. Dez mini-implantes de cada diâmetro foram colocados em osso artificial, e 25 foram colocadas em osso ilíaco suíno para avaliar o torque de colocação (CT) e a aplicação da carga axial (APL), que representa a eficácia da capacidade de auto-perfuração. Dez mini-implantes de cada diâmetro foram usados para determinar o torque fratura (FT). Os diâmetros diferentes foram comparados quanto à CT, FT e APL. O risco de fratura para cada diâmetro foi avaliada pelo índice de resistência à fratura ($FT / CT \times [FT - CT]$). Alterações de CT e APL durante a colocação foram correlacionados. Como resultado, apenas CT e FT foram diferentes para todas as alterações de diâmetro do mini-implante, mas o APL foi fracamente a moderadamente correlacionada. O índice de resistência à fratura foi notavelmente maior para cada 0,1 mm de diâmetro adicionados. O aumento do diâmetro do mini-implante influenciou significativamente nos aumentos de PT e FT.

PITHON *et al.* (2013) procuraram avaliar a influência do comprimento dos mini-implantes nas suas propriedades mecânicas. Um total de 405 mini-implantes do mesmo fabricante foi dividido em 3 grupos ($n = 135$) de acordo com seu comprimento, 6 mm, 8 mm ou 10 mm de comprimento. Um teste de torque de inserção foi realizado utilizando tecido ósseo suíno de diferentes espessuras corticais (1 mm a 6 mm). Para avaliar o torque máximo de fratura durante a inserção, os mini-implantes foram inseridos em osso cortical femoral suíno. Um medidor digital de torque foi posicionado perpendicularmente à superfície óssea para medir este parâmetro. Para avaliar a deformação e a subsequente fratura, devido a uma força de flexão, os mini-implantes foram sujeitos a uma carga perpendicular ao seu comprimento a uma velocidade de 0,5 mm/min. O torque de inserção aumentou com o aumento do comprimento do parafuso e o aumento da espessura do osso cortical. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes comprimentos com relação ao torque de inserção

necessário para fratura ($P > 0,05$) ou as forças necessárias para deformação ($P > 0,05$) quando submetidos à flexão.

KATIĆ *et al.* (2014) com o objetivo de determinar a influência das características geométricas de diferentes modelos de mini-implantes ortodônticos no torque máximo de inserção, realizaram um estudo com um total de 100 mini-implantes cilíndricos. Características do *design* geométrico de dez tipos de mini-implantes ortodônticos cilíndricos auto-perfurantes, com diâmetros que variavam de 1,4 - 2,0 mm e comprimentos de 6 e 8 mm foram avaliados. O torque máximo de inserção foi gravado durante a inserção manual dos mini-implantes, inseridos perpendicularmente à superfície do osso usando o chave de fenda portátil do respectivo sistema de mini-implante. Cada mini-implante foi aparafusado numa única amostra de osso. A espessura do osso cortical foi medida. Como resultados, as variáveis mais significativas para torque máximo de inserção incluíram maior diâmetro exterior do implante, maior ângulo de inclinação e osso cortical mais grosso. Deste modo, concluíram que os valores do torque máximo de inserção são mais bem controlados pela escolha de um diâmetro e de um ângulo de posicionamento compatível com a espessura do osso cortical avaliado.

Um estudo realizado por PARK *et al.* (2014) avaliou os efeitos da diabetes mellitus tipo 1 e do método de colocação na estabilidade primária dos mini-implantes, comparando estabilidade mecânica e diferenças micro-estruturais / histológicas do sítio de instalação. Após 4 semanas de indução de diabetes, 48 mini-implantes (24 auto-rosqueantes e 24 implantes auto-perfurantes) foram colocados sobre a tíbia de coelhos normais e diabéticos. Após 4 semanas, os coelhos foram sacrificados e os parâmetros foram analisados. Como resultados, o grupo diabético apresentou maior separação trabecular na medula óssea do que o grupo de controle. A análise tomográfica mostrou deterioração da qualidade óssea na tíbia especialmente na medula óssea dos coelhos diabéticos. No entanto, não houve correlação estatisticamente significativa entre os mini-implantes auto-perfurantes e os auto-rosqueáveis para o restante das medições em ambos os grupos, controle e diabético. Deste modo, Diabetes Mellitus tipo 1 e o método de colocação não afetou a estabilidade primária dos mini-implantes em coelhos diabéticos, entretanto, necessita-se de maiores estudos em seres humanos.

CUNHA *et al.* (2015) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o efeito das distâncias das roscas na estabilidade primária (PS) de mini-implantes ortodônticos (MIO) em osso artificial. Vinte MIO experimentais foram colocados e divididos em dois grupos, de acordo com seu desenho geométrico: G1 (30° x 0,6 mm) e G2 (45° X 0,8 mm), e inseridos no osso artificial de diferentes densidades: D1 (0,32 g / cm³) e D2 (0,64 g / cm³). O torque máximo de inserção (TI) e de remoção (RT) foram registrados em N.cm. A perda do torque (LT) foi obtida através do cálculo da diferença entre TI e RT. A mobilidade foi medida por meio de uma avaliação periodontal. O teste ANOVA foi utilizado para detectar diferenças entre os fatores *design* do mini-implante e densidade óssea. Testes de Tukey também foram utilizados para determinar a diferença intergrupar. Foram observados valores superiores de TI para G2 ($p \leq 0,05$) em D2. Não houve diferença estatística para RT observada entre os grupos, enquanto que G2 apresentou valores superiores apenas para LT ($p \leq 0,05$). G1 apresentou melhor PS em D2, enquanto G2 apresentou-se mais estável em D1, depois da avaliação periodontal.

SARUL *et al.* (2015) analisaram a influência do comprimento dos dispositivos de ancoragem esquelética temporária intraoral (TISAD/TAD) na sua estabilidade a longo prazo na mandíbula em um grupo homogêneo de pacientes. Um grupo de 27 pacientes saudáveis do sexo feminino, com uma diferença de idade estatisticamente insignificante (20-29 anos) e homogeneidade com respeito aos fatores conhecidos que afetam a taxa de sucesso de TISAD/TAD, foi avaliado. Dois tipos de TISAD/TAD foram utilizados, de 6 mm ou 8 mm de comprimento. Cada paciente recebeu duas TISAD de 6 mm e 8 mm de comprimento em quadrantes mandibulares selecionados aleatoriamente: esquerda ou direita. Como resultados, obtiveram que a taxa de sucesso total para todos os mini-implantes foi de 74% e os mini-implantes ortodônticos de 8mm foram significativamente mais estáveis do que os de 6mm no grupo analisado. Concluíram então que o comprimento dos TISAD/TAD pode ser um dos fatores que afetam, a longo prazo, a taxa de sucesso em mandíbula.

MIGLIORATI *et al.* (2015) avaliaram a estabilidade primária dos mini-implantes ortodônticos através da aquisição de dados relativos ao torque máximo de inserção, força de arrancamento e características do osso. Sessenta amostras de osso fresco suíno foram escaneadas por tomografia computadorizada convencional (TC) e por tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Por meio de um *software*, as

imagens foram analisadas para mensurar a espessura do osso cortical no local de inserção, densidade cortical e densidade de medula óssea. Doze tipos diferentes de mini-implantes foram implantados por meio de uma chave dinamométrica digital, sendo cinco amostras de osso utilizadas para cada dispositivo, totalizando 60 e, posteriormente, realizaram-se testes de arrancamento. Os autores obtiveram que os diferentes tipos de mini-implantes não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em seus valores de torque máximo ($p = 0.595$), em vez disso, a espessura do osso cortical influenciou fortemente no valor da carga aplicada ($p < 0.001$). Os autores concluíram que as características ósseas foram os fatores que desempenharam o papel principal na estabilidade primária e que o diâmetro era a característica geométrica com mais forte consequências sobre a estabilidade

4.3 Método de inserção/remoção

MOTOYOSHI *et al.* (2010) investigaram fatores que afetam a estabilidade inicial e a longo prazo de mini-implantes. Foram medidos os torques de colocação e remoção de 134 mini-implantes colocados por vestibular em osso alveolar posterior na maxila e avaliadas as relações entre idade, sexo e espessura do osso cortical. Os mini-implantes utilizados foram de 1,6 mm de diâmetro e 8 mm de comprimento. Os torques de colocação e de remoção apresentaram uma média de aproximadamente 8 e 4 N.cm, respectivamente. Um torque de 4 N.cm foi sugerido como suficiente para a capacidade de ancoragem dos mini-implantes. Nenhuma correlação significativa entre os torques de colocação e remoção foi encontrado. Torque de colocação foi significativamente relacionado com a idade, sendo menor entre os mais velhos, e com a espessura óssea, sendo menor na maxila devido sua menor espessura do osso cortical. Entretanto, o torque de remoção não foi significativamente relacionado ao torque colocação, a idade, ao sexo ou a espessura do osso cortical.

PETREY *et al.* (2010) objetivaram quantificar a influência das variáveis de inserção na retenção dos mini-implantes como dispositivos de ancoragem temporária (DAT). Trezentos e trinta DATs de três modelos diferentes foram colocados em réplicas ósseas sintéticas em profundidades e angulações variáveis. Clinicamente, forças relevantes foram aplicadas aos DATs até a falha de retenção ocorrer. Em todos os três modelos de mini-implantes o aumento da profundidade de inserção aumentou a retenção. À medida que a distância da cabeça do mini-implante para a placa cortical

aumentou, a retenção de todos os três implantes diminuiu. Um força significativamente maior foi necessária para o fracasso com um ângulo de inserção de 90° do que para 45° ou 135°. Não foi encontrada diferença significativa entre os ângulos de inserção 45° e 135°. O aumento da profundidade de penetração dos DATs resultou em maior retenção. A colocação dos DATs com angulação de 90° para a placa cortical foi o ângulo de inserção mais retentivo.

BASHA *et al.* (2010) mediram e compararam a diferença entre a taxa de sucesso de retração de dentes anteriores com mini-implante e com ancoragem molar. Foi realizado um estudo com 14 pacientes (todas mulheres) randomizadas em dois grupos. Sete no grupo I, no qual o primeiro molar foi usado como âncora para retração dos dentes anteriores (idade média de 16 anos). Dentro grupo II, mini-implantes foram usados como ancoragem para realizar a retração (média de idade 17 anos). Em ambos os grupos, todos os primeiros pré-molares foram extraídos. Mini-implantes de aço cirúrgico de 1,3 mm de diâmetro e 8 mm de comprimento foram colocados nos pacientes do grupo II entre as raízes do segundo pré-molar e primeiro molar em maxila e foram imediatamente carregados com 2 N de força. Como resultados, quatro mini-implantes foram perdidos durante o tratamento e foram subsequentemente substituídos. Foram utilizados os testes t de *Student* para analisar as variações no tratamento entre os grupos. Perda de ancoragem foi estatisticamente significativa no grupo I comparada com o grupo II. Não houve diferença na taxa média de tempo de retração observada em ambos os grupos. Desse modo, os mini-implantes forneceram ancoragem absoluta em pacientes exigindo retração máxima anterior e não houve diferença no tempo médio de retração entre os grupos.

MCMANUS *et al.* (2011) exploraram a relação entre torque máximo de inserção durante a colocação dos mini-implantes e sua resistência ao movimento sob carga. Noventa e seis parafusos de titânio foram colocados em 24 hemi-maxilas e 24 hemi-mandíbulas de cadáveres entre os primeiros e segundos pré-molares, utilizando uma chave de fenda de torque digital. Todos os parafusos foram submetidos a uma força paralela ao plano de oclusão, puxando para mesial até que os mini-implantes foram deslocados em 0,6 mm. O teste de correlação de Spearman foi usado para avaliar se houve uma relação decrescente entre o torque máximo de colocação, resistência ao movimento e aumento da espessura do osso. Além disso, a análise de variância ANOVA e o teste de Tukey-Kramer foi utilizado para determinar se houve uma

diferença significativa na resistência ao movimento para mini-implantes colocados com torque máximo de 5 a 10 N.cm. Obtiveram que a resistência média de movimentação dos mini-implantes com torque máximo de colocação mais elevado foi maior do que a resistência ao movimento em pessoas com menor toque máximo colocação.

WILMES, PANAYOTIDIS, DRESCHER (2011) realizaram um estudo para avaliar os valores de torque limiar que resultam em fratura de mini-implantes com diferentes diâmetros. Quarenta e um mini-implantes, com diâmetros variando de 1,3 a 2,0 mm, foram inseridos em uma peça de acrílico por um sistema de robótico. Dez espécimes de cada tipo mini-implante foram testados. O torque de inserção e o torque máximo no momento da fratura do mini-implante foram avaliados. O momento da fratura variou dependendo do diâmetro dos mini-implantes. Os valores medidos variaram de 108,9 N.mm (1,3 × 11 mm) a 640,9 N.mm (2,0 × 11 mm). As diferenças foram estatisticamente significativas ($p < 0,001$). Como conclusão, os diâmetros dos mini-implantes tiveram um grande impacto sobre os valores de torque de fratura. Assim, parece vantajoso utilizar mini-implantes com um diâmetro maior. O risco de fratura do mini-implante deve ser levado em consideração no momento da inserção, especialmente se os mini-implantes com um diâmetro pequeno são empregados. Para minimizar o risco de fratura, uma perfuração prévia deve ser efetuada se os mini-implantes são inseridos num local com uma elevada densidade óssea.

BAE *et al.* (2013) realizaram um estudo para avaliar a precisão da colocação de mini-implantes usando guias cirúrgicos desenvolvidos com técnicas de fabricação assistidos por computador. Os dispositivos foram colocados em maxila de cadáver usando técnicas assistidas por computador com a ajuda de guias cirúrgicos (grupo guia cirúrgico, $n = 25$) ou raios-x periapicais (grupo controle, $n = 20$). Os locais de inserção foram selecionados através de um programa de planejamento cirúrgico 3D pela fusão de imagens maxilares de modelo digitais e imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Como resultados, no grupo do guia cirúrgico o desvio angular foi de uma média de $3,14^\circ$ (intervalo, $1,02^\circ$ - $10,9^\circ$), e os desvios méso-distais nas áreas coronais e apicais foram medianas de 0,29 mm (0,03-0,73 mm) e 0,21 mm (0,03-0,97 mm), respectivamente. Os desvios diferiram significativamente entre os operadores do grupo controle, mas não no grupo guia cirúrgico. No grupo guia cirúrgico, não houve nenhum dano à raiz na colocação de mini-implantes e 84% dos mini-implantes foram colocados sem contato com estruturas anatômicas adjacentes. No

grupo de controle, 50% dos mini-implantes foram colocados entre as raízes. Os dispositivos foram colocados com mais precisão quando se utilizou guias cirúrgicos do que quando se utilizou o método direto, pois as diferenças de posicionamento entre os operadores diminuíram significativamente quando se utilizaram guias cirúrgicos, comparativamente ao grupo de controle.

NIENKEMPER *et al.* (2014) se propuseram a avaliar as alterações de estabilidade dos mini-implante ao longo do período inicial de cicatrização em humanos. Uma amostra de 19 pacientes tratados ortodonticamente (idade média $15,5 \pm 7,3$ anos) foi examinada. Em cada paciente, um mini-implante de um tamanho de 2 mm x 9mm foi inserido na região anterior do palato. A estabilidade do mini-implante foi avaliada através da análise de frequência de ressonância (RFA) imediatamente após a inserção (T0), 2 semanas mais tarde (T1), 4 semanas mais tarde (T2), e 6 semanas depois (T3). Profundidade de inserção (PI) e o torque máximo de inserção (TI) foram medidos. Os dados foram testados para as correlações entre RFA, PI, e TI. A média de PI foi de $7,5 \pm 0,6$ mm e a média do TI foi de $16,8 \pm 0,6$ N.cm. Correlação foi encontrada entre RFA e PI, no entanto, não foram observadas correlações entre RFA e TI ou entre TI e PI. A partir de T0 para T1, a estabilidade não diminuiu significativamente. Entre T1 e T2, a estabilidade teve diminuição altamente significativa. Em T2, RFA permaneceu praticamente inalterada. O estudo concluiu que a estabilidade do mini-implante está sujeita a alterações durante o processo de cicatrização. Durante as semanas 3 e 4, foi observada uma diminuição significativa da estabilidade. Após 4 semanas, a estabilidade não se alterou significativamente.

SANTOS *et al.* (2014) realizaram um estudo para determinar os torques de inserção, a resistência mecânica à fratura da ponta e do perfil transmucoso de mini-implantes ortodônticos (MIO) de uma marca comercial (Conexão Sistemas de Prótese) e analisar sua morfologia de superfície. Foram realizados testes mecânicos para medir o torque de inserção dos MIO em corticais de diferentes espessuras e também foi avaliada a resistência à fratura da ponta e do perfil transmucoso. Antes e após os ensaios mecânicos foi avaliada a superfície dos MIO no microscópio eletrônico de varredura (MEV). Os valores de resistência à fratura dos MIO (22,14 N.cm e 54,95 N.cm) foram maiores e estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) dos torques de inserção nas corticais de 1mm (7,60 N.cm) e de 2mm (13,27 N.cm). Entretanto, o valor do torque de inserção na

cortical de 3mm (16,11N.cm) foi estatisticamente próximo ($p > 0,05$) ao torque de fratura da ponta do MIO (22,14 N.cm). O torque de fratura do perfil transmucoso (54,95 N.cm) foi maior e estatisticamente diferente ($p < 0,05$) dos torques de inserção em qualquer uma das situações testadas. Os MIO avaliados apresentaram adequada morfologia da superfície. A resistência do MIO foi compatível com a instalação em corticais de 1 e 2 mm, porém, em cortical de 3 mm e em ossos mais densos, recomenda-se a prévia perfuração com broca.

4.4 Carregamento

HOLST *et al.* (2010) avaliaram o comportamento de mini-implantes ortodônticos sobre a aplicação da carga inicial. Mini-implantes ($n = 39$) foram inseridos no processo alveolar da maxila em espécimes de cadáveres humanos ($n = 10$). Forças horizontais (de até 2,5 N) foram aplicadas gradativamente e imagens foram tiradas em intervalos de carga de 0,5 N. A espessura cortical e a profundidade de inserção, apesar das diferenças numéricas, não revelaram quaisquer diferenças estatísticas em relação aos intervalos de carga, enquanto o deslocamento dos mini-implantes foi significativamente afetada pelo contato com os dentes vizinhos ($P < 0,001$). O estudo concluiu que as técnicas de inserção e de aplicação da carga inicial em mini-implantes ortodônticos podem ser consideradas dois fatores cruciais para o sucesso, enquanto a aplicação repetida de força ortodôntica não parece aumentar a mobilidade do mini-implante.

MANNI *et al.* (2010) acompanharam durante um período de cerca de três anos, as reações à carga ortodôntica de mini-implantes de titânio. Neste estudo retrospectivo, foram avaliados os registros de 300 mini-implantes inseridos em 132 pacientes (80 do sexo feminino e 52 do sexo masculino) pelo mesmo cirurgião. A idade média dos pacientes era 23,2 anos. Foram utilizados três tipos de mini-implantes (tipo A: diâmetro 1.5 mm e comprimento 9 mm; tipo B: diâmetro 1.5 mm e comprimento 11 mm; tipo C: diâmetro 1.3 mm e comprimento 11 mm). As variáveis clínicas avaliadas foram o tempo de carregamento e o local do mini-implante em relação à gengiva e raiz. As taxas de sucesso com diferentes variáveis foram comparadas utilizando-se teste exato de Fisher, quando apropriado. Considerando os parâmetros clinicamente controláveis, e dentro dos limites deste estudo retrospectivo, mini-implantes de

diâmetro de 1,3 mm inseridas na gengiva inserida e imediatamente carregados tiveram o prognóstico mais favorável.

ALVES, BARATIERI, NOJIMA (2011) avaliaram, por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), a estabilidade e o comportamento de mini-implantes quando submetidos à força ortodôntica durante a intrusão de molares superiores. Quarenta e um mini-implantes foram divididos em dois grupos: 30 no grupo de mini-implantes inseridos pelos lados vestibular e palatino (BPMI) e 11 no grupo (LPMI) inseridos na sutura palatina mediana. Um dia após a inserção, uma força de 200 gf foi aplicada sobre os mini-implantes durante um período de 5 meses. TCFC foi realizada duas vezes: antes da aplicação de força (TCFC 1) e 5 meses depois (TCFC 2). Para a avaliação do deslocamento, a distância da cabeça (HMI) e da extremidade final dos mini-implantes (TMI) para os planos coronal, sagital e axial foram medidas nas TCFC 1 e 2. Como resultados, para o grupo BPMI a taxa de deslocamento foi estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em todas as três dimensões, tanto para a cabeça quanto para extremidade. Para o grupo LPMI, a taxa de deslocamento foi estatisticamente significativa ($p < 0,05$) apenas no sentido ântero-posterior (cabeça e extremidade). O estudo sugeriu que todos os mini-implantes mostraram algum deslocamento (valor médio $\leq 0,78$) quando submetidos à força, embora estejam destinados a fornecer uma ancoragem esquelética estável.

CHOPRA *et al.* (2015) realizaram um estudo para avaliar a taxa de sucesso de mini-implantes carregados imediatamente. Quinze indivíduos na dentição permanente, com uma sobressaliência de 6 mm e que estavam realizando tratamento ortodôntico, receberam mini-implantes ortodônticos de titânio em ambos os quadrantes superiores, sendo estes imediatamente carregados com corrente elástica. A taxa de sucesso global dos dispositivos carregados imediatamente no presente estudo foi de 83,33%. Inflamação peri-implantar foi a única complicação observada, sendo 50% a taxa de sucesso nos pacientes que declararam não possuir boa higiene oral. Não houve diferença significativa na taxa de sucesso com base no sexo, lado de colocação (direita ou esquerda) e tipo de má oclusão.

JEONG *et al.* (2015) analisaram os padrões de tempo de falha após a inserção, taxa de falha de acordo com o tempo de carregamento após a inserção e os padrões de fracasso após o carregamento. Um total de 331 mini-implantes foram

classificados no grupo de não-falha (NF) e no grupo de falha (GF), que foi dividido em: grupo que falhou antes de carregar (GFA) e grupo que falhou depois de carregar (GFD). Força ortodôntica foi aplicada tanto ao NF quanto ao GFD. A relação de GFD para NF, de acordo com o tempo de carregamento após a inserção e a taxa de mini-implantes que falharam de acordo com o tempo após o carregamento, foram analisados. Os percentuais de mini-implantes fracassados após a inserção foram 15,79%, 36,84%, 12,28% e 10,53% em 4, 8, 12 e 16 semanas, respectivamente. Os mini-implantes demonstraram um pico de falha entre a 4 e a 5 semana após a inserção. As taxas de falha de acordo com o tempo de carregamento após a inserção foram 13,56%, 8,97%, 11,32% e 5,00% em 4, 8, 12 e 16 semanas, respectivamente. Porcentagens de mini-implantes fracassados após o carregamento foram 13,79%, 24,14%, 20,69%, e 6,9% em 4, 8, 12 e 16 semanas, respectivamente. Os resultados sugerem que a estabilidade dos mini-implantes é tipicamente adquirida de 12 a 16 semanas após a inserção e que a carga imediata pode causar a falha do mini-implante. A falha após o carregamento foi observada durante as primeiras 12 semanas.

4.5 Resposta Biológica

HUJA *et al.* (2011) examinaram a remodelação em osso suporte de mini-implantes em um modelo canino, comparando um grupo que não recebeu droga (ND) com um grupo que recebeu um bisfosfonato potente por via intravenosa. Doze cães machos adultos (2 a 3 anos de idade) foram divididos em dois grupos. Em sete animais foram administrados 0,1 mg / kg de ácido zoledrónico (ZA), durante 16 semanas, enquanto cinco cães com a mesma idade não receberam qualquer droga. Dois mini-implantes foram colocados unilateralmente em maxila e mandíbula (4 mini-implantes por animal x 12 = 48). Etiquetas ósseas fluorescentes seriadas foram administradas *in vivo*. *Post mortem*, os blocos ósseos contendo os mini-implantes foram recolhidos e utilizados para análises histomorfométrica em duas regiões de interesse (ao lado, a 1 mm da interface com o mini-implante, e nas áreas distantes 1- 4 mm a partir da interface) que apoiam o mini-implante. Em geral, o grupo ZA tinha uma taxa de formação óssea significativamente mais baixa do que o grupo ND ($p < 05$) para todas as regiões. Apesar da redução, remodelação intra-cortical significativa no grupo ZA variou entre 35% e 42% por ano no osso adjacente ao mini-implante. O estudo concluiu que a remodelação óssea é geralmente elevada em osso de suporte de mini-implantes. Após a administração do ZA, a resposta cicatricial, representada pelo elevado *turnover* celular

no tecido ósseo de suporte do mini-implante, foi diminuída, mas não foi abolida. Remodelação óssea sugestiva de uma resposta de cura parcial ocorre até mesmo em um animal tratado com um potente bisfosfonato de alta dose.

TORTAMANO *et al.* (2012) verificaram se a mobilidade dos mini-implantes era afetada pela presença de micro-organismos periodontopatogênicos, frequentemente associados à peri-implantite. As superfícies dos 31 mini-implantes utilizados para ancoragem esquelética em pacientes ortodônticos foram avaliadas. Reação em Cadeia da Polimerase (RCP) foi utilizada para a identificação da presença de DNA de três espécies periodontopatogênicas diferentes (*P. intermedia* [Pi], *A. Actinomycetemcomitans* [Aa] e *P. gingivalis* [Pg]) em 16 mini-implantes sem mobilidade (grupo controle) e 15 mini-implantes com mobilidade (grupo experimental). Os resultados mostraram que o [Pi] foi presente em 100% das amostras. [Aa] foi encontrada em 31,3% do grupo controle e em 13,3% no grupo experimental. [Pg] foi detectado em 37,4% do grupo controle e em 33,3% do grupo experimental. Os valores não mostraram associação significativa entre os periodontopatógenos estudados e a mobilidade dos mini-implantes.

FREITAS *et al.* (2012) pesquisaram o estabelecimento e a evolução do processo de colonização microbiana em mini-implantes ortodônticos por três meses desde a instalação. Cento e cinquenta amostras coletadas de 15 mini-implantes foram investigadas desde o tempo inicial até 3 meses. O material biológico foi obtido da área peri-implantar com auxílio de cones de papel absorvente. As colonizações inespecíficas de *Streptococcus spp*, *Lactobacillus casei* e *Candida spp* foram analisadas por métodos de crescimento celular. A colonização por *Porphyromonas gingivalis* foi observada por meio da Reação em Cadeia da Polimerase (RCP). Os dados do crescimento celular foram submetidos ao teste de Wilcoxon e os resultados da biologia molecular foram apresentados de modo descritivo. Não houve diferença estatisticamente significativa na colonização microbiana entre os intervalos de tempo avaliados, exceto para *Streptococcus spp* entre os tempos inicial e 24h, o que caracterizou o início da colonização neste intervalo de tempo. As colonizações por *Lactobacillus casei* e *Candida spp* foram insignificantes. Não foi detectada a presença de *Porphyromonas gingivalis* nas amostras analisadas. A colonização microbiana dos mini-implantes não se alterou significativamente durante o estudo.

CATHARINO (2012) buscou descrever a cicatrização óssea inicial ao redor dos mini-implantes, esterilizados pelos pesquisadores, quando submetidos ou não à aplicação de carga imediata. Foram inseridos 144 mini-implantes auto-perfurantes (TOMAS®, Dentaurum, Germany) nas tíbias de dezoito coelhos brancos. Carga imediata (50 cN) foi aplicada sobre 50% dos mini-implantes. Quatro coelhos foram sacrificados em cada tempo pós-cirúrgico: 15, 21, 30 e 60 dias, e dois no dia 0, constituindo grupo controle. Radiografias digitais foram obtidas para mensuração da espessura da cortical óssea (ECO) contígua aos mini-implantes e equidistante deles. Nas imagens digitais das lâminas histológicas, realizou-se análise histológica e histomorfométrica. Quantidade de osso (QO), contato osso-implante (BIC) e ECO foram analisados pelos testes t-pareado, ANOVA e coeficiente de correlação de Pearson. Aos 0 e 15 dias havia áreas de fraturas da borda da cortical. Após 30 dias houve deposição de osso imaturo, que se apresentou maduro aos 60 dias. QO foi maior com carga aos 15 dias ($p = 0,034$) e aumentou ao longo da cicatrização nos grupos com ($p = 0,004$) e sem carga ($p < 0,001$). Carga não afetou BIC; os valores aumentaram no decorrer do tempo nos grupos com ($p < 0,001$) e sem carga ($p = 0,001$). ECO aumentou em todas as regiões ($p < 0,001$). ECO próximo aos mini-implantes foi maior que no ponto médio. Concluiu-se que carga imediata leve não comprometeu a cicatrização óssea ao redor dos mini-implantes. A ósseointegração e o aumento da espessura da cortical óssea foram tempo-dependentes.

ANDRUCIOLI (2013) com o intuito de detectar causas de insucesso, utilizou dois grupos de mini-implantes, com estabilidade (sucesso) e sem estabilidade (falha), com o objetivo de avaliar a contaminação microbiana, empregando sondas de DNA para 40 espécies de bactérias. Foram quantificadas as endotoxinas bacterianas presentes nos mini-implantes dos dois grupos, assim como as citocinas pró-inflamatórias IL-1 α , IL-6, IL-17 e TNF- α e as proteínas marcadoras da osteoclastogênese (RANK, RANKL e OPG). Dezesesseis pacientes de ambos os sexos (entre 11 e 49 anos) em tratamento ortodôntico com indicação para a utilização de mini-implantes foram analisados, sendo obtidos 19 mini-implantes com estabilidade e 10 mini-implantes sem estabilidade. O tempo médio de permanência na boca foi de 23,8 meses para os mini-implantes estáveis e 6,7 meses para os mini-implantes sem estabilidade. Foram utilizados mini-implantes da marca Neodent, com 1,6 mm de diâmetro e 7,0 mm de comprimento, colocados na maxila e/ou mandíbula. Todos os

mini-implantes foram instalados e removidos pelo mesmo cirurgião. No momento da remoção, foram coletados os mini-implantes e amostras de gengiva ao redor dos mesmos. Os mini-implantes foram processados para a detecção dos micro-organismos e para a quantificação da endotoxina bacteriana. As amostras de gengiva foram processadas para a quantificação das citocinas pró-inflamatórias e proteínas marcadoras da osteoclastogênese. O nível de significância adotado foi de 5%. Todas (100%) as 40 espécies de micro-organismos foram observadas em ambos os grupos de mini-implantes, com diferentes porcentagens de ocorrência. Não foi possível observar diferença entre os grupos com relação aos complexos microbianos (azul, roxo, amarelo, verde, laranja, vermelho e outras espécies). Também não foi possível observar diferenças na quantificação das endotoxinas e das citocinas e marcadores da osteoclastogênese ($p > 0,05$), com exceção da IL-6 ($p < 0,05$). Baseado nos resultados obtidos, pode-se concluir que a contaminação microbiana e a quantidade de endotoxina nos mini-implantes, assim como a expressão das citocinas pró-inflamatórias IL-1 α , IL-17 e TNF- α e dos marcadores da osteoclastogênese RANK, RANKL e OPG no tecido gengival circundante, não atuaram como fatores responsáveis pela perda da estabilidade dos mini-implantes e que apenas a maior expressão da citocina pró-inflamatória IL-6 pode estar diretamente relacionada à perda da estabilidade dos mini-implantes, sugerindo-se estudos adicionais.

FERREIRA *et al.* (2015) em um estudo utilizando microscopia eletrônica de varredura (SEM), avaliaram a presença de micro-organismos aderentes à superfície dos mini-implantes que falharam devido à perda de estabilidade. Doze mini-implantes auto-perfurantes de titânio (1,6 mm de diâmetro x 9,0 mm de comprimento) foram coletados de 12 pacientes submetidos a tratamento ortodôntico. Sete mini-implantes foram bem-sucedidos e 5 falharam. O tempo médio de permanência na boca foi de 15,8 e 2,4 meses para os bem-sucedidos e para os que falharam, respectivamente. Os dispositivos foram colocados na maxila e/ou mandíbula e removidos pelo mesmo cirurgião e foram processadas para análise da presença de micro-organismos nas suas superfícies (cabeça, perfil transmucoso e corpo). Colonização bacteriana extensa na cabeça e no perfil transmucoso foi observada em todos os mini-implantes bem-sucedidos e fracassados. Nenhum dos mini-implantes que falharam exibiu bactérias em seu corpo e apenas um mini-implante pertencente aos bem-sucedidos (estáveis) do grupo exibiu bactérias em

seu corpo. Os resultados não sugerem uma relação entre a falha e a presença de colônias de bactérias nas superfícies dos mini-implantes.

BUENO e BASTING (2015) analisaram a proliferação e a morfologia de osteoblastos humanos cultivados na superfície de duas marcas comerciais de mini-implantes ortodônticos após 24, 48, e 72 horas. Duas marcas de mini-implantes (Morelli e Neodent) foram avaliadas; discos de poliestireno foram utilizados como grupo controle ($n = 3$). Os osteoblastos foram cultivados na superfície de mini-implantes esterilizados numa incubadora de CO_2 em períodos de tempo diferentes (24, 48, e 72 horas). A proliferação dos osteoblastos foi quantificada por microscopia eletrônica de varredura usando até 5000x de ampliação, e a morfologia celular foi analisada por um único observador. Os resultados não mostraram interação significativa entre os fatores estudados ($p = 0,686$). Para todos os grupos, o tempo teve um efeito direto e positivo na proliferação dos osteoblastos. Os elementos significativos presentes em ambas as marcas de mini-implantes eram: titânio, alumínio, vanádio e ferro. A proliferação dos osteoblastos estava presente nos mini-implantes estudados, o que aumentou ao longo do tempo; no entanto, não foi observada diferença significativa entre as marcas. Nenhuma diferença foi vista entre os mini-implantes avaliados em termos de composição química. A adesão celular após 72 horas sugere que as áreas da remodelação óssea podem ser alcançadas, iniciando assim o processo de ancoragem do mini-implante.

4.6 Utilização de exames por imagem

KALRA *et al.* (2014) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a precisão das radiografias bidimensionais com tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) para a colocação de mini-implantes em mandíbula. Um local ideal para a colocação de mini-implantes no espaço interradicular vestibular entre o segundo pré-molar e o primeiro molar foi determinada em 40 sítios (13 pacientes com idades entre 14 a 28 anos), usando dados de TCFC. O procedimento de colocação dos mini-implantes foi então dividida em dois grupos. No grupo TCFC, mini-implantes foram colocados nos locais determinado a partir de dados de TCFC. No grupo RPD (radiografia periapical digital), mini-implantes foram colocados com a ajuda de radiografias bidimensionais. Diferença estatisticamente significativa ($p = 0,02$) foi observada entre os dois grupos para o desvio de uma altura ideal de colocação dos mini-implantes. Apenas três, dos vinte mini-implantes do grupo RPD, mostrou contato com a

raiz no arco inferior, que pode ser atribuído ao espaço interradicular mais estreito e na acessibilidade reduzida da região posterior da mandíbula. O estudo concluiu que embora a TCFC forneça uma visualização tridimensional precisa do espaço interradicular, a radiografia intrabucal bidimensional da área interradicular proporciona informação suficiente para colocação dos mini-implantes. Considerando a quantidade de exposição à radiação e do custo com as duas técnicas, o estudo considera recomendável usar radiografias bidimensionais como um guia cirúrgico para a colocação de mini-implantes de rotina.

ABBASSY *et al.* (2015) avaliaram a precisão de duas radiografias rotineiras (panorâmica e periapical) ao verificar a posição de dispositivos de ancoragem temporária (mini-implantes) na maxila e compararam os resultados com o uso de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Radiografias panorâmicas e periapicais foram usadas para examinar a posição dos mini-implantes em relação às raízes dentárias. A avaliação do posicionamento dos mini-implantes foi realizada por 82 cirurgiões-dentistas de diferentes especialidades, utilizando-se imagens 2D. Os resultados foram comparados com os achados de TCFC. A precisão das imagens periapicais foi de 45,1% e das imagens panorâmicas foi de 33,6%. No entanto, ambas as radiografias foram significativamente imprecisas quando se avaliava a posição do mini-implante, quando comparadas com os resultados de TCFC ($p = 0,0001$). Desse modo, recomenda-se, sempre que possível, o uso de TCFC.

4.7 Percepção dos pacientes

PITHON *et al.* (2015) avaliaram a aceitabilidade e a percepção dolorosa dos pacientes em relação aos mini-implantes ortodônticos. Este estudo foi realizado com 58 indivíduos em tratamento ortodôntico que tiveram a instalação de mini-implantes ortodônticos como recurso de ancoragem. O instrumento de coleta de dados foi um questionário contendo 8 perguntas que avaliavam a percepção dolorosa durante a instalação e o uso dos mini-implantes, dificuldade de higienização, aspecto anti-estético, dificuldade de alimentação e os benefícios observados. Os dados foram tabulados e analisados pelos testes de Fisher e pelo Coeficiente de Correlação de Spearman. Os resultados demonstraram que 94,8% dos pacientes relataram que se submeteriam novamente ao tratamento com mini-implantes. Dos aspectos negativos avaliados, os mais significantes foram o incômodo e a dor durante a instalação, enquanto o menos

significante foi dificuldade de alimentação. A percepção dos pacientes sobre os aspectos relacionados aos mini-implantes mostrou-se independente da quantidade desses dispositivos instalados. Concluiu-se que, apesar da avaliação dos mini-implantes pelos pacientes ter apresentado alguns aspectos negativos, o escore médio dos benefícios observados foi bastante alto, indicando boa satisfação dos pacientes com o tratamento.

5 DISCUSSÃO

A utilização de mini-implantes como forma de ancoragem para diversos tratamentos ortodônticos tem sido enfatizada, apresentando suas inúmeras vantagens à ancoragem convencional (SHINOHARA *et al.*, 2013; BORGES *et al.*, 2010). Muitas pesquisas buscaram mensurar a espessura do osso cortical para determinar quais os locais mais seguros para a colocação dos mini-implantes. BORGES, MUCHA (2010) e FAYED, PAZERA, KATSAROS (2010) encontraram que, na maxila, a maior espessura cortical vestibular situou-se entre os primeiros e segundos pré-molares e na mandíbula, as maiores espessuras corticais vestibulo-linguais foram entre os primeiros e segundos molares, sendo a densidade óssea na mandíbula maior do que na maxila, observando-se um acréscimo progressivo de anterior para posterior e de alveolar para basal. A tuberosidade maxilar foi a região relatada com menor densidade óssea (BORGES, MUCHA, 2010). SABEC *et al.* (2015) realizaram um estudo na região posterior da mandíbula e os resultados deste estudo sugeriram que as áreas mais seguras para a colocação de mini-implantes estão entre os primeiros e os segundos pré-molares e entre os primeiros e segundos molares, independentemente do ângulo de inserção. HOLMES, WOLF, ZHOU (2015) encontraram que a espessura do osso cortical é significativamente mais fina centralmente entre dois dentes do que nas áreas adjacentes às raízes, sendo o sítio com o menor percentual de medições (<1 mm) no ponto central que atravessa o canino inferior e o primeiro pré-molar e o sítio com o maior percentual de medições (>1.5 mm) estava na mandíbula adjacente ao primeiro molar.

MOON *et al.* (2010), BAUMGAERTEL (2011) e RYU *et al.* (2012), direcionaram seus estudos para avaliar espessura óssea palatal e concluíram que a espessura do osso palatal é, em média, favorável para a inserção de mini-implantes ortodônticos. Segundo MOON *et al.* (2010) os mini-implantes para ancoragem ortodôntica podem ser efetivamente colocados na maioria das áreas com densidade óssea equivalente à área palatal se eles são colocados 3 mm posterior ao forame incisivo e de 1 a 5 mm paramediano a sutura palatina. RYU *et al.* (2012) comparou a espessura óssea das áreas palatais para a colocação de mini-implantes em pacientes com dentições permanentes e mistas de acordo com a idade dental e obteve que a espessura osso palatino foi significativamente menor na dentição mista precoce do que em ambos os grupos de dentição mista final e permanentes. Em ambos os estudos, os resultados

apontaram uma maior espessura da cortical óssea palatal na região anterior em relação as regiões média e posterior, corroborando com os achados de GERMEC-CAKAN, TOZLU, OZDEMIR (2014).

MIN *et al.* (2012) e PITTMAN *et al.* (2014) avaliaram a influência da espessura da cortical óssea no grau de estabilidade dos mini-implantes e ambos os estudos esta correlação foi não significativa. Segundo PITTMAN *et al.*, a densidade mineral óssea exerce maior influência na manutenção da estabilidade dos mini-implantes do que a espessura cortical, ao contrário do que foi afirmado por FAYED, PAZERA, KATSAROS (2010), FARNSWORTH *et al.* (2011) e HOLMES, WOLF, ZHOU (2015), que relacionaram as taxas de sucesso principalmente a escolha do local de inserção com maior espessura cortical.

Características clínicas dos pacientes como sexo, idade e tipo de má oclusão também foram investigadas para avaliar uma possível influência destas variáveis na qualidade óssea e, conseqüentemente, na estabilidade dos mini-implantes. FARNSWORTH *et al.* (2011) não encontraram diferenças significativas na espessura do osso cortical entre os sexos, no entanto em relação à idade seus resultados mostraram diferenças significativas entre adolescentes e adultos, com a cortical dos adultos significativamente mais espessa em todas as áreas. MIN *et al.* (2012) avaliaram os fatores proximidade da raiz e espessura do osso cortical na taxa de sucesso de mini-implantes ortodônticos e obtiveram taxas de sucesso superiores em pacientes adultos do que em pacientes jovens e maior no sexo feminino do que no masculino. Já no estudo realizado por CASSETTA *et al.* (2013) a espessura do osso cortical alveolar e a densidade óssea, relacionadas ao sucesso do tratamento, foram maiores nos homens do que nas mulheres, embora em relação à idade o resultado encontrado tenha sido o mesmo dos estudos supracitados. SABEC *et al.* (2015) e GERMEC-CAKAN, TOZLU, OZDEMIR (2014) avaliaram a espessura do osso cortical em pacientes adultos que apresentavam más oclusões classe I, II e III. Em ambos os estudos não houve diferenças estatisticamente significativas nas médias de espessura do osso cortical entre os grupos.

Apesar das taxas de sucesso, falha precoce dos mini-implantes devido a mobilidade pode ocorrer e a colonização das suas superfícies por bactérias patogênicas tem sido referida como um dos fatores contribuintes (FERREIRA *et al.*, 2015). A presença de contaminação bacteriana e de fatores pró-inflamatórios na região de

implantação dos mini-implantes foram avaliadas em estudos realizados por TORTAMANO *et al.* (2012) e FERREIRA *et al.* (2015). Os resultados destes estudos não sugeriram uma relação significativa entre a falha e a presença de colonização bacteriana nas superfícies dos mini-implantes. ANDRUCIOLI (2013) também investigou a contaminação microbiana e a presença de citocinas pró-inflamatórias IL-1 α , IL-6, IL-17 e TNF- α e proteínas marcadoras da osteoclastogênese (RANK, RANKL e OPG) na região de implantação dos mini-implantes. Com base em seus resultados, concluiu que a contaminação microbiana e a quantidade de endotoxinas, assim como a expressão das citocinas pró-inflamatórias IL-1 α , IL-17 e TNF- α e dos marcadores da osteoclastogênese RANK, RANKL e OPG no tecido gengival circundante, não atuaram como fatores responsáveis pela perda da estabilidade dos mini-implantes e que apenas uma maior expressão da citocina pró-inflamatória IL-6 pode estar diretamente relacionada à perda da estabilidade dos mini-implantes, sugerindo-se estudos adicionais.

PITHON *et al.* (2013) e SARUL *et al.* (2015) analisaram a influência do comprimento dos mini-implantes na sua estabilidade primária e concluíram que o comprimento é um dos fatores que podem afetar a taxa de sucesso. PITHON *et al.* avaliaram a influência do comprimento dos mini-implantes nas suas propriedades mecânicas e obtiveram como resultados que o torque de inserção aumentou com o aumento do comprimento e com o aumento da espessura do osso cortical. SARUL *et al.* analisaram a influência do comprimento dos dispositivos na sua estabilidade a longo prazo na mandíbula em um grupo homogêneo de pacientes e como resultado obtiveram que a taxa de sucesso para os mini-implantes ortodônticos de 8 mm foi mais significativa do que os de 6 mm no grupo analisado.

TAKAKI *et al.* (2010) e CHEN *et al.* (2010) compararam o uso de mini-placas e mini-implantes como dispositivos de ancoragem esquelética intra-oral. Ambos encontraram boas taxas de sucesso para os dois tipos de dispositivos, no entanto, CHEN *et al.* relatou que as mini-placas apresentaram maior estabilidade em comparação aos mini-implantes, entretanto, requer cirurgia de retalho para a sua inserção e remoção, o que geralmente traz algum desconforto pós-operatório. Portanto, a seleção do tipo apropriado de ancoragem esquelética deve basear-se nas necessidades de tratamento específicas de cada paciente.

BARROS *et al.* (2011) avaliaram o efeito do diâmetro do mini-implante no risco de fratura e na sua eficácia de auto-perfuração e obteve que o índice de resistência à fratura foi notavelmente maior para cada 0,1 mm de diâmetro adicionados, estando o aumento do diâmetro do mini-implante significativamente relacionado aos aumentos de torque de inserção e torque de fratura, corroborando com os resultados de MIGLIORATI *et al.* (2015), que concluíram com base em seus resultados que características do osso, como espessura e densidade, foram os fatores que desempenharam o papel principal na estabilidade primária e que o diâmetro era a característica geométrica com mais forte consequências sobre a estabilidade.

PAN *et al.* (2012) e BUENO e BASTING (2015) investigaram a influência de diferentes materiais sobre a estabilidade primária dos mini-implantes ortodônticos. O estudo de PAN *et al.* demonstrou que maior profundidade de inserção resultou em maior estabilidade. No entanto, assim com os resultados obtidos por BUENO e BASTING, a estabilidade não foi influenciada pelo tipo de liga, de titânio ou de aço inoxidável.

A estabilidade primária e a micro-movimentação dos mini-implantes ortodônticos dependem de inúmeros de fatores que influenciam no sucesso ou no fracasso clínico. Técnica de inserção e de aplicação da carga inicial podem ser considerados dois fatores cruciais para o sucesso, enquanto a aplicação repetida de força ortodôntica não parece aumentar a mobilidade parafuso (HOLST *et al.*, 2010).

CHOPRA *et al.* (2015) e MANNI *et al.* (2010) avaliaram a taxa de sucesso de mini-implantes carregados imediatamente. A taxa de sucesso global dos dispositivos carregados imediatamente encontrada por CHOPRA *et al.* foi de 83,33%, não havendo diferenças significativas na taxa de sucesso com base no sexo, lado de colocação (direita ou esquerda) ou tipo de má oclusão, já MANNI *et al.* encontraram uma taxa de sucesso de 81% para mini-implantes carregados imediatamente. Segundo CATHARINO (2012), carga imediata leve não compromete a cicatrização óssea ao redor dos mini-implantes e seus estudos sugerem que a osseointegração e o aumento da espessura da cortical óssea são tempo-dependentes. Ao contrário do que foi encontrado nos estudos acima, o estudo realizado por JEONG *et al.* (2015) encontrou que a estabilidade dos mini-implantes é tipicamente adquirida 12 a 16 semanas após a inserção e que a carga imediata pode causar a falha do mini-implante.

ALVES, BARATIERI, NOJIMA (2011) avaliaram, por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), a estabilidade e o comportamento de mini-implantes quando submetidos à força ortodôntica durante a intrusão de molares superiores e obtiveram que todos os mini-implantes mostraram algum deslocamento quando submetidos à força, embora estejam destinados a fornecer ancoragem esquelética. No entanto, esse deslocamento não prejudicou o sucesso do tratamento. MCMANUS *et al.* (2011) exploraram a relação entre torque máximo durante a colocação do mini-implante e sua resistência ao movimento sob carga e obtiveram que a resistência média de movimentação foi maior nos mini-implantes com torque máximo de colocação mais elevado do que a resistência ao movimento em pessoas com menor torque máximo colocação.

BAE *et al.* (2013) avaliaram a precisão da colocação dos mini-implantes usando guias cirúrgicos desenvolvidos com técnicas de fabricação assistidos por computador. Os mini-implantes foram colocados com mais precisão quando se utilizou guias cirúrgicos do que quando se utilizou o método direto, pois as diferenças de posicionamento entre os operadores diminuiu significativamente quando se utilizaram guias cirúrgicos, comparativamente ao grupo controle.

A avaliação e o planejamento do ortodontista utilizando-se radiografias convencionais, como panorâmicas e periapicais, são opções de exames para auxiliar na instalação destes dispositivos. Por se tratarem de imagens bidimensionais, a determinação exata da espessura cortical e da densidade da óssea, relacionadas à retenção mecânica dos mini-implantes, torna-se difícil e imprecisa. As imagens de TCFC permitem visualizações mais precisas e confiáveis (BORGES *et al.*, 2010). ABASSY *et al.* (2015) relataram um índice de 45,1% de precisão para as imagens periapicais, enquanto que para as imagens panorâmicas esse índice foi de 33,6%, deste modo, as radiografias, tanto panorâmica quanto periapical, foram significativamente imprecisas quando se avaliava a posição dos mini-implantes, comparado com os resultados de TCFC. No entanto, KALRA *et al.* (2014) compararam a precisão das radiografias bidimensionais com a TCFC e concluíram que, embora a TCFC fornecesse uma visualização tridimensional precisa do espaço interradicular, a radiografia bidimensional da área interradicular proporciona informação suficiente para colocação dos mini-implantes e sugeriram que, comparando-se a quantidade de exposição à radiação e ao custo das duas técnicas, a utilização de radiografias bidimensionais como

um guia cirúrgico para a colocação de mini-implantes, rotineiramente, é recomendável.

6 CONCLUSÃO

- ✓ Observou-se na mandíbula uma tendência de acréscimo progressivo da densidade óssea de anterior para posterior e de superior para inferior.
- ✓ A densidade óssea na mandíbula foi maior que na maxila em praticamente todas as áreas avaliadas.
- ✓ Na maxila, as áreas com maior espessura cortical encontraram-se entre os pré-molares e entre os primeiros molares e segundos pré-molares e na mandíbula entre o primeiro e o segundo molar.
- ✓ A taxa de sucesso foi superior em pacientes de maior faixa etária, no entanto, em relação ao sexo dos pacientes este estudo não foi conclusivo.
- ✓ A estabilidade primária dos mini-implantes não foi influenciada pela sua composição, sendo o comprimento e o diâmetro as características geométricas que mais influenciaram na sua estabilidade.
- ✓ Valores mais elevados de torques de inserção estão relacionados a maior resistência ao movimento sob cargas ortodônticas.
- ✓ Torques de inserção, remoção e fratura podem ser afetados por diferenças morfológicas dos mini-implantes, como comprimento, diâmetro e número de roscas.
- ✓ A tomografia computadorizada de feixe cônico proporcionou uma maior especificidade e acurácia no diagnóstico odontológico em comparação às radiografia bidimensionais, mostrando-se uma tecnologia extremamente promissora e valiosa para a ortodontia.
- ✓ Os resultados não sugeriram uma relação entre a falha e a presença de colônias de bactérias na superfícies dos mini-implantes.
- ✓ Os mini-implantes apresentam-se como excelentes meios auxiliares de ancoragem em ortodontia, apresentando uma alta taxa de aceitabilidade pelos pacientes.

REFERÊNCIAS

- 1 ABBASSY, M. A.; SABBAN, H. M.; HASSAN, A. H.; ZAWAWI, K. H. Evaluation of mini-implant sites in the posterior maxilla using traditional radiographs and cone-beam computed tomography. **Saudi Med J.**, v. 36, n.11, p. 1336-1341, 2015.
- 2 ALVES, M.; BARATIERI, C.; NOJIMA, L. I. Assessment of mini-implant displacement using cone beam computed tomography. **Clin. Oral Impl. Res.**, v. 22, p. 1151–1156, 2011.
- 3 ANDRUCIOLI, M. C. D. **Mini-implantes Ortodônticos: avaliação microbiológica e quantificação de endotoxina bacteriana, citocinas pró-inflamatórias e marcadores da osteoclastogênese.** 2013. 78f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.
- 4 ARAÚJO, T.M.; NASCIMENTO, M.H.A.; BEZERRA, F.; SOBRAL, M.C. Ancoragem Esquelética em Ortodontia com Mini-implantes. **Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial**, v.11, n.4, p.126-156, Jul/Ago.2006.
- 5 BAE, M. J.; KIM, J. Y.; PARK, J. T.; CHA, J. Y.; KIM, H. J.; YU, H. S.; HWANGF, C. J. Accuracy of miniscrew surgical guides assessed from cone-beam computed tomography and digital models. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 143, p.893-901, 2013.
- 6 BARROS, S.; ESTELITA, J.; GUILHERME, K.; GARIB, D. Effect of mini-implant diameter on fracture risk and self-drilling efficacy. **Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 140, n. 4, p 181-192, 2011.
- 7 BASHA, A. G.; SHANTARAJ, R.; MOGEGOWDA, S. B. Comparative Study Between Conventional En-Masse Retraction (Sliding Mechanics) and En-Masse Retraction Using Orthodontic Micro Implant. **IMPLANT DENTISTRY**, v. 19, n. 2, p. 128-136, 2010
- 8 BAUMGAERTEL, S. Cortical bone thickness and bone depth of the posterior palatal alveolar process for mini-implant insertion in adults. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.**, v.140, n. 6, p. 806- 811, 2011.
- 9 BEZERRA, F.; VILLELA, H.; LABOISSIÈRE, J. M.; DIAZ, L. Ancoragem ortodôntica absoluta utilizando microparafusos de titânio. Protocolo de aplicação clínica (triologia parte 1). **Revista Implant News**, v. 1, n. 5, Set/Out. 2004.
- 10 BORGES, M. S.; MUCHA, J. N. Avaliação da densidade óssea para instalação de mini-implantes. **Dental Press J Orthod.**, v. 15, n. 6, p. 58- 66, 2010.
- 11 BUENO, R. C.; BASTING, R. T. In vitro study of human osteoblast proliferation and morphology on orthodontic mini-implants. **Angle Orthodontist**, v. 85, n. 6, p. 920-926, 2015.

- 12 CASSETTA, M.; SOFAN, A. A. A.; ALTIERI, F.; BARBATO, E. Evaluation of alveolar cortical bone thickness and density for orthodontic mini-implant placement. **J Clin Exp Dent.**, v. 5, n. 5, p. 245-52, 2013.
- 13 CATHARINO, P. C. C. **Monitoramento histológico, histomorfométrico e radiográfico da cicatrização óssea ao redor de mini-parafusos ortodônticos autoperfurantes, submetidos ou não à aplicação de carga imediata, em tíbias de coelhos.** 2012. 153f. Tese (Doutorado)- Faculdade de Odontologia de São Paulo, São Paulo ,2012.
- 14 CHA, J.Y.; KIL, J.K.; YOON, T.M.; HWANG, C.J. Miniscrew stability evaluated with computerized tomography scanning. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 137, n.1, p. 73-9, 2010.
- 15 CHEN, Y.; CHANG, H.; HUANG, C.; HUNG, H.; LAI, E. H.; YAO, C. J. A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems. **Clin. Oral Impl. Res.**, V. 8, p. 768–775, 2010.
- 16 CHO, U. H.; YU, W.; KYUNG, H. Root Contact during Drilling for Microimplant Placement. **Angle Orthod.**, v. 81, p.130–136, 2010.
- 17 CHOPRA, S.S.; CHAKRANARAYAN, A. Clinical evaluation of immediate loading of titanium orthodontic implants. **Medical journal armed forces India**, v. 7, p. 65- 70, 2015.
- 18 CREEKMORE, T.D.; EKLUND, M.K. The Possibility of Skeletal Anchorage. **J Clin Orthod**, Boulder, v.17, n.4, p. 266-69, Apr.1983.
- 19 CUNHA, A. C.; FREITAS, A. O. A.; MARQUEZAN, M.; NOJIMA, L. I. Mechanical influence of thread pitch on orthodontic mini-implant stability. **Braz Oral Res.**, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2015.
- 20 DEGUCHI, T.; NASU, M.; MURAKAMI, K.; YABUUCHI, T.; KAMIOKA, H.; YAMAMOTO, T.T. Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. **Am J of Orthod Dentofacial Orthop**, St Louis, v. 129, n. 6, p. 721.e7-721.e12, Jun. 2006.
- 21 FARNSWORTH, D.; ROSSOUW, P. E.; CEEN, R.F.; BUSCHANG, P. H. Cortical bone thickness at common miniscrew implant placement sites. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 139, p. 495-503, 2011.
- 22 FAYED, M. M., PAZERA, P.; KATSAROS, C. Optimal sites for orthodontic mini-implant placement assessed by cone beam computed tomography. **Angle Orthod.**, v. 80, n.5, p.933-939, 2010.
- 23 FERREIRA, N. O.; ANDROLUCCI, M. C. D. ; NELSON-FILHO EDUARDO, P.; ZANELLA, E. P.; CONSOLARO, A.; ROMANO, F. L.; MATSUMOTO, M. A. N. Bacterial Biofilm on Successful and Failed Orthodontic Mini-Implants – A Scanning Electron Microscopy Study. **Microscopy Research and Technique**, v. 78, p.1112–1116, 2015.

- 24 FREITAS, A. O. A.; ALVIANO, C. S.; ALVIANO, D. S.; SIQUEIRA, J. F. J.; NOJIMA, L. I.; NOJIMA, M. C. G. Microbial colonization in orthodontic mini-implants. **Braz. Dent. J.**, vol.23 ,no.4 ,p. 422-427, 2012.
- 25 GERMEC-CAKAN, D.; TOZLU, M.; OZDEMIR, F. Cortical bone thickness of the adult alveolar process--a retrospective CBCT study. **Aust Orthod J.**, v. 30, n. 1, p. 54-60, 2014.
- 26 HOLMES, P. B.; WOLF, B. J.; ZHOU, J. A CBCT atlas of buccal cortical bone thickness in interradicular spaces. **Angle Orthodontist**, v. 85, n. 6, p. 911- 919, 2015.
- 27 HOLST, A. L.; KARL, M.; KAROLCZAK, M.; GOELLNER, M.; HOLST, S. Quantitative assessment of orthodontic mini-implant displacement: the effect of initial force application. **Quintessence Int.**, v. 41, n.1, p. 59-66, 2010.
- 28 HUJA, S.S.; KAYA, B.; MO, X.; D'ATRI, A. M.; FERNANDEZ, S. A. Effect of zoledronic acid on bone healing subsequent to mini-implant insertion. **Angle Orthodontist**, v. 81, n. 3, p. 363-369, 2011.
- 29 JEONG, J.; KIM, J.; LEE, N.; KIM, Y.; LEE, J.; KIM, T. Analysis of time to failure of orthodontic mini-implants after insertion or loading. **J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.**, v. 41, p. 240-245, 2015.
- 30 KALRA, S.; TRIPATHI, T.; RAI, P.; KANASE, A. Evaluation of orthodontic mini-implant placement: a CBCT study. **Progress in Orthodontics**, v. 15 , n. 61 , p 2- 9 , 2014.
- 31 KATIĆ, V.; KAMENAR, E.; BLAŽEVIĆ, D.; ŠPALJA, S. Geometrical design characteristics of orthodontic mini-implants predicting maximum insertion torque. **Korean J Orthod.**, v.44, n. 4, p. 177–183,2014.
- 32 LAURSEN, M. G.; MELSEN, B.; CATTANEO, P. M. An evaluation of insertion sites for mini-implants: a micro-CT study of human autopsy material. **Angle Orthodontist**, v. 83, n. 2, p. 222–229, 2013.
- 33 MCMANUS, M. M.; QUIAN, F.; GROSLAND, N. M.; MARSHALL, S.D.; SOUTHARD T.E. Effect of mini-screw placement torque on resistance to mini-screw movement under load. **Am J Orthod Dentofac Orthop.**, v.140, n. 3, p. e93-e98, 2011.
- 34 MANNI, A.; COZZANI, M.; TAMBORRINO, F.; DE RINALDIS, S.; MENINI, A. Factors influencing the stability of miniscrews. A retrospective study on 300 miniscrews. **Eur J Orthod.**, v. 33, n. 4, p. 388-95, 2010.
- 35 MELSEN, B. Miniscrew Implants: Where are we? **J Clin Orthod**, Boulder, v.39, n.9, p. 530-47, Oct. 2005.

- 36 MENEZES, C.C.; JANSON, G.; MASSARO, C.S.; CAMBIAGHI, L.; GARIB, D.G. Reprodutibilidade das mensurações da espessura das tábuas ósseas na tomografia computadorizada Cone-Beam utilizando diferentes protocolos de aquisição de imagem. **Rev Dental Press J. Orthod.**, v. 15, p. 143-9, 2010.
- 37 MIGLIORATI, M.; DRAGO, S.; SCHIAVETTI, I.; OLIVERO, F.; BARBERIS, F.; LAGAZZ, A.; CAPURRO, M.; SILVESTRINI-BIAVATI, A.; BENEDICENTI, S. Orthodontic miniscrews: an experimental campaign on primary stability and bone properties. **European Journal of Orthodontics**, v. 37, n. 5 , p. 531-538, 2015.
- 38 MIN, K. I.; KIM, S. C.; KANG, K. H.; CHO, J. H.; LEE, E. H.; CHANG, N. Y.; CHAE, J. M. Root proximity and cortical bone thickness effects on the success rate of orthodontic micro-implants using cone beam computed tomography. **ANGLE ORTHODONTIST**, v. 82, n. 6, p.1014-102, 2012.
- 39 MONNERAT, C.; RESTLE, L.E.; MUCHA; J. N. Tomographic mapping of mandibular interradicular spaces for placement of orthodontic mini-implant. **J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 36, p. 1-21, Out. 2009.
- 40 MOON, S. H.; PARK, S. H.; LIM, W. H.; CHUN, Y. S. Palatal Bone Density in Adult Subjects: Implications for Mini-Implant Placement. **Angle Orthodontist**, v. 80, n. 1, p. 147-153, 2010.
- 41 MOTOYOSHI, M.; UEMURA, M.; ONO, A.; OKAZAKI, K.; SHIGEEDA, T.; SHIMIZUE, N. Factors affecting the long-term stability of orthodontic mini-implants. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 137, p. 588.e1-588.e5, 2010.
- 42 NIENKEMPER, M.; WILMES, B.; PANAYOTIDIS, A.; PAULS, A.; GOLUBOVIC, V.; SCHWARZ, F.; DRESCHER, D. Measurement of mini-implant stability using resonance frequency analysis. **Angle Orthodontist**, v. 83, n. 2, p. 230- 238, 2013.
- 43 PAN, C. Y.; CHOU, S. T.; TSENG, Y. C.; YANG, Y. H.; WU, C. Y.; LAN, T. H. ; LIU, P. H.; CHANG, H. P. Influence of different implant materials on the primary stability of orthodontic mini-implants. **Kaohsiung Journal of Medical Sciences**, v. 28, p. 673-678, 2012.
- 44 PARK, J.; KIM, E.; PAEK, J.; KOOK, Y.; JEONG, D.; CHO, I.; NELSON, G. Primary Stability of Self-Drilling and Self-Tapping Mini-Implant in Tibia of Diabetes-Induced Rabbits. **International Journal of Dentistry**, v. 2014, p. 1-8, 2014.
- 45 PETREY, J. S.; SAUNDERS, M.M.; KLUEMPER, G. T.; CUNNINGHAM, L. L.; BEEMAN, C. S. Temporary anchorage device insertion variables: effects on retention. **Angle orthodontist**, v. 80, n. 4, p. 634–641, 2010.

- 46 PITHON, M. M.; FIGUEIREDO, D. S. F.; OLIVEIRA, D. D. Mechanical Evaluation of Orthodontic Mini-Implants of Different Lengths. **J Oral Maxillofac Surg.**, v. 71, p. 479-486, 2013.
- 47 PITHON, M. M.; SANTOS, M. J.; RIBEIRO, M. C.; NASCIMENTO, R. C.; RODRIGUES, R. S.; RUELLAS, A. C.; COQUEIRO, R. S. Patients' perception of installation, use and results of orthodontic mini-implants. **Acta Odontol. Latinoam.**, v. 28 , n. 2, p. 108-112, 2015.
- 48 PITTMAN, J. W.; NAVALGUND, A.; BYUN, S. H.; HUANG, H.; KIM, A. H.; KIM, D.G. Primary migration of a mini-implant under a functional orthodontic loading. **Clin Oral Investig.**, v. 18, n. 3, p.721-728, 2014.
- 49 POGGIO, P. M.; INCORVATI, C.; VELO, S.; CARANO, A. "Safe Zones": A Guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. **Angle Orthod**, Appleton, v.76, n.2, p.191-197, 2006.
- 50 PROFFIT, W. R.; FIELDS, H. W. **Ortodontia Contemporânea**. 2ª ed. Editora Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro, 1995, 677p.
- 51 ROBERTS, W. E.; NELSON, C. H.; GOODACRE, C. J. Rigid Implant to Close a mandibular First Molar Extraction Site. **J Clin Orthod**, Boulder, v. 28, n.12, p.693-704, dec.1994.
- 52 ROCHA, J. E. T. **Avaliação tomográfica computadorizada da espessura do osso cortical na maxila e mandíbula para ancoragem esquelética**. 2007. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Marília, São Paulo, 2007.
- 53 RYU, J. H.; PARK, J. H.; THU, T. V. T.; BAYOME, M.; KIM, Y.; KOOKF, Y. A. Palatal bone thickness compared with cone-beam computed tomography in adolescents and adults for mini-implant placement. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**, v. 142, p. 207-212, 2012.
- 54 SABEC, R. C.; FERNANDES, T. M. F.; NAVARRO, R. L.; OLTRAMARI-NAVARRO, P. V. P.; CONTI, A. C. C. F.; ALMEIDA, M. R.; POLETI, M. L. Can Bone Thickness and Inter-Radicular Space Affect Miniscrew Placement in Posterior Mandibular Sites? **J Oral Maxillofac Surg.**, v. 73, p. 333-339, 2015.
- 55 SANTOS, R. F.; RUELLAS, A. C. O.; FERNANDES, D. J.; ELIAS, C. N. Insertion torque versus mechanical resistance of mini- implants inserted in different cortical thickness. **Dental Press J Orthod.**,v. 19, n. 3, p. 90-94, 2014.
- 56 SARUL, M. ; MINCH, L. ; PARK. H.; ANTOSZEWSKA-SMITH, J. Effect of the length of orthodontic mini-screw implants on their long-term stability: A prospective study. **Angle Orthodontist**, v. 85, n. 1, p. 33-37, 2015.
- 57 SAWADA, K.; NAKAHARA, K.; MATSUNAGA, S.; ABE, S.; IDE, Y. Evaluation of cortical bone thickness and root proximity at maxillary interradicular sites for mini-implant placement. **Clin. Oral Imp. Res.**, v. 24, p. 1-7, 2013.

- 58 SHINOHARA, A.; MOTOYOSHI, M.; UCHIDA, Y.; SHIMIZU, N. Root proximity and inclination of orthodontic mini-implants after placement: cone-beam computed tomography evaluation. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 144, n. 1, p. 50-56, 2013.
- 59 SUGAWARA, J.; BAIK, U.B.; UMEMORI, M.; TAKAHASHI, I.; NAGASAKA, H.; KAWAMURA, H. Treatment and posttreatment dentoalveolar changes following intrusion of mandibular molars with application of skeletal anchorage system (SAS) for open bite correction. **Int J Adult Orthod Orthognath Surg**, v. 17, n. 4, p. 243-253, 2002.
- 60 TAKAKI, T.; TAMURA, N.; YAMAMOTO, M.; TAKANO, N.; SHIBAHARA, T.; YASUMURA, T.; NISHII, Y.; SUEISHI, K. Clinical study of temporary anchorage devices for orthodontic treatment--stability of micro/mini-screws and mini-plates: experience with 455 cases. **Bull Tokyo Dent Coll.**, v. 51, n. 3, p. 151-63, 2010.
- 61 TORTAMANO, A.; DOMINGUEZ, G. C.; HADDAD, A. C. S. S.; NUNES, F. D.; Nacao, M.; Morea, C. Periodontopathogens around the surface of mini-implants removed from orthodontic patients. **Angle Orthodontist**, v. 82, n. 4, p. 591-595, 2012.
- 62 TOZLU, M.; CAKAN, D. G.; ULKUR, F.; OZDEMIR, F. Maxillary buccal cortical plate inclination at mini-screw insertion site. **Angle Orthodontist**, v. 85, n. 5, p.868-873, 2015.
- 63 UMEMORI, M.; SUGAWARA, J.; MITANI, H. Skeletal anchorage system for open-bite correction. **Am J of Orthod Dentofacial Orthop**, St Louis, v. 115, n.2, p.166- 175, Feb.1999.
- 64 VILANI, G. N. L.; RUELLAS, A. C. O.; ELIAS, C. N.; MATTOS, C. T. Stability of smooth and rough mini-implants: clinical and biomechanical evaluation - an in vivo study. **Dental Press J Orthod.**, v. 20, n. 5, p. 35-42, 2015.
- 65 WILMES, B.; PANAYOTIDIS, A.; DRESCHER, D. Fracture resistance of orthodontic mini-implants: a biomechanical in vitro study.**European Journal of Orthodontics**, v. 33, p. 396–401, 2011.
- 66 YANO, S.; MOTOYOSHI, M.; INABA, M.; YANO, S.; TAKENOUCI, H.; SON, S.; ARAI, H.; SHIMIZU, N. A healing period increases mini-implant stability in growing rats. **J Oral Sci.**, v. 56, p. 113-118, 2014.

