**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU**

CAROLINA CARMO DE MENEZES

**INFLUÊNCIA DO PADRÃO DE CRESCIMENTO
SOBRE A ESPESSURA DA CORTICAL ÓSSEA
ALVEOLAR E SUA CORRELAÇÃO COM A
ESTABILIDADE DOS MINI-IMPLANTES**

**BAURU
2011**

CAROLINA CARMO DE MENEZES

**INFLUÊNCIA DO PADRÃO DE CRESCIMENTO
SOBRE A ESPESSURA DA CORTICAL ÓSSEA
ALVEOLAR E SUA CORRELAÇÃO COM A
ESTABILIDADE DOS MINI-IMPLANTES**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Ortodontia
Orientador: Prof. Dr. Guilherme Janson

Versão corrigida

**BAURU
2011**

Menezes, Carolina Carmo de

M524i Influência do padrão de crescimento sobre a espessura da cortical óssea alveolar e sua correlação com a estabilidade dos mini-implantes / Carolina Carmo de Menezes. -- Bauru, 2011.

195p. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Odontologia de Bauru.
Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Janson

Nota: A versão original desta dissertação encontra-se no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru – FOB/USP.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

Projeto de pesquisa aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, (Processo nº69/2009) em 26/08/2009.

FOLHA DE APROVAÇÃO

DADOS CURRICULARES

Carolina Carmo de Menezes

Nascimento	29 de junho de 1987 Fronteira - MG
Filiação	Ricardo Dias de Menezes Maria Aparecida Carmo de Menezes
2005 – 2008	Curso de Graduação em Odontologia pela Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo – FOB/USP
2009 – 2011	Curso de Pós-graduação em Ortodontia, em nível de mestrado, na Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
2009 – 2012	Especialização em Ortodontia pela Uningá - Bauru - SP

“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende”

Leonardo da Vinci

Dedico este trabalho...

*Ao meu pai Ricardo (in memoriam), a minha
mãe Maria do Carmo e as minhas irmãs Camila
e Larissa, simplesmente pelo amor incondicional.*

Agradeço a Deus...

*Por me conceder uma vida repleta de amor e
carinho, me presenteando com uma família
maravilhosa e com amigos inesquecíveis.*

Agradeço especialmente...

Ao meu pai Ricardo, que partiu, mas deixou recordações jamais esquecidas. Ele me ensinou a amar, a brincar, a respeitar todos ao meu redor. Obrigada por todos os momentos ao meu lado e por continuar me olhando e abençoando de onde o senhor estiver.

À minha mãe Maria do Carmo, por nunca ter desistido, e por ter tido perseverança e coragem quando a vida A transformou em pai e mãe ao mesmo tempo. Nunca poupou esforços e sempre conseguiu com que meus sonhos pudessem se tornar realidade. Obrigada pela força nos momentos difíceis, sempre me apoiando e me acolhendo. A senhora sempre será minha base, minha fonte de inspiração e o meu orgulho. Meu amor não tem limites, obrigada por me amar e ensinar-me tudo.

Às minhas irmãs Camila e Larissa, por todo amor que me deram e por toda amizade com que me presentearam.

À Camila, pela dedicação de seu tempo a mim, sempre ao meu lado, me dando conselhos e orientações e por ser tão especial, que encanta a todos a sua volta com o seu coração gigante de amor e carinho. Obrigada por me dar a maior alegria da minha vida, o meu sobrinho e afilhado.

À Larissa, que sempre foi nossa caçulinha, sempre carinhosa, amorosa ao meu lado. Você leva alegria por onde passa e, mesmo sendo desse tamanhinho, sempre será nossa pequena.

Ao meu afilhado Ricardo, por ser esse anjinho que Deus enviou para ficar ao meu lado e por tornar os meus dias mais alegre.

Amo muito vocês!!!

Ao meu cunhado Carlos Eduardo (Kíd), pelo exemplo de dedicação e determinação. Por trazer à minha irmã e à minha família apenas coisas boas.

Ao meu tio Maurício (São Paulo), pela ajuda no início desta minha caminhada, não permitindo que eu desistisse por mais impossível que fosse ficar aqui. Espero retribuir um dia toda a confiança depositada em mim. Muito obrigada!

Aos meus avós Agostinha e Juvenal, pelos inúmeros conselhos, pelas preocupações e pelas orações a mim dirigidas. Obrigada por todo carinho e amor.

As minhas tias Fátima, Solange, Léia e Beatriz. Aos meus tios Gabriel, Maurício, Agostinho e Maurício, por me mostrarem que quando se tem uma família unida não há nada do que temer. Quero que saibam que o apoio de vocês foi imprescindível para todas as minhas conquistas.

Aos meus primos, por sempre me fazerem sorrir, por me apoiarem em todo momento e por estarem ao meu lado quando eu mais precisei, mesmo quando eu estava longe.

A Priscila por todo o carinho que dedicou a mim. Foi um presente de Deus na minha vida. Você me ensinou que sem fé não ultrapassamos nossos obstáculos. Obrigada por todas as conversas e brincadeiras nos momentos mais difíceis. Você é uma pessoa muito especial e sonhadora, nunca desista dos seus sonhos, sentirei muito a sua falta.

A Andréia e à Fernanda, por serem, durante todos esses anos mais do que amigas, verdadeiras irmãs. Obrigada por existirem.

A todos os meus amigos de Bauru por me oferecerem, além da amizade todo o amor e apoio durante o período em que ficaram ao meu lado. Por me fazerem rir, chorar, pensar, pular, rezar, amar, ou seja, viver todos os dias da minha vida e por fazerem deles lembranças inesquecíveis.

Ao Prof. Dr. Carlos Ferreira dos Santos, que sempre me incentivou e que nunca deixou que eu desistisse dos meus sonhos. Tenho a certeza de que se não fosse por você, jamais teria realizado todas as minhas conquistas nesta Faculdade. Obrigada por ser um grande amigo, um grande mestre. Deixo aqui meu infinito e eterno agradecimento.

A Mariana, por o todo carinho e por sempre estar disposta a me ajudar. Você foi imprescindível para as minhas escolhas desde o primeiro ano da Faculdade, quando mesmo não me conhecendo, não poupou esforços para me incentivar. Obrigada por todo o carinho, apoio e ajuda, mesmo de longe, durante a realização desta pesquisa e durante toda a minha caminhada. Deixo aqui toda a minha admiração e meu eterno agradecimento.

Agradeço especialmente...

Ao meu orientador Prof. Dr. Guilherme Janson

*Por confiar em mim e no meu trabalho.
Por me transformar em pesquisadora, por me mostrar
que eu posso fazer melhor sempre.
Agradeço também por ter me ensinado que tudo o que
precisamos nessa vida se chama: Determinação!*

À Profa Dra Daniela Garib, obrigada por estar sempre disposta a me ajudar e por me mostrar que as coisas não são tão difíceis quanto parecem. Obrigada pela imensa ajuda durante a realização desta pesquisa. Por me mostrar que ser professora é ter paciência para ensinar e aprender todos os dias, sempre incentivando o aluno, nunca o deixando desanimar. No entanto, o meu infinito agradecimento é pela brilhante pessoa que a senhora é, e por fazer parte da minha vida. A senhora foi imprescindível nesta minha conquista e, se um dia eu chegar a ser 10% do que a senhora é como professora, já estarei mais do que satisfeita. Deixo aqui meu ETERNO agradecimento!

Ao Dr. Sérgio Estelita Cavalcantes Barros e à Dra Kelly Chiqueto, sem os quais este trabalho jamais teria sido realizado. Obrigada por sempre terem sido solícitos e por terem me ajudado em todas as dúvidas que surgiram durante a execução do mesmo. Muito Obrigada!

Agradeço ...

*Aos professores da disciplina de Ortodontia da
Faculdade de Odontologia de Bauru:*

*Prof. Dr. Marcos Roberto de Freitas
Prof. Dr. José Fernando Castanha Henriques
Prof. Dr. Arnaldo Pinzan
Prof. Dr. Renato Rodrigues de Almeida.*

*Vocês, meus professores de graduação e pós-graduação,
foram os responsáveis pelo surgimento da minha paixão
pela Ortodontia. Agradeço-lhes infinitamente por todas
as oportunidades a mim concedidas, por toda a
confiança depositada em minha pessoa e,
principalmente, por todos os ensinamentos transmitidos.*

Agradeço especialmente...

Aos meus amigos de Mestrado:

Amanda, Caroline Rocha, Daniel, Juliana, Laura, Manoela, Patrícia, Renata, Roberto, Suelen e Taiana.

Durante esses dois anos, passamos por momentos de dificuldades, desesperos, inseguranças, erros e até mesmo de tristeza. Mas esses momentos sempre foram compensados pelas inúmeras alegrias e vitórias que compartilhamos. Obrigada pela amizade que me concederam, por todo o carinho que tiveram comigo e por todos os ensinamentos. Obrigada por fazerem parte da minha vida e por não me deixarem desanimar. Deixo aqui minha eterna admiração e a certeza de que levarei um pouquinho de cada um sempre no meu coração. E não poderia deixar de terminar este agradecimento, dizendo que tenho um imenso CARINHO por todos vocês!

Agradeço...

Aos meus amigos do curso de Especialização em Ortodontia

Pelo incentivo a iniciar a vida acadêmica e pela construção de verdadeiras amizades. Agradeço em especial a Cris e a Joyce, pelo carinho e pela companhia durante esses anos, deixando meus dias mais felizes.

Aos amigos do Doutorado

Sem os quais eu não teria passado na prova do mestrado. Obrigada pelo incentivo, pelos ensinamentos quando eu não sabia o que era Ortodontia e por toda disponibilidade que tiveram comigo no início da minha caminhada. Vocês são grandes Mestres e serão, com certeza, gigantes Doutores. Serei eternamente grata a todos vocês! Muito obrigada!

Agradeço também...

Ao Departamento de Estomatologia da FOB/USP, por permitir que eu desenvolvesse parte da pesquisa nesse departamento. Sempre solícitos e atenciosos. Muito obrigada!

Ao setor de Radiologia do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo, por permitirem que eu desenvolvesse parte da pesquisa nesse departamento, sempre atenciosos e disponíveis para o que eu precisasse. Aos professores e estagiários, deixo o meu eterno agradecimento e carinho, por todos os dias que me concederam inúmeras alegrias. Foram muito bons os momentos que passei com vocês! Obrigada por tudo!

Aos funcionários do Departamento de Ortodontia: Christina, Neide, Vera, Wagner e Sérgio, pela amizade e carinho a mim dispensados ao longo desses dois anos e por terem sido tão prestativos comigo nas mais diversas situações. Obrigada por tudo!

Ao Técnico de Informática Daniel Bonné, pela enorme e grande ajuda na elaboração da minha dissertação. Por simplificar o que parece tão complicado. E por toda disposição e paciência com as quais sempre me recebeu.

Ao Prof. Dr. José Roberto Laurís, pela presteza e dedicação em responder as minhas dúvidas quanto à análise estatística deste trabalho. Obrigada pela paciência!

Aos meus queridos pacientes, que confiaram em mim e colaboraram para que eu pudesse aprimorar o meu aprendizado, e aos pacientes que se dispuseram a participar desta pesquisa. Sem vocês, jamais conseguiria realizar este trabalho.

À FAPESP, pela concessão da bolsa de estudos.

À Faculdade de Odontologia de Bauru/Universidade de São Paulo, na pessoa do diretor Prof. Dr. José Carlos Pereira e da vice-diretora Prof. Dra. Maria Aparecida de Andrade Moreira Machado.

A todos aqueles que, de alguma maneira, contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do padrão de crescimento craniofacial na espessura da cortical óssea alveolar e correlacioná-lo com a estabilidade dos mini-implantes ortodônticos. A amostra constituiu de 30 pacientes com 56 mini-implantes inseridos na região posterior vestibular da maxila como recurso de ancoragem na retração anterior. Inicialmente, os pacientes foram divididos de acordo com a média do ângulo FMA, em padrão de crescimento horizontal (grupo GH) e vertical (grupo GV). As espessuras das corticais ósseas foram mensuradas nos cortes axiais das imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico. As médias encontradas em cada grupo foram comparadas pelo teste t. A correlação de Pearson foi realizada entre os valores do ângulo FMA e as espessuras das corticais ósseas. Posteriormente, para avaliar a influência do padrão de crescimento sobre a estabilidade dos mini-implantes, estes foram divididos em dois grupos também de acordo com o padrão de crescimento: GMI(H) horizontal e GMI(V) vertical. Os grupos foram comparados quanto ao grau de mobilidade e a proporção de sucesso dos mini-implantes pelos testes de Mann-Whitney e o teste Exato de Fisher. Através desses testes e do teste Qui-quadrado foi avaliada a influência das seguintes variáveis sobre o grau de estabilidade: características do tecido mole na região de inserção, sensibilidade, a quantidade de placa, o período de observação e a técnica utilizada para cada dispositivo. Os resultados obtidos demonstraram que a espessura da cortical óssea alveolar anterior (superior e inferior) e posterior (inferior) vestibulares foram maiores no grupo GH do que o grupo GV. Houve correlação negativa significativa entre o FMA e as espessuras nas regiões anteriores inferiores (vestibular e lingual) e superior (vestibular). Não houve diferença significativa nos resultados para o grau de mobilidade e proporção de sucesso dos mini-implantes nos grupos GMI(H) e GMI(V). O tempo médio de observação foi de 8,77 meses. A proporção de sucesso total foi de 89,29% e nenhuma variável mostrou estar relacionada com o sucesso dos mini-implantes. No entanto, observou-se maior sensibilidade nos pacientes cujo mini-implante apresentava mobilidade e a falha desses dispositivos de ancoragem ocorria logo após sua inserção.

Palavras-chave: Ortodontia. Procedimentos de ancoragem Ortodôntica. Fatores de Risco.

ABSTRACT

ABSTRACT

"Influence of growth pattern on the alveolar cortical bone thickness and the correlation with stability of mini-implants"

This study aimed the assessment of the craniofacial growth pattern influence on the alveolar bone cortical thickness as well as the evaluation of the stability of orthodontic mini-implants. The sample comprised 56 mini-implants inserted on the posterior buccal region of the maxilla of 30 patients with the purpose of orthodontic anchorage for the anterior retraction. Initially, patients were divided by FMA mean according to the growth pattern as: horizontal group (GH group) and vertical group (GV group). The alveolar cortical bone thicknesses were measured in the axial sections of the images of cone-beam computed tomography. The means found for each group were compared with the t test. Pearson's correlation was performed for the values of growth pattern (FMA) and for the thicknesses of cortical bone. In order to evaluate the influence of growth pattern on the stability of mini-implants, these devices were divided in two other groups, according to the growth pattern as: GMI(H), horizontal and GMI(V), vertical. The mobility degree and success rate of mini-implants shown by these two groups were compared using Mann-Whitney tests and Fisher Exact test. Through these tests and the Chi-square test the influence of the following variables on the degree of stability were evaluated: soft tissue characteristics of the insertion site, sensibility degree, plaque retention around mini-implant, observation period and technique used. The results demonstrated that the thickness of the anterior buccal cortical bone (upper and lower) and the posterior cortical bone (lower) were greater for the GH group than for the GV group. There was a significant negative correlation between the FMA and the thicknesses of the lower anterior regions (buccal and lingual) and upper regions (buccal). No significant difference was found regarding the mobility degree and the success rate of mini-implants between the groups GMI(H) and GMI(V). Total success rate found was 89.29% and no variable showed to be related to the success of mini-implants. Nevertheless, a greater sensibility was observed in patients whose mini-implants presented mobility and the failure of these anchorage devices occurred in a short time after insertion.

Keywords: Orthodontics. Orthodontic Anchorage Devices. Risk Factors.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Partes constituintes do mini-implante autoperfurante. A. Cabeça. B. Perfil transmucoso. C. Ponta ativa (GIGLIOTTI, 2009).	40
Figura 2– Padronização do ângulo de inserção pelo posicionador desenvolvido por Barros (BARROS, S.E.C., 2008).	48
Figura 3. Mini-implante instalado segundo a Técnica da Inserção Guiada pela Coroa, descrita por Barros et al. (2010).	50
Figura 4. Esquema do procedimento de tomada das imagens tomográficas, no aparelho de tomografia computadorizada cone-beam (SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006).	53
Figura 5. Mini-implantes com diferentes dimensões, utilizados no estudo de Chatzigianni et al. (CHATZIGIANNI et al., 2010).	58
Figura 6. Imagens dos mini-implantes na tomografia computadorizada de feixe cônico do estudo realizado por Kim et al. (KIM, S.H. et al., 2010).	66
Figura 7. Imagem de um corte axial da maxila utilizado para mensuração da espessura da cortical óssea no estudo realizado por Lee et al. (LEE, K.J. et al., 2009).	70
Figura 8. Mini-implante instalado na região entre o segundo pré-molar e o primeiro molar superiores como recurso de ancoragem para retração anterior (GIGLIOTTI, 2009).	83
Figura 9 – Delimitação do desenho Anatômico.	85
Figura 10 – Determinação dos pontos cefalométricos.	86
Figura 11 – Obtenção dos planos.	87
Figura 12. A e B - Linha de referência biespinhal nos cortes sagital e axial, respectivamente. C - Linha de referência intercristas ósseas no corte coronal.	90
Figura 13. A - Corte axial da maxila 3,0mm apicalmente à junção amelocementária do primeiro molar superior direito. B - Corte axial da maxila, 6,0mm apicalmente à junção amelocementária do primeiro molar superior direito.	91

Figura 14. A - Corte axial da mandíbula, passando 4,0mm apicalmente à junção amelocementária do primeiro molar inferior direito. B. Corte axial da mandíbula, passando 8,0 mm apicalmente à junção amelocementária do primeiro molar inferior direito.	92
FIGURA 15 – A. Distância interradicular (dimensão méso-distal). B. Espessura da cortical óssea vestibular e lingual no centro do septo interradicular.	93
Figura 16. Procedimentos da instalação dos mini-implantes pelo cirurgião-dentista S.E.C.B., utilizando o guia radiográfico-cirúrgico graduado de orientação tridimensional (GRCG) (BARROS, S.E.C., 2008).	95
Figura 17. A-D. Um fio dental foi usado para explorar o contorno proximal subgingival dos dentes adjacentes, no local de inserção dos mini-implantes. E-G. A linha média do septo foi determinada, com o uso do fio de algodão (cordonê). H-J. A linha média do septo foi usada clinicamente como referência para a inserção do mini-implante. K. A radiografia final mostrou uma excelente posição no septo interradicular (BARROS, S.E. et al., 2010; ESTELITA, S;; JANSON; CHIQUETTO, 2010)	97
Figura 18. Utilização do espelho intrabucal para a avaliação do posicionamento méso-distal do mini-implante, durante a sua inserção.	97
Figura 19. A - Partes constituintes da HTR: (a) trava rosqueável para estabilização da haste móvel; (b) haste móvel para quantificação da mobilidade; (c) concavidade para encaixe da cabeça do mini-implante; (d) alça para aplicação da força medida no tensiômetro. B - Abertura da trava rosqueável. C - Redução do comprimento da HTR (GIGLIOTTI, 2009).	99
Figura 20. Parte c do HTR conectada à cabeça do mini-implante (A) enquanto a ponta da parte b toca o ponto de referência escolhido (B). Utilização do paquímetro digital para mensurar o comprimento inicial (C). Parte c do dispositivo conectado à cabeça do mini-implante (D), enquanto a parte d foi conectada diretamente a um tensiômetro ortodôntico, em que se aplicou 400g de força (E) (GIGLIOTTI, 2009).	101

Figura 21. Comparação da posição da ponta da parte b do HTR em relação ao ponto de referência antes (A) e durante a aplicação de carga por meio do tensiômetro (B) (GIGLIOTTI, 2009).	101
Figura 22. A - HTR em posição, utilizando como referência a extremidade mesial superior do bráquete do canino. B - Mensuração com paquímetro digital do comprimento inicial do HTR. C - Aplicação de carga com o tensiômetro e consequente movimentação da ponta da parte b. D - Redução do comprimento do HTR (medida final) até que a ponta da parte b, durante a aplicação de carga, voltasse a tocar o ponto de referência determinado (E) (GIGLIOTTI, 2009).....	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Protocolo de seleção dos mini-implantes (MARASSI, C. et al., 2005).	46
Tabela 2 – Quadro comparativo entre TC convencional e TC de feixe cônico (GARIB, D.G. et al., 2007).	52
Tabela 3 – Fatores contribuintes para o insucesso dos mini-implantes ortodônticos de acordo com Sung et al. (SUNG, J.H. et al., 2007).	56
Tabela 4 – Distribuição dos 56 mini-implantes para cada operador.....	82
Tabela 5. Descrição e conceituação das abreviaturas utilizadas para as variáveis estudadas.....	103
Tabela 6 - Resultado para o cálculo do tamanho da amostra para a diferença entre duas médias e o poder do teste de 80%.	113
Tabela 7 – Apresentação dos resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis estudadas.....	113
Tabela 8 – Resultados do teste t pareado e da fórmula de Dahlberg (DAHLBERG, 1940), aplicados às variáveis padrão de crescimento (FMA) e espessuras das corticais ósseas alveolares para avaliar os erros sistemáticos e casuais, respectivamente.....	114
Tabela 9 – Compatibilidade entre os grupos GH e GV, para as variáveis gênero (Qui-quadrado) e idade (teste t).....	114
Tabela 10 – Compatibilidade entre os grupos GMI(H) e GMI(V) para as variáveis índice de placa modificado - IPm , período de observação - PO (Mann-Whitney) e técnica/operador (Qui-quadrado).	114
Tabela 11 – Resultados da estatística descritiva para as variáveis padrão de crescimento (FMA) e espessuras das corticais ósseas alveolares.	115
Tabela 12 – Resultados da estatística descritiva para as variáveis grau de mobilidade - GM, período de observação - PO, sensibilidade - SE e índice de placa modificado - IPm.....	115
Tabela 13 – Comparação dos grupos GH e GV quanto ao padrão de crescimento craniofacial (FMA).....	115

Tabela 14 – Resultados da análise estatística descritiva e do teste t para as espessuras das corticais ósseas alveolares entre os grupos GH e GV.....	115
Tabela 15 – Resultado do teste de correlação de Pearson entre as espessuras das corticais ósseas alveolares e o padrão de crescimento (FMA).....	116
Tabela 16 – Comparação dos grupos GMI(H) e GMI(V) quanto ao padrão de crescimento craniofacial (FMA).....	116
Tabela 17 – Resultados da análise estatística descritiva e do teste de Mann-Whitney para comparar o grau de mobilidade entre os grupos GMI(H) e GMI(V).....	116
Tabela 18 – Resultados do teste Exato de Fisher para avaliar a associação entre a proporção de sucesso e os grupos GMI(H) e GMI(V).....	116
Tabela 19 – Resultado do teste t entre a espessura da cortical óssea alveolar no local de inserção dos mini-implantes e os grupos sucesso e insucesso.	116
Tabela 20 – Análise dos fatores relacionados ao insucesso dos mini-implantes.....	117

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	27
2 REVISÃO DA LITERATURA	33
2.1. ANCORAGEM EM ORTODONTIA.....	35
2.1.1. Ancoragem	35
2.1.2. Ancoragem Absoluta	36
2.2. MINI-IMPLANTES	39
2.2.1. Nomenclatura, Tipos e Características.....	39
2.2.2. Locais de inserção, Indicações e Seleção dos mini-implantes.....	43
2.2.2.1. Locais de inserção	43
2.2.2.2. Indicações	44
2.2.2.3. Seleção dos Mini-Implantes	45
2.2.3. Procedimentos de inserção dos mini-implantes	46
2.2.3.1. A utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam).....	51
2.3. Fatores relacionados à estabilidade dos mini-implantes	56
2.3.1. Características dos mini-implantes	57
2.3.2. Características do tecido mole	59
2.3.3. Estabilidade primária	61
2.3.4. Aplicação de carga	63
2.3.5. Proximidade das raízes dentárias com os mini-implantes.....	64
2.3.6. Características do tecido ósseo	67
2.3.6.1. Padrão de crescimento.....	71
3 PROPOSIÇÃO	75
4 MATERIAL E MÉTODOS	79
4.1 MATERIAL	81
4.2 MÉTODOS	84
4.2.1 ANÁLISE CEFALOMÉTRICA.....	84
4.2.1.1 Delimitação do Desenho Anatômico (Figura 9).....	85
4.2.1.2 Demarcação dos Pontos Cefalométricos (Figura 10).....	86
4.2.1.3 Definição dos planos (Figura 11).....	87
4.2.1.4 Determinação do Padrão de Crescimento Craniofacial.....	88
4.2.2 AVALIAÇÃO DA ESPESSURA DA CORTICAL ÓSSEA VESTIBULAR E LINGUAL COM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO.....	88
4.2.2.1 O exame de tomografia computadorizada de feixe cônico.....	88
4.2.2.2 Padronização do posicionamento das imagens	89
4.2.2.3 Seleção das imagens para mensuração	90
4.2.2.4 Mensurações das imagens.....	92
4.2.3 PROCEDIMENTOS DE INSERÇÃO DOS MINI-IMPLANTES	94
4.2.4 AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DOS MINI-IMPLANTES.....	98
4.2.5 AVALIAÇÃO DOS FATORES ENVOLVIDOS NA ESTABILIDADE.....	102
4.2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	104
4.2.6.1 Cálculo Amostral	104

4.2.6.2 Erro do método.....	104
4.2.6.3 Teste de normalidade.....	105
4.2.6.4 Compatibilidade entre os grupos.....	105
4.2.6.5 Análises estatísticas entre os grupos	106
5 RESULTADOS.....	109
5.1 Cálculo amostral:.....	113
5.2 Teste de normalidade:.....	113
5.3 Erro intraexaminador:	114
5.4 Compatibilidade entre os grupos da amostra:	114
5.5 Estatística descritiva geral:.....	115
5.6 Análise estatística entre os grupos GH e GV:	115
5.7 Análise estatística entre os grupos GMI(H) e GMI(V):	116
5.8 Análise estatística entre a espessura da cortical óssea e a proporção de sucesso dos mini-implantes:.....	116
5.9 Análise estatística dos fatores de risco dos mini-implantes:.....	117
6 DISCUSSÃO	119
6.1 AMOSTRA.....	121
6.1.1. Características dos mini-implantes avaliados.....	123
6.1.2. A divisão dos grupos	125
6.2 METODOLOGIA.....	126
6.2.1. Avaliação da espessura da cortical óssea vestibular e lingual com tomografia computadorizada de feixe cônico.....	126
6.2.2. Inserção dos mini-implantes.....	129
6.2.2.1. Local de Inserção	130
6.2.2.2. Procedimentos de inserção dos mini-implantes	132
6.2.3. Mensuração do grau de mobilidade dos mini-implantes.....	135
6.2.4. Precisão da metodologia	137
6.3 RESULTADOS	138
6.3.1. Compatibilidade entre os grupos da mostra	138
6.3.2. Valores obtidos para as variáveis estudadas	139
6.3.3. Resultados das comparações entre os grupos GH e GV	142
6.3.4. Resultados das comparações entre os grupos GMI(H) e GMI(V)	145
6.3.5. Resultados da análise da espessura da cortical óssea alveolar na proporção de sucesso dos mini-implantes.....	148
6.3.6. Resultados da análise dos fatores associados à falha dos mini-implantes	148
6.4 CONSIDERAÇÕES CLÍNICAS	153
6.5 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	155
7 CONCLUSÃO	157
REFERÊNCIAS.....	161
APÊNDICES	183
ANEXOS	191

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Para determinar o sucesso de um tratamento ortodôntico, dentre outros fatores, a ancoragem deve ser criteriosamente planejada e controlada, sendo esta, há muito tempo, uma preocupação entre os ortodontistas. A utilização da ancoragem absoluta em Ortodontia mudou os limites da movimentação dentária e alterou planejamentos ortodônticos, oferecendo mais opções de tratamento para o paciente (LEUNG et al., 2008). Os mini-implantes ortodônticos têm sido bastante popularizados devido à sua simplicidade de inserção e remoção, baixo custo e mínimas complicações para o paciente (BAE, 2002; MOON et al., 2010; PARK, H. S. et al., 2001).

Atualmente, a literatura reporta que a proporção de sucesso dos mini-implantes ortodônticos varia de 70 a 96% (CHEN, C.H. et al., 2006; CHENG et al., 2004; KIM, S.H. et al., 2010; KURODA et al., 2007b; MIYAWAKI et al., 2003; MOTOYOSHI et al., 2006; MOTOYOSHI et al., 2007a, 2010; MOTOYOSHI et al., 2007b; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006). Vários fatores são frequentemente apontados por influenciar a estabilidade desses dispositivos de ancoragem e diversos estudos vêm buscando identificá-los com o intuito de reduzir seu percentual de insucesso.

Dentre os fatores que podem influenciar a estabilidade dos mini-implantes tem-se: o ângulo de inserção (KYUNG, H. et al., 2003; POGGIO et al., 2006; WILMES et al., 2008); a presença de gengiva inserida (CHENG et al., 2004; MAH; BERGSTRAND, 2005); o protocolo cirúrgico (BAE, 2002; MAH; BERGSTRAND, 2005; NASCIMENTO; ARAÚJO; BEZERRA, 2006); o comprimento e diâmetro do mini-implante (MIYAWAKI et al., 2003; NASCIMENTO; ARAÚJO; BEZERRA, 2006; PARK, H.; KYUNG; SUNG, 2002; WILMES et al., 2006b); a intensidade de carga (BAE, 2002; MAH; BERGSTRAND, 2005; WILMES et al., 2006b); a higienização do paciente (MAH; BERGSTRAND, 2005; MIYAWAKI et al., 2003; NASCIMENTO; ARAÚJO; BEZERRA, 2006); o grau de inflamação dos tecidos peri-implantares (CHENG et al., 2004; MIYAWAKI et al., 2003; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006); a proximidade do mini-implante à raiz dentária (CHEN, Y.H. et al., 2008); além do local de inserção e estabilidade primária desses dispositivos de ancoragem (WILMES et al., 2008; WILMES et al., 2006b).

A espessura da cortical e a qualidade do tecido ósseo no local de inserção dos mini-implantes são apontados como fatores importantes que interferem na sua estabilidade (CHUN; LIM, 2009; MOON et al., 2010; MOTOYOSHI et al., 2009b; MOTOYOSHI et al., 2007b; WILMES et al., 2006a). Essas características são as responsáveis pela retenção mecânica (estabilidade primária) desses dispositivos, de modo que quanto melhor a qualidade e quantidade óssea, melhor o contato osso/implante (KIM, J.W.; AHN; CHANG, 2005). Portanto, elas devem ser observadas antes da inserção dos mini-implantes.

Estudos recentes indicam, através de análises radiográficas e tomográficas, o melhor local para inserção dos mini-implantes ortodônticos nas diferentes áreas da cavidade bucal, onde se encontram melhor qualidade e maior quantidade de tecido ósseo. Os autores afirmam que, nesses locais, a estabilidade primária está assegurada (BAUMGAERTEL, 2009; BAUMGAERTEL; HANS, 2009; HERNANDEZ et al., 2008; KANG, Y.G. et al., 2009; KIM, S.H. et al., 2009; LEE, K.J. et al., 2009; LIM, J.E. et al., 2009; LIM, J.E.; LIM; CHUN, 2008; LIM, W.H. et al., 2007; POGGIO et al., 2006; SCHNELLE et al., 2004).

O padrão de crescimento craniofacial também constitui um fator influenciador na estabilidade dos mini-implantes, segundo alguns autores (MIYAWAKI et al., 2003; MOON et al., 2010). Pacientes com padrão de crescimento vertical apresentavam maior percentual de insucesso dos mini-implantes do que pacientes com padrão de crescimento horizontal. Provavelmente, o maior índice de falha no primeiro grupo ocorra devido à menor espessura da cortical óssea alveolar (MIYAWAKI et al., 2003; MOON et al., 2010). No entanto, diferentes autores não encontraram correlação significantes entre a taxa de sucesso dos mini-implantes e o padrão de crescimento craniofacial dos pacientes (KURODA et al., 2007a).

A espessura e a densidade da cortical óssea e o padrão de crescimento craniofacial são conhecidos por terem uma relação íntima, porém bastante complexa (MASUMOTO et al., 2001; TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998). A associação do padrão de crescimento com as características do tecido ósseo alveolar e a correlação desse fator com a estabilidade dos mini-implantes ainda não se apresenta completamente dirimida na literatura pertinente (MIYAWAKI et al., 2003). Como as características da cortical óssea constituem fatores importantes na estabilidade dos mini-implantes, a relação entre a taxa de sucesso e padrões esqueléticos craniofaciais deve ser estudada mais detalhadamente (MOON et al.,

2010). Sendo assim, este estudo teve como objetivo avaliar a influência do padrão de crescimento craniofacial sobre a espessura da cortical óssea alveolar e investigar a possível relação entre o padrão de crescimento do paciente e a estabilidade e proporção de sucesso dos mini-implantes autoperfurantes.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2 REVISÃO DA LITERATURA

Os mini-implantes ortodônticos são considerados um dos maiores avanços na Ortodontia. A revisão de literatura deste trabalho contém importantes informações relacionadas aos fundamentos, características, aplicações clínicas e, principalmente, estabilidade desses dispositivos de ancoragem.

2.1. ANCORAGEM EM ORTODONTIA

2.1.1. Ancoragem

Em Ortodontia, promover uma ancoragem ortodôntica adequada sempre foi uma preocupação de todos os profissionais dessa área, uma vez que, na grande maioria das vezes, somente com um planejamento criterioso da ancoragem é que se obtém o sucesso do tratamento ortodôntico (ARAÚJO et al., 2006).

Ancoragem ortodôntica é a resistência ao movimento dentário indesejado, podendo ser fornecida por estruturas intrabuciais (dentes ou dispositivos) ou extrabuciais (CHEN, C.H. et al., 2006) e segue o princípio de ação e reação à força da Terceira Lei de Newton. Este princípio institui que qualquer força é dividida em componentes de ação e reação, iguais em intensidade, no entanto, em sentidos opostos. Na Ortodontia, ao aplicarmos uma força a um dente, inevitavelmente, as unidades dentárias que servem de ancoragem recebem uma força com igual intensidade, contudo em sentido contrário, proporcionando assim, movimentação semelhante entre os dentes que se desejam movimentar e suas respectivas unidades de ancoragem (ANDREWS, 1975; LOTZOF; FINE; CISNEROS, 1996).

Diversas formas de ancoragem têm sido ressaltadas na literatura e embora sendo eficientes em muitos casos, não impedem algum grau de movimentação da unidade de ancoragem ou dependem da colaboração do paciente, o que pode comprometer o tempo e o resultado do tratamento ortodôntico (ARAÚJO et al., 2006; SCHNELLE et al., 2004). Como exemplo tem-se: o botão de Nance, a barra transpalatina e lingual, elásticos intermaxilares e o aparelho extrabucal (ARAÚJO et al., 2006; SCHNELLE et al., 2004).

A movimentação indesejada das unidades de ancoragem é conhecida como perda de ancoragem e pode ocorrer devido a inúmeros fatores como a mecânica ortodôntica, a severidade e características da má oclusão, características dos tecidos de suporte dentário, além dos fatores associados à cooperação do paciente (PILON; JAGTMAN; MALTHA, 1996). Atualmente, com o surgimento dos dispositivos que promovem a ancoragem esquelética, os profissionais da Ortodontia não mais se preocupam, como antes, para a perda de ancoragem (GIGLIOTTI, 2009; PILON; JAGTMAN; MALTHA, 1996). Os mini-implantes são exemplos de dispositivos que promovem a ancoragem esquelética, tornando inexistente o componente de reação das forças ortodônticas por estarem ancorados em tecido ósseo.

2.1.2. Ancoragem Absoluta

O termo ancoragem absoluta é definido como “ausência de movimento da unidade de ancoragem”, quando não há perda de ancoragem como consequência das forças de reação (DASKALOGIANNAKIS, 2000).

O primeiro relato que utilizou dispositivos fixados em tecido ósseo para promover a ancoragem absoluta ocorreu em 1945 com Gainsforth e Higley. Na tentativa de transferir para o tecido ósseo as forças ortodônticas, os autores inseriram parafusos de Vitálio (*Dentsply®*) na mandíbula de seis cães para aplicação de força durante um período de 16 a 31 dias. A movimentação dentária foi bem sucedida devido à utilização do osso basal como ancoragem, porém esses autores observaram que essa força deveria ser mantida por não mais que 31 dias. A perda de todos os parafusos foi atribuída à infecção advinda da comunicação entre o parafuso de vitálio e a cavidade bucal. Os autores concluíram ainda que “a ancoragem poderia ser obtida para movimentos ortodônticos no futuro” (GAINSFORTH; HIGLEY, 1945).

Após o fenômeno da osseointegração (íntimo contato entre a superfície do implante e o tecido ósseo) descoberto por Bränemark et al. (BRANEMARK et al., 1969) juntamente com a introdução dos implantes dentários para a substituição de dentes e reabilitação protética, surgiram várias investigações e criações de dispositivos para ancoragem esquelética suportados no tecido ósseo.

O primeiro autor que novamente demonstrou a utilização de implantes mandibulares como recurso de ancoragem foi Linkon, em 1970. Ele sugeriu o uso de implantes em forma de lâminas vazadas para receber elásticos de Classe II (LINKOW, 1970). A partir de então, vários estudos utilizaram os implantes dentários como ancoragem ortodôntica em diferentes tratamentos, como por exemplo, no controle da protração maxilar (SMALLEY et al., 1988); na mesialização de molares, inseridos na região retromolar para fechar espaços de extrações (ROBERTS; MARSHALL; MOZSARY, 1990).

Áreas retromolares e áreas edêntulas eram os poucos locais adequados para a inserção dos implantes convencionais, devido às suas dimensões e, conseqüentemente, necessidade de grande quantidade de tecido ósseo para fixação. Além desse fato, os procedimentos cirúrgicos bastante invasivos durante a inserção e remoção dos implantes dentários, o seu elevado custo e o longo período de espera para sua ossoeintegração fizeram com que a sua utilização, na Ortodontia, se tornasse cada vez mais restrita (BAE, 2002; CHEN, J.; ESTERLE; ROBERTS, 1999; LIN, J.C.Y.; LIOU, 2003; LIOU; PAI; LIN, 2004; PARK, H.; KYUNG; SUNG, 2002; SCHNELLE et al., 2004). Assim, diferentes dispositivos foram desenvolvidos para promover a ancoragem absoluta e tentar evitar maiores dificuldades no tratamento ortodôntico.

Em 1983, Creekmore e Eklund utilizaram parafusos cirúrgicos, comumente usados em cirurgias ortognáticas para a fixação maxilar, como ancoragem ortodôntica. Em seu relato, um parafuso cirúrgico de vitálio foi implantado logo abaixo da espinha nasal anterior e, após 10 dias da sua inserção, uma liga elástica leve foi utilizada com o intuito de se corrigir a sobremordida. Os autores observaram que esses dispositivos seriam um recurso viável para essa finalidade, porém mais estudos eram necessários (CREEKMORE; EKLUND, 1983). Após esse estudo, entretanto, a utilização desses miniparafusos não foi imediatamente adotada como novo recurso de ancoragem. Os pesquisadores se concentraram em estudos com implantes dentários (ROBERTS; MARSHALL; MOZSARY, 1990), onplants (BLOCK; HOFFMAN, 1995) e implantes palatinos (WEHRBEIN et al., 1996).

Block e Hoffman, em 1995, desenvolveram o onplant como recurso de ancoragem ortodôntica, inserido no palato de macacos e cães. Consistia em um disco de titânio com 2mm de altura e 10mm de diâmetro, tratado com hidroxiapatita, o qual se apresentava estável durante todo o tratamento (BLOCK; HOFFMAN,

1995). Wehrbein et al. (WEHRBEIN et al., 1996) avaliaram a possibilidade de utilizar implantes dentários de tamanho reduzido, inseridos na área sagital do palato, com 3,3mm de diâmetro e 4 ou 6mm de comprimento. Esses implantes dentários foram unidos aos segundos pré-molares e utilizados como reforço de ancoragem para retração anterior. Verificou-se pequena perda de ancoragem (0,5mm) durante todo o tratamento.

O desenvolvimento de miniparafusos ocorreu somente em 1997, com Kanomi, que descreveu um mini-implante específico para ser utilizado na prática ortodôntica, com 1,2mm de diâmetro. Este dispositivo era confeccionado de titânio e oferecia ancoragem suficiente para o movimento de intrusão dos incisivos inferiores (6mm durante 4 meses) (KANOMI, 1997). A partir de então, inúmeras investigações foram realizadas e diferentes dispositivos foram fabricados. As pesquisas buscaram aperfeiçoar a técnica e os materiais utilizados, com a finalidade de aumentar a aplicabilidade, a estabilidade e a aceitação entre os profissionais e paciente (GIGLIOTTI, 2009).

Outros métodos de ancoragem esquelética foram propostos, incluindo as miniplacas (UMEMORI et al., 1999); ancoragem zigomática (DE CLERCK; GEERINCKX; SICILIANO, 2002) e as ligaduras zigomáticas. Estas últimas foram introduzidas por Melsen, Petersen e Costa (1998) e eram construídas com um fio de aço inoxidável (0,012"), duplamente trançado, que passava por duas perfurações na região superior da crista infrazigomática e era ligado ao aparelho ortodôntico na região dos caninos, sendo utilizadas em pacientes parcialmente edêntulos (MELSEN; PETERSEN; COSTA, 1998). As miniplacas cirúrgicas, entretanto, foram introduzidas por Sugawara (1999) e Umemori (1999) como ancoragem ortodôntica, em formato de L, para tratamento da mordida aberta anterior com o intuito de intruir os molares (SUGAWARA, 1999; UMEMORI et al., 1999).

Porém, devido às vantagens da utilização dos mini-implantes, como por exemplo, a não necessidade de procedimentos cirúrgicos complexos para sua inserção e remoção, menor custo e maior aceitação pelo paciente (SUNG, J.H. et al., 2007), a literatura se concentrou mais nos estudos com este dispositivo de ancoragem. Os mini-implantes são simplesmente miniparafusos cirúrgicos que têm sido desenvolvidos e modificados para se adaptar às diferentes situações ortodônticas (CHEN, C.H. et al., 2006).

2.2. MINI-IMPLANTES

2.2.1. Nomenclatura, Tipos e Características

Na literatura não há um consenso sobre a nomenclatura dos mini-implantes, o que dificulta a comunicação e, principalmente, a busca bibliográfica. Em 1983, Creekmore e Eklund utilizaram o termo “ancoragem esquelética” para os parafusos ósseos de vitálio; já em 1999, Umemori et al. ampliaram esse conceito para os parafusos e placas de titânio. A melhor nomenclatura discutida para esses dispositivos foi: “Dispositivos de Anclagem Temporária” (DAT), a qual se refere a “todas as variações de implantes, parafusos, pinos e onplants que são instalados especificamente para promover ancoragem ortodôntica e são removidos após a terapia biomecânica” (MAH; BERGSTRAND, 2005). Essa definição foi relatada por Mah; Bergstrand, 2005, como o resultado da discussão na reunião da AAO (*American Association of Orthodontics*), em Orlando, realizada em 2004. Nessa mesma reunião, optou-se por utilizar o prefixo “mini”, já que o prefixo “micro” é definido como 10^{-6} nos trabalhos científicos. Adicionalmente, mesmo o termo “parafuso” sendo adequado ao considerar o desenho e a forma desses sistemas de ancoragem, houve preferência por palavras como “pinos”, “implante” ou “dispositivos” (MAH; BERGSTRAND, 2005). Neste trabalho, optou-se por utilizar “mini-implantes”, por ter sido a nomenclatura mais encontrada na literatura pertinente. Porém, como relatado anteriormente, os autores não seguem uma única nomenclatura, podendo-se encontrar termos como mini-implantes, miniparafusos, microparafusos, miniparafusos ortodônticos, implantes ortodônticos, entre outros.

Os mini-implantes surgiram dos miniparafusos cirúrgicos (CREEKMORE; EKLUND, 1983), que não apresentavam design específico para conectar acessórios ortodônticos como elásticos, fios e correntes elastoméricas. Para formar uma alça de conexão, os profissionais utilizavam fio de amarelo na porção cervical do miniparafuso. Esse procedimento levava ao maior acúmulo de placa na região, e conseqüentemente a problemas periodontais, como o recobrimento de todo o fio de amarelo pelo tecido gengival, além de irritações e inflamações gengivais. Portanto, existiam desvantagens relacionadas com o uso destes miniparafusos cirúrgicos, somadas à maior dificuldade do profissional em realizar a conexão de molas para retração e demais dispositivos auxiliares (SUNG, J.H. et al., 2007). Todos esses

fatores levaram os pesquisadores a criar diversos tipos de mini-implante (SUNG, J.H. et al., 2007).

A estrutura dos mini-implantes pode ser dividida em três partes: (A) cabeça, parte exposta clinicamente e área de acoplamento dos dispositivos ortodônticos, como molas, elásticos e fios de amarrilho, (B) perfil transmucoso, região entre a porção intraóssea e a cabeça, cuja altura deve ser selecionada de acordo com a espessura da mucosa da região onde o mini-implante será instalado (KYUNG, H. et al., 2003), e (C) ponta ativa, corresponde às roscas do implante (BEZERRA et al., 2004). Essa estrutura do mini-implante pode ser observada na Figura 1, retirada do trabalho de Gigliotti (GIGLIOTTI, 2009).

Figura 1. Partes constituintes do mini-implante autoperfurante. A. Cabeça. B. Perfil transmucoso. C. Ponta ativa (GIGLIOTTI, 2009).

Os mini-implantes diferenciam-se pelo tipo de material utilizado para sua fabricação; tipo de rosca; comprimento do implante; diâmetro da porção ativa e pelo design de sua cabeça. Independente de qual mini-implante está sendo utilizado, para o seu sucesso é necessário que ele promova uma biocompatibilidade com os tecidos ao redor, consiga suportar as cargas ortodônticas usadas durante o tratamento, promovendo uma correta relação custo/benefício tanto para o profissional como para o paciente (CHEN, C.H. et al., 2006).

Os materiais utilizados para a fabricação desses dispositivos de ancoragem são o titânio comercialmente puro (C-P Ti) e a liga de titânio (Ti-6Al-4V ou titânio de grau V de pureza – composto por 6% de alumínio e 4% de vanádio) (ARAÚJO et al., 2006; LEE, J.S. et al., 2007). A diferença entre esses dois tipos de materiais é que o

titânio puro possui excelente biocompatibilidade e apresenta menor resistência à fadiga, sendo necessária, muitas vezes, a fresagem prévia à instalação desses mini-implantes, principalmente em regiões de grande densidade óssea. Já os mini-implantes fabricados com a liga de titânio possuem menor resistência à corrosão, com menor risco de fratura e, frequentemente, não necessitando de fresagem prévia à instalação. Na grande maioria dos casos, este último tipo é o mini-implante de escolha, principalmente, pela sua característica de apresentar menor taxa de osseointegração, facilitando a remoção ao final do tratamento (ARAÚJO et al., 2006; LEE, J.S. et al., 2007; LIN, J.C. et al., 2007). Em regiões de baixa densidade óssea, os mini-implantes osseointegráveis (titânio de grau IV de pureza com duplo ataque ácido), podem ser úteis, assim como em áreas que já tenham apresentado insucessos com a utilização dos mini-implantes de titânio de grau V (ARAÚJO et al., 2006).

O mini-implante pode ser autorrosqueante (*drilled screw* ou *self-tapping*) ou autoperfurante (*drill free* ou *self-drilling*). Após realizar uma osteotomia inicial, perfuração da mucosa gengival e cortical óssea com fresa/broca, o mini-implante autorrosqueante apresenta poder de corte e cria o seu caminho de entrada no interior do tecido ósseo. Já o segundo, autoperfurante, não necessita de fresagem óssea: ele mesmo perfura a mucosa gengival e cortical óssea, tornando o procedimento de inserção mais simples e rápido (KIM, J.W.; AHN; CHANG, 2005; PARK, H.; KWON; KWON, 2004). Este último apresenta maior estabilidade primária (devido ao melhor contato osso/parafuso associado ao menor trauma aos tecidos) e oferece maior resistência à aplicação de carga ortodôntica imediata. É considerado como o mais recente desenvolvimento na área de ancoragem esquelética (KIM, J.W.; AHN; CHANG, 2005).

Há, no mercado atual, mini-implantes com comprimento variando entre 4 e 12mm por 1,0 a 2,3mm de diâmetro (LIN, J.C. et al., 2007; NASCIMENTO; ARAÚJO; BEZERRA, 2006; POGGIO et al., 2006). Em algumas marcas encontram-se mini-implantes de até 2,7mm de diâmetro e 17mm de comprimento (KURODA; KATAYAMA; YAMAMOTO, 2004). Não há um consenso na literatura a respeito da relação comprimento/estabilidade dos mini-implantes ortodônticos (CHEN, Y.J. et al., 2007; MIYAWAKI et al., 2003; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006). Celenza e Hochman (CELENZA; HOCHMAN, 2000) afirmam que quanto mais longo os mini-implantes, melhor a área de contato osso/implante e, conseqüentemente, melhor

será a sua estabilidade primária. Outros autores, entretanto, afirmam que o comprimento desses dispositivos de ancoragem não interfere na proporção de sucesso nos tratamentos ortodônticos (CHEN, Y.J. et al., 2007; MIYAWAKI et al., 2003; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006). O comprimento do mini-implante é determinado de acordo com a localização de estruturas anatômicas adjacentes e a profundidade do tecido ósseo no local de inserção (LIN, J.C. et al., 2007).

A escolha do diâmetro do mini-implante deve ser realizada de acordo com a largura e espessura do local de inserção, avaliado por exames radiográficos e/ou tomográficos prévios (GIGLIOTTI, 2009). Os dispositivos de pequeno diâmetro, 1,2 a 1,3mm, geralmente, são os indicados para áreas interradiculares (LIN, J.C. et al., 2007). A estabilidade desses pequenos mini-implantes é bastante questionável na literatura (BAE, 2002; KYUNG, H. et al., 2003; MIYAWAKI et al., 2003; PARK, H. S., 1999; PARK, H. S. et al., 2001; PARK, H. S.; KIM, 1999), porém somente os mini-implantes com 1,0mm de diâmetro não apresentaram estabilidade e tiveram taxa de sucesso de 0% (MIYAWAKI et al., 2003). Já o uso dos mini-implantes de grande diâmetro pode causar obstrução da circulação local e maior risco de microfraturas ósseas (KIM, J.W.; AHN; CHANG, 2005). Portanto, previamente à inserção dos mini-implantes, uma avaliação do local selecionado por meio de radiografias ou tomografia computadorizada tridimensional deve ser realizada em todos os casos (LIN, J.C. et al., 2007).

O design da cabeça do mini-implante deve conectar adequadamente o acessório ortodôntico necessário para realizar a mecânica escolhida. Há, no mercado, diferentes tipos, como a cabeça tipo bola, ou mesmo cabeça do tipo bráquete, que permite o acoplamento do fio ortodôntico diretamente ao mini-implante. Alguns tipos, porém, demonstram desvantagens durante a sua utilização. Quando os mini-implantes são inseridos muito angulados, a cabeça do tipo bola perde sua efetividade. Assim como quando a cabeça do tipo bráquete pode provocar o desrosqueamento (remoção) do mini-implante quando o fio passa com dificuldade e promove uma força no slot contrária à direção de inserção desses dispositivos (LIN, J.C. et al., 2007).

Diferentemente dos implantes convencionais, a retenção dos mini-implantes confeccionados de liga de titânio (Ti-6Al-4V – os mais utilizados) é primariamente mecânica e suficiente para o uso temporário. A estabilidade primária, retenção mecânica inicial, é um fator de extrema importância para a estabilidade desses

dispositivos de ancoragem. Ela depende principalmente das características do tecido ósseo do local de inserção dos mini-implantes (PROFF; BAYERLEIN; GEDRANGE, 2006; WILMES et al., 2006b). Trabalhos recentes da literatura têm demonstrado que carga imediata não prejudica a estabilidade dos mini-implantes ortodônticos (FREIRE et al., 2007; MORAIS et al., 2007; YANO et al., 2006), ao contrário, pode aumentar a interface implante/osso, desde que essa carga não seja extrema e não exceda o limite suportado pelo tecido ósseo (BUCHTER et al., 2005).

As principais características de um mini-implante para satisfazer, idealmente, as necessidades da ancoragem em Ortodontia, foram ressaltadas em 2006 por Chen et al. e em 2007 por Papadopoulos e Tarawneh, e são as seguintes: biocompatibilidade; disponibilidade em diferentes diâmetros; designs de cabeça adequados para o ortodontista; simples inserção, com opções autorrosqueantes e autoperfurantes; capacidade de suportar carga imediata e resistir às forças ortodônticas; remoção sem a necessidade de acessórios e equipamentos complexos e baixo custo tanto para o profissional como para o paciente (CHEN, C.H. et al., 2006; PAPADOPOULOS; TARAWNEH, 2007).

2.2.2. Locais de inserção, Indicações e Seleção dos mini-implantes

2.2.2.1. Locais de inserção

Para a correta escolha do local de inserção dos mini-implantes ortodônticos, que pelas suas características dimensionais poderiam ser instalados em inúmeras regiões anatômicas, muitos fatores devem ser considerados, como estes: a sua necessidade deve ser maior que o risco que o paciente sofrerá; devem-se evitar áreas que causam muita irritação aos tecidos, como áreas de inserções musculares; não deve causar desconforto ao paciente; deve favorecer a biomecânica do tratamento. De preferência ser instalados em regiões com gengiva inserida para melhor cicatrização e com boa qualidade e quantidade de tecido ósseo no local, sem lesar nenhuma estrutura anatômica (LEE, J.S. et al., 2007).

As regiões anatômicas encontradas na literatura como locais de inserção dos mini-implantes são as seguintes: - rebordo alveolar em áreas edêntulas da maxila e da mandíbula; - osso alveolar interradicular na maxila e na mandíbula; - palato; - linha oblíqua externa e sínfise mandibular; - região abaixo da espinha nasal anterior;

- processo zigomático; - espaço retromolar da mandíbula e - tuberosidade da maxila (CREEKMORE; EKLUND, 1983; KURODA; KATAYAMA; YAMAMOTO, 2004; KURODA et al., 2005; KYUNG, H. et al., 2003; LEE, J. et al., 2004; LIN, J.C.Y.; LIOU, 2003; PARK, H.; KWON; KWON, 2004). A escolha do local de inserção dos mini-implantes dependerá da mecânica ortodôntica necessária para a correção dos diferentes tipos de má oclusão (LIN, J.C.Y.; LIOU, 2003)

2.2.2.2. Indicações

Os mini-implantes são dispositivos de ancoragem temporária e promovem ancoragem máxima, ou seja, são indicados para pacientes que não podem perder ancoragem. Além dessa indicação, é um meio muito eficaz para os pacientes não colaboradores e quando existe um comprometimento da unidade de ancoragem, devido a problemas periodontais ou reabsorções radiculares. Nos casos de necessidade de movimentos dentários complexos, os mini-implantes passaram a ser, também, uma das mais eficientes soluções (GIGLIOTTI, 2009).

São indicados na literatura pertinente para: 1) retração anterior dos dentes ântero-superiores (BAE, 2002; PARK, H. S. et al., 2001; SUNG, S.J. et al., 2010; UPADHYAY et al., 2009; UPADHYAY et al., 2008; UPADHYAY; YADAV; NANDA, 2010; WILMES; OLTHOFF; DRESCHER, 2009); 2) retração da dentição e distalização de molares (CHUNG; KIM; KOOK, 2005; SUNG, J.H. et al., 2007); 3) retração de caninos impactados (PARK, H. S.; KWON; SUNG, 2004); 4) verticalização e desempactação de molares (PARK, H. S.; KWON; SUNG, 2004); 5) protração de molares (KYUNG, S.H.; CHOI; PARK, 2003); 6) tratamento ortopédico (ENACAR et al., 2003); 7) intrusão de um dente e da dentição (DEVINCENZO, 2006; KYUNG, S.H.; CHOI; PARK, 2003; PARK, Y. et al., 2003); 8) expansão rápida da maxila (SUNG, J.H. et al., 2007); 9) correção da mordida aberta e mordida profunda (KIM, T.W.; KIM; LEE, 2006; KURODA; KATAYAMA; YAMAMOTO, 2004) e 10) correção da linha média (YOUN, 2006).

Em 2007, Young; Melrose e Harrison afirmaram que o risco/benefício de utilização dos mini-implantes na prática clínica deve ser analisado cautelosamente. Concluíram que mais pesquisas clínicas são necessárias para comparar a efetividade da utilização dos diferentes recursos de ancoragem no tratamento ortodôntico (YOUNG; MELROSE; HARRISON, 2007). A utilização da ancoragem

esquelética, segundo Leung et al. (LEUNG et al., 2008), não apenas mudou até onde o profissional pode movimentar um dente, como também ofereceu mais opções de tratamento para o paciente, pois modificou muitos planejamentos ortodônticos.

2.2.2.3. Seleção dos Mini-Implantes

Todo tratamento ortodôntico deve ser planejado criteriosamente para se obter sucesso, o que não difere dos tratamentos realizados com os mini-implantes. Estudos recentes da literatura têm demonstrado que as características dos mini-implantes, além das características do local de inserção, influenciam a sua proporção de sucesso, portanto sua escolha deve ser criteriosa (JANSSEN et al., 2008; LIM, S.A.; CHA; HWANG, 2008; WILMES et al., 2008).

Durante a seleção dos mini-implantes ortodônticos, deve-se ter em mente que com o aumento do diâmetro do mini-implante ocorre um aumento diretamente proporcional do torque de inserção desses dispositivos, o que promove uma maior retenção mecânica, favorecendo à estabilidade primária (LIM, S.A.; CHA; HWANG, 2008; WILMES et al., 2008; WILMES et al., 2006b; WILMES; SU; DRESCHER, 2008). Contudo, se o local de inserção não for suficiente para o diâmetro destes dispositivos, pode-se causar danos ao tecido ósseo, como a interrupção da nutrição local, como também, às estruturas nobres anatômicas vizinhas (KIM, J.W.; AHN; CHANG, 2005).

Quando o local eleito apresenta espaço ósseo suficiente, diversos diâmetros podem ser utilizados. Mini-implantes com maiores diâmetros (1,6 a 2mm) são utilizados em áreas edêntulas ou de baixa densidade óssea. Os dispositivos de diâmetro médio (1,4 e 1,5mm) são mais selecionados para os septos interradiculares com maior espaço mesiodistal; já os mini-implantes de 1,2mm de diâmetro são utilizados nas áreas do septo interradicular e áreas com alta densidade óssea (GIGLIOTTI, 2009; NASCIMENTO; ARAÚJO; BEZERRA, 2006).

Em 2005, Marassi et al. tentaram estabelecer um protocolo para o clínico utilizar durante a seleção dos mini-implantes, o qual está demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Protocolo de seleção dos mini-implantes (MARASSI, C. et al., 2005).

Região	Diâmetro	Comprimento intra-ósseo	Angulação
Maxila e Mandíbula – anterior	1.6	5 a 6 mm	60° a 90°
Maxila vestibular posterior	1.6	6 a 8 mm	30° a 60°
Maxila palatina posterior	1.8	7 a 9 mm	30° a 60°
Sutura palatina mediana	2.0	5 a 6 mm	90° a 110°
Mandíbula vestibular posterior	1.6	5 a 7 mm	30° a 90°
Área edêntula ou retromolar	2.0	7 a 9 mm	0°

A seleção dos mini-implantes é um procedimento importante para o sucesso do tratamento ortodôntico. A escolha do diâmetro e comprimento desses dispositivos deve levar em consideração, principalmente, as características do local de inserção entre outros fatores já citados anteriormente.

2.2.3. Procedimentos de inserção dos mini-implantes

O correto posicionamento do mini-implante é essencial para a sua estabilidade, para a biomecânica do tratamento ortodôntico, além de ser fator importante para a proteção das estruturas anatômicas. A região do processo alveolar é o local de inserção mais estudado na literatura, com relação ao tecido ósseo disponível, pois constitui a região mais utilizada para inserção desses dispositivos. O contato do mini-implante com as raízes dentárias, mesmo não sendo na maioria das vezes um dano irreversível à estrutura dentária, a menos que atinja a polpa, pode levar ao insucesso do tratamento ortodôntico (BARROS, S.E.C. et al., 2006; GIGLIOTTI, 2009; KRAVITZ; KUSNOTO, 2007b; KYUNG, S.H.; HONG; PARK, 2003).

Inicialmente o primeiro trabalho realizado para analisar os espaços interradiculares disponíveis para instalação dos mini-implantes utilizou radiografias panorâmicas, no período pré-tratamento e pós-tratamento. Os autores observaram que existiam apenas poucos espaços interradiculares que possuíam dimensões suficientes (3 - 4mm) para acomodar os mini-implantes, eliminando as regiões

apicais, as quais, provavelmente, estariam em área de mucosa alveolar. Porém, nas radiografias pós-tratamento ortodôntico, havia um aumento considerável desses espaços, sugerindo a necessidade de um alinhamento inicial, em alguns casos, antes da instalação dos mini-implantes. Os autores concluíram que seria necessária a avaliação do local de inserção com radiografias periapicais para tentar suprir a deficiência das radiografias panorâmicas, pois estas apresentam uma considerável distorção da imagem (SCHNELLE et al., 2004).

Em 2006, Poggio et al. avaliaram a largura do septo e a espessura da cortical, por meio de tomografia computadorizada, com o intuito de auxiliar o clínico na determinação de um local seguro para a inserção dos mini-implantes. Eles demonstraram que na região posterior, tanto na maxila quanto na mandíbula, a maioria dos espaços interradiculares possui área suficiente para a instalação de mini-implantes. Na maxila, a maior disponibilidade de tecido ósseo interradicular se localiza entre o segundo pré-molar e o primeiro molar e o espaço mesiodistal na vestibular é menor do que no lado palatino. Já na mandíbula, o maior espaço se localiza entre o primeiro e o segundo molar e, devido ao formato cônico das raízes dentárias, a disponibilidade de tecido ósseo aumenta de cervical para apical (POGGIO et al., 2006).

Todos os pacientes apresentam características anatômicas individuais e mesmo que muitos trabalhos busquem determinar qual o local ideal para inserção dos mini-implantes, fornecendo um “mapa anatômico” auxiliar para esse procedimento, uma acurada avaliação radiográfica/tomográfica é necessária antes da instalação dos mini-implantes (HERNANDEZ et al., 2008).

Para tornar a inserção dos mini-implantes no septo interradicular um procedimento com melhor relação risco/benefício, os protocolos cirúrgicos mais seguros devem ser utilizados (BARROS, S.E.C., 2008). Muitos autores desenvolveram guias radiográficos cirúrgicos bidimensionais e tridimensionais com o intuito de facilitar o correto posicionamento desses dispositivos de ancoragem e evitar complicações durante os procedimentos cirúrgicos (BARROS, S.E.C., 2008; BARROS, S.E.C. et al., 2006; ESTELITA, S. et al., 2009).

Existem diferenças entre os guias bidimensionais e tridimensionais. Os guias bidimensionais não orientam o ângulo de inserção dos mini-implantes, eles indicam o local para iniciar a inserção desses dispositivos de ancoragem. Desse modo, ainda há riscos de lesar estruturas anatômicas vizinhas ao local de inserção. Já os guias

tridimensionais orientam a posição e o ângulo de inserção dos mini-implantes, proporcionando maior segurança ao profissional no momento da instalação (Figura 2) (BAE, 2002; BARROS, S.E.C., 2008; BARROS, S.E.C. et al., 2006; PAPADOPOULOS; TARAWNEH, 2007).

Figura 2– Padronização do ângulo de inserção pelo posicionador desenvolvido por Barros (BARROS, S.E.C., 2008).

A técnica de inserção dos mini-implantes descrita na literatura, na maioria dos trabalhos realizados, não utiliza os guias radiográficos cirúrgicos, dependendo, muitas vezes, da capacidade e habilidade do operador (BARROS, S.E.C., 2008). De acordo com a literatura pertinente, resumidamente a técnica de inserção dos mini-implantes possui os seguintes passos:

1. Exame radiográfico/tomográfico inicial (avalia a quantidade de osso interradicular disponível para a inserção) (BARROS, S.E.C. et al., 2006; LEE, J.S. et al., 2007).
 2. Profilaxia e anestesia do local de inserção dos mini-implantes (BARROS, S.E.C. et al., 2006; LEE, J.S. et al., 2007).
 3. Definição do posicionamento méso-distal e vertical desses dispositivos (com ou sem os guias radiográficos cirúrgicos) (BARROS, S.E.C. et al., 2006; LEE, J.S. et al., 2007).
 4. Avaliação da espessura da mucosa com sonda milimetrada (determina a altura do perfil transmucoso) (BARROS, S.E.C. et al., 2006; LEE, J.S. et al., 2007).
 5. Instalação (com perfuração – mini-implantes autorrosqueante, sem perfuração – mini-implantes autoperfurantes) (BARROS, S.E.C. et al., 2006; LEE, J.S. et al., 2007).
-

6. Conferência da estabilidade (se possível aferir o torque de inserção) (BARROS, S.E.C. et al., 2006; LEE, J.S. et al., 2007).

7. Radiografia pós-cirúrgica (BARROS, S.E.C. et al., 2006; LEE, J.S. et al., 2007).

A técnica radiográfica inadequada ou mal executada pode prejudicar a avaliação do local de inserção dos mini-implantes. Independente da técnica radiográfica utilizada, uma radiografia tem aceitável qualidade para a avaliação da largura do septo interradicular quando a imagem radiográfica da lâmina dura e do espaço periodontal dos dentes adjacentes podem ser visualizados com nitidez, e pouca ou nenhuma sobreposição das faces interproximais dos dentes é observada (BARROS, S.E.C., 2008).

Há uma divergência na literatura quanto à anestesia realizada durante a inserção dos mini-implantes. Alguns autores advogam anestesia infiltrativa (BARROS, S.E.C., 2008; BARROS, S.E.C. et al., 2006; CARANO, A et al., 2005); outros têm indicado apenas anestesia tópica (KRAVITZ; KUSNOTO, 2006, 2007b) ou, então, anestesia superficial dos tecidos moles circunjacentes (PAPADOPOULOS; TARAWNEH, 2007). Estes dois últimos tipos de anestesia mantêm, segundo os autores, a sensibilidade do paciente em casos de toque do mini-implante na raiz dentária. Os primeiros autores afirmam que essa quantidade de anestésico não é suficiente para evitar o desconforto do paciente durante a inserção dos mini-implantes (BARROS, S.E.C., 2008; BARROS, S.E.C. et al., 2006; ESTELITA, S. et al., 2009).

Na técnica de inserção dos mini-implantes autorrosqueantes a escolha da broca correta é essencial para diminuir as injúrias causadas aos tecidos locais. A broca deverá ter 0,2 a 0,3mm a menos de diâmetro comparado com o diâmetro do mini-implante selecionado, o que permitirá uma retenção mecânica inicial satisfatória (HERMAN; COPE, 2005; MELSEN, 2005; PAPADOPOULOS; TARAWNEH, 2007). O calor gerado durante a perfuração, realizada em baixa velocidade (400 a 1500 rpm), deve ser controlado através da irrigação constante com soluções salinas refrigeradas, para evitar o aquecimento excessivo do tecido ósseo e uma possível necrose desse tecido ao redor da superfície do mini-implante, reduzindo, assim, sua estabilidade (CHEN, Y.J. et al., 2007; MAH; BERGSTRAND, 2005; WILMES et al., 2006b).

Em 2010, Barros et al. descreveram a Técnica da Inserção Guiada pela Coroa para a inserção dos mini-implantes ortodônticos. De acordo com essa técnica, a inserção desses dispositivos é guiada apenas pelas referências anatômicas da coroa dentária. Através de uma análise radiográfica de 213 septos interradiculares, esses autores demonstraram bases científicas que confirmam o correto posicionamento no septo alveolar quando essas referências são utilizadas como guia. A descrição resumida da técnica é a seguinte: um fio dental é usado para explorar o contorno proximal subgingival dos dentes adjacentes ao local de inserção, a fim de determinar clinicamente os limites mésio-distais do septo; posteriormente, o ponto central da largura do septo é marcado e ligado ao ponto de contato por um fio de algodão, determinando a linha média do septo e, sobre essa linha, o mini-implante é inserido numa altura que melhor atende às necessidades mecânicas e biológicas de cada caso (Figura 3) (BARROS, S.E. et al., 2010).

Figura 3. Mini-implante instalado segundo a Técnica da Inserção Guiada pela Coroa, descrita por Barros et al. (2010).

As complicações, referentes ao procedimento cirúrgico, geralmente encontradas na literatura foram resumidas por Kavitz e Kusnoto, em 2007, e são as seguintes: trauma ao ligamento periodontal ou à raiz dentária; injúrias aos feixes vâsculo-nervosos; perfuração do seio maxilar; deslizamento do mini-implante (quando muito angulado); enfisema subcutâneo; fratura do mini-implante (torque de inserção excessivo); mobilidade; hiperplasia e inflamação dos tecidos moles (KRAVITZ; KUSNOTO, 2007a).

No procedimento de inserção dos mini-implantes ortodônticos, vários fatores devem ser levados em consideração, como exposto anteriormente, para que os benefícios dessa técnica sejam maiores que os riscos inerentes desse

procedimento. Atenção e cuidado devem existir desde o momento da seleção desses dispositivos até o momento do procedimento cirúrgico em si. A instrução de higiene deve ser realizada após a inserção desses dispositivos de ancoragem para evitar a instalação de inflamações e/ou infecções peri-implantares.

As tomografias computadorizadas de feixe cônico, diferentemente das radiografias convencionais, proporcionam uma imagem semelhante ao tamanho do objeto real, além de não sobrepor as estruturas craniofaciais, pois a imagem é obtida em três planos e não somente em dois como nas radiografias convencionais. Com isso, a utilização das tomografias no diagnóstico é muito vantajoso devido à confiabilidade dos resultados oferecidos por este exame. Assim, a utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico vem sendo bastante pesquisada e utilizada pelos Ortodontistas. Este trabalho apresentará a seguir, resumidamente, importantes informações relacionadas aos fundamentos, características e aplicações, principalmente relacionadas aos mini-implantes da tomografia computadorizada de feixe cônico previamente à abordagem dos fatores relacionados com a estabilidade desses dispositivos de ancoragem.

2.2.3.1. A utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam)

“A tomografia computadorizada (TC) trata-se de um método de diagnóstico por imagem que utiliza a radiação X e permite obter a reprodução de uma secção do corpo humano em quaisquer uns dos três planos do espaço” (GARIB, D.G. et al., 2007). A relação estrutural em profundidade pode ser observada pela TC, mostrando imagens em "fatias" do corpo humano, ao contrário das radiografias convencionais, que projetam em um só plano todas as estruturas atravessadas pelos raios-X. Como a TC possibilita enxergar todas as estruturas em camadas, ela permite a delimitação de irregularidades tridimensionalmente, principalmente dos tecidos mineralizados, com uma definição admirável (PARKS, 2000).

Existem dois tipos principais de tomografia computadorizada, a tomografia computadorizada tradicional e a tomografia computadorizada de feixe cônico (cone-beam computed tomography – CBCT). Garib et al., em 2007, comparou os dois tipos de TC e resumiu, conforme podemos observar na tabela a seguir, as principais diferenças entre a TC convencional e TC de feixe cônico no que se refere à dimensão e campo de visão do aparelho, modo de aquisição da imagem, tempo de

escaneamento, dose de radiação ministrada, custo financeiro do exame, recursos do exame, qualidade da imagem obtida e produção de artefatos (GARIB, D.G. et al., 2007).

Tabela 2 – Quadro comparativo entre TC convencional e TC de feixe cônico (GARIB, D.G. et al., 2007).

	TC Convencional	TC Cone Beam
Dimensão do aparelho	- grande - permite exame do corpo todo	- mais compacto - apenas exame de cabeça e pescoço
Aquisição da imagem	- diversas voltas do feixe de raios-x em torno do paciente - cortes axiais	- uma volta do feixe de raios-x em torno do paciente - imagens base semelhantes à telerradiografia
Tempo de escaneamento	- 1 segundo multiplicado pela quantidade de cortes axiais necessários - exposição à radiação ininterrupta	- 10-70 segundos de exame - 3-6 segundos de exposição à radiação
Dose de radiação	- alta	- menor; aproximadamente, 15 vezes reduzida em relação à TC convencional
Custo financeiro do exame	- alto	- reduzido
Recursos do exame	- reconstruções multiplanares e tridimensionais	- reconstruções multiplanares e em 3D, além de reconstruções de radiografias bidimensionais convencionais
Qualidade da imagem	- boa nitidez - ótimo contraste - validação das avaliações quantitativas e qualitativas	- boa nitidez - baixo contraste - boa acurácia
Produção de artefatos	- muito artefato na presença de materiais metálicos	- pouco artefato produzido na presença de metais

A TC de feixe cônico tem-se desenvolvido no cenário da Odontologia, principalmente nas áreas de Implantodontia, Diagnóstico Bucal, Cirurgia e Ortodontia. O aparelho de TC de feixe cônico parece com o aparelho de radiografia panorâmica, e, na maioria das vezes, o paciente é posicionado sentado. Esse aparelho possui dois componentes principais, posicionados em extremos opostos da cabeça do paciente: a fonte ou tubo de raios-X, responsável por emitir um feixe em forma de cone, e um detector de raios-X. Esse sistema realiza somente um giro de

360 graus em torno da cabeça do paciente (Figura 4), a qual está apoiada em um suporte para não ocorrer movimentação. A cada grau (geralmente a cada 1 grau), o aparelho adquire uma imagem base da cabeça do paciente, muito semelhante a uma telerradiografia, cada uma ligeiramente deslocada da outra, sob diferentes ângulos ou perspectivas (GARIB, D.G. et al., 2007; SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006).

Figura 4. Esquema do procedimento de tomada das imagens tomográficas, no aparelho de tomografia computadorizada cone-beam (SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006).

Ao final, as imagens bases são reconstruídas e, com isso, uma imagem volumétrica tridimensional 3D é gerada, por meio de um software específico, que possui um sofisticado programa de algoritmos, instalado em um computador convencional ligado ao tomógrafo. O exame tem duração de 10 a 70 segundos (uma volta completa do sistema), porém o tempo de exposição efetivo aos raios-X fica entre 3 a 6 segundos (GARIB, D.G. et al., 2007; SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006).

Os programas de TC de feixe cônico permitem a reconstrução multiplanar em volume, que se constitui na capacidade de processar imagens axiais, coronais, sagitais e oblíquas, além da reconstrução em 3D. Outra vantagem desse exame é o fato de o programa permitir gerar imagens bidimensionais, réplicas das radiografias convencionais, como, por exemplo a panorâmica e as telerradiografias em norma lateral e frontal (GARIB, D.G. et al., 2007; SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006).

A definição da imagem da TC de feixe cônico relaciona-se à espessura do voxel, menor unidade da imagem, que apresenta altura, largura e profundidade de iguais dimensões: quanto menor a espessura do voxel, maior a definição da imagem, porém maior a dose de radiação emitida (FARMAN; SCARFE, 2006).

Com esse exame de diagnóstico, o ortodontista adquire a capacidade de, em apenas um exame, obter todas as imagens convencionais em bidimensional (2D) que compõem a documentação ortodôntica, somadas à visão tridimensional detalhada das estruturas dentofaciais (LAMICHANE et al., 2009). Assim, o custo biológico, decorrido da exposição do paciente à radiação (4 a 15 vezes maior que na panorâmica, ou semelhante a um exame periapical da boca toda) pode ser justificado em alguns casos específicos. Com relação ao custo do exame, a TC de feixe cônico mostra-se muito compensadora, pois atualmente o orçamento do exame equivale aproximadamente ao da documentação convencional de Ortodontia. Devido a isso, o ortodontista deverá avaliar a relação custo/benefício em cada caso particular (GARIB, D.G. et al., 2007).

A TC vem sendo utilizada em vários procedimentos em Ortodontia, relatados a seguir: (1) Avaliação do posicionamento tridimensional de dentes retidos e sua relação com os dentes e estruturas vizinhas (BJERKLIN; ERICSON, 2006; ERICSON; KUROL, 2000; MERRETT; DRAGE; DURNING, 2009); (2) Avaliação do grau de reabsorção radicular de dentes adjacentes a caninos retidos (BJERKLIN; ERICSON, 2006; ERICSON; KUROL, 2000; MERRETT; DRAGE; DURNING, 2009); (3) Visualização das tábuas ósseas vestibular e lingual e sua remodelação após movimentação dentária (GARIB, D. G. et al., 2006); (4) Avaliação das dimensões transversas das bases apicais (GARIB, D. G. et al., 2006); (5) Avaliação da movimentação dentária para a região de osso atrésico (FUHRMANN, 2002); (6) Análise quantitativa e qualitativa do osso alveolar para colocação de mini-implantes de ancoragem ortodôntica (ONO; MOTOYOSHI; SHIMIZU, 2008; POGGIO et al., 2006) e (7) Avaliações cefalométricas (FARMAN; SCARFE, 2006; HALAZONETIS, 2005; SWENNEN; SCHUTYSER, 2006).

Recentes trabalhos enfatizam a importância da TC de feixe cônico no diagnóstico ortodôntico, pois permite ao clínico uma imagem em 3D da posição precisa dos dentes, além de substituir as radiografias em casos que estas falharam ao tentar definir corretamente essas posições (MERRETT; DRAGE; DURNING, 2009). De Vos, Casselman, Swennen realizaram uma revisão sistemática, em 2009, e verificaram que há necessidade de mais estudos que determinem a correta dose de radiação ao paciente, além de uma completa orientação relacionadas às propriedades, aparelhos e utilização da TC de feixe cônico, na especialidade da Ortodontia (DE VOS; CASSELMAN; SWENNEN, 2009).

A literatura relata a alta acurácia e reprodutibilidade desse tipo de exame, demonstrando a precisão de medidas verticais e horizontais (LUDLOW et al., 2007; MOLEN). A avaliação da espessura das estruturas ósseas crâniofaciais foi comparada com diferentes meios de diagnóstico, como também com as mensurações reais, e como resultado obteve-se ótima precisão (HOWERTON; MORA, 2008; LOUBELE et al., 2008; LUND; GRO"ND AHL; H-G., 2009). Outros estudos avaliam as reabsorções radiculares causadas durante o tratamento ortodôntico e com esse método, segundo os autores, é possível determinar a necessidade ou não de interromper com a movimentação dentária (DUDIC et al., 2009). As telerradiografias construídas a partir das imagens de TC de feixe cônico são comparáveis às telerradiografias convencionais, podendo substituí-las com sucesso (CATTANEO; MELSEN, 2008; CHAUSHU; CHAUSHU; BECKER, 2008). Atualmente, pesquisadores buscam verificar se existe diferença entre a acurácia e reprodutibilidade das mensurações realizadas nas imagens de TC de feixe cônico, nas diferentes dimensões do voxel. Damstra et al. (DAMSTRA et al., 2010) verificaram que não houve diferença quando comparou os voxel de 0,4mm e 0,25mm, indicando este último como o protocolo de escolha para as pesquisas em seres humanos. Menezes et al. (MENEZES et al., 2010) verificaram alta reprodutibilidade das mensurações realizadas com diferentes protocolos de aquisição da imagem. Com esses resultados, esse tipo de exame de diagnóstico pode ser utilizado em pesquisas científicas com segurança e tranquilidade.

Devido a essas características, muitas vezes opta-se por realizar o planejamento do local de inserção do mini-implante com TC de feixe cônico, pois se identifica criteriosa e minuciosamente o melhor e mais indicado local de inserção, com os menores riscos de acidentes e complicações durante esse procedimento (BAUMGAERTEL, 2009; BAUMGAERTEL; HANS, 2009; KANG, Y.G. et al., 2009; LIM, J.E.; LIM; CHUN, 2008; MOTOYOSHI et al., 2009a; PARK, J.; CHO, 2009; WILMES et al., 2006b). Além desse fato, alguns autores avaliam inúmeros fatores que influenciam a estabilidade dos mini-implantes por meio de radiografias convencionais (ASSCHERICKX et al., 2005; LIOU; PAI; LIN, 2004; WANG; LIOU, 2008). Entretanto, Kau et al. (2010) afirmaram que a TC de feixe cônico permite melhor visualização dos efeitos dos mini-implantes nas estruturas dentoalveolares (KAU et al., 2010). Portanto, esse tipo de exame, por sua alta precisão e acurácia, contribuiria demasiadamente para o desenvolvimento desses recentes dispositivos

de ancoragem ortodôntica e para o planejamento criterioso dos tratamentos ortodônticos.

2.3. Fatores relacionados à estabilidade dos mini-implantes

Muitos são os fatores relacionados com a estabilidade dos mini-implantes ortodônticos. Existem cinco fatores que conduzem ao sucesso do tratamento ortodôntico utilizando mini-implantes, de acordo com Kyung et al. (2003): (1) habilidade do cirurgião; (2) condição física do paciente; (3) seleção do local adequado; (4) estabilidade inicial e (5) higiene bucal. O insucesso normalmente ocorre nos primeiros três meses após sua inserção e pode ser notado quando há mobilidade desses dispositivos de ancoragem. As falhas ocorrem mais em áreas de mucosa alveolar do que em áreas de gengiva inserida (KYUNG, H. et al., 2003).

Em seu livro, Sung et al. (2007) separaram os fatores relacionados ao insucesso dos mini-implantes ortodônticos em fatores iatrogênicos, fatores intrínsecos e fatores relacionados ao implante, os quais podem ser observados na Tabela 3. Segundo esses autores, não é possível determinar 100% de sucesso desses dispositivos de ancoragem ortodôntica (SUNG, J.H. et al., 2007).

Tabela 3 – Fatores contribuintes para o insucesso dos mini-implantes ortodônticos de acordo com Sung et al. (SUNG, J.H. et al., 2007).

Fatores iatrogênicos	Fatores intrínsecos	Fatores relacionados ao implante
Calor excessivo (brocas) – Necrose óssea-tecidual	Doenças sistêmicas	Qualidade do material
Dano radicular ou aproximação	Qualidade e quantidade óssea	Tipo de mini-implante
Estabilidade inicial inadequada	Relação entre a quantidade de gengiva inserida e mucosa alveolar disponível	Forma do mini-implante
Contaminação do mini-implante	Idade e condição física	Diâmetro do mini-implante
Má higiene bucal – Inflamação	Microflora bucal, salivação e respiração bucal	Comprimento do mini-implante
Inflamação causada por materiais elásticos	-	Tratamento de superfície
Injúria a estruturas anatômicas (nervos, vasos sanguíneos)	-	-
Fratura do mini-implante	-	-

Em 2008, Marassi, Marassi e Cozer, elaboraram as 10 chaves para o sucesso dos mini-implantes ortodônticos, as quais estão descritas a seguir: 1- elaborar um planejamento biomecânico, elegendo dois possíveis sítios de instalação; 2- escolher criteriosamente o local de inserção; 3- selecionar adequadamente o diâmetro e comprimento do mini-implante; 4- a inserção deve ser em local com espaço adequado; 5- evitar cirurgia traumática aos tecidos; 6- evitar inserção em locais de mucosa alveolar; 7- em casos de pacientes dolicofaciais, utilizar mini-implantes com maiores diâmetros; 8- evitar forças excessivas; 9- recomendar ótima higienização do local; 10- avaliar mensalmente o mini-implante, controlando o acúmulo de placa e inflamação ao redor desses dispositivos ortodônticos (MARASSI; MARASSI; COZER, 2008).

A seguir são descritos alguns fatores possivelmente associados com o sucesso e insucesso dos mini-implantes utilizados como ancoragem em Ortodontia, segundo os achados da literatura pertinente.

2.3.1. Características dos mini-implantes

Como já citado anteriormente, as características do mini-implante influenciam a sua estabilidade. Os trabalhos encontrados na literatura chamam a atenção principalmente para o tipo de rosca desses dispositivos, pois já foi comprovado que os mini-implantes autoperfurantes apresentam maior estabilidade primária e proporção de sucesso, pelo seu íntimo contato com o tecido ósseo, em comparação aos mini-implantes autorrosqueantes (CHEN, Y.H. et al., 2008).

As características do material de fabricação dos mini-implantes faz com que eles se tornem mais ou menos biocompatíveis, quando formados por titânio comercialmente puro ou liga de titânio, respectivamente. Porém, o mini-implante formado por titânio comercialmente puro apresenta menor resistência à fadiga, necessitando de fresagem prévia à inserção, para não sofrer fraturas. O mini-implante formado por liga de titânio apresenta menor risco de fratura e por não promover uma completa osseointegração, é mais facilmente removido, o que o torna o mini-implante de escolha para a maioria dos autores (ARAÚJO et al., 2006; LEE, J.S. et al., 2007).

Não há um consenso na literatura sobre a influência do diâmetro e comprimento dos mini-implantes na estabilidade desse sistema de ancoragem

(CHEN, Y.H. et al., 2008; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006). Somente o estudo realizado por Miyawaki et al. (2003) verificou que os mini-implantes com dimensões de 1 mm de diâmetro por 6mm de comprimento não obtinham sucesso, com 100% de perda. Os demais grupos, formados por mini-implantes com dimensões de 1,5mm x 11mm e 2,3mm x 14mm, não apresentaram diferenças significativas quanto à proporção de sucesso. Park, Jeon e Kwon (2006) compararam mini-implantes de 4 marcas com diferentes dimensões: (A) 1,2 x 5mm; (B) 1,2 x 6/8/10mm; (C) 1,2 x 4/6/7/8/10mm e (D) 2,0 x 10/12/14/15mm. De acordo com os resultados, os autores observaram apenas as médias encontradas nos grupos de sucesso e insucesso, não levando em consideração uma combinação do diâmetro e comprimento dos mini-implantes. Afirmaram que não houve diferença estatisticamente significativa entre a taxa de sucesso e o diâmetro e comprimento dos mini-implantes analisados, embora os grupos B e C tivessem apresentado maiores valores do que os grupos A e D (PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006). Há, na literatura, outros autores que compararam diferentes dimensões dos mini-implantes com resultados semelhantes aos referidos anteriormente (CHEN, Y.J. et al., 2007; CHENG et al., 2004; KURODA et al., 2007a).

Em 2010, Chatzigianni et al. compararam a estabilidade de dois tipos de mini-implantes (1,5 x 7mm, 1,5 x 9mm e 2,0 x 7mm – Figura 5) inseridos no osso bovino, sob diferentes níveis de forças (0,5 N e 2,5 N). Os autores concluíram, de acordo com os resultados, que o diâmetro e o comprimento dos mini-implantes influenciam significativamente a estabilidade somente quando um nível de força alta é aplicado (CHATZIGIANNI et al., 2010).

Figura 5. Mini-implantes com diferentes dimensões, utilizados no estudo de Chatzigianni et al. (CHATZIGIANNI et al., 2010).

No mesmo ano, Lee e Baek investigaram o efeito do diâmetro e do tratamento de superfície dos mini-implantes nos danos causados à cortical óssea durante a inserção desses dispositivos. Observaram que diâmetros maiores e superfícies tratadas causam em maior quantidade os microdanos à cortical óssea, o que poderia afetar a remodelação óssea e a estabilidade desses dispositivos de ancoragem. Concluíram, ainda, que mais estudos sobre os efeitos que os microdanos causam na estabilidade dos mini-implantes são necessários (LEE, N.K.; BAEK, 2010).

Diante dos estudos encontrados na literatura pertinente, fica clara a importância da atenção do pesquisador/profissional quanto às características dos mini-implantes para aumentar a proporção de sucesso desses dispositivos de ancoragem.

2.3.2. Características do tecido mole

O acúmulo excessivo de placa ao redor dos mini-implantes pode levar a uma inflamação e/ou infecção peri-implantar, a qual muitas vezes leva à perda desses dispositivos por falta de estabilidade. O mesmo ocorre com a persistência de alguma irritação mecânica no local (CHENG et al., 2004; LEE, J.S. et al., 2007). Quando inserido em tecidos não ceratinizados, histologicamente, é comum ocorrer o recobrimento do mini-implante por uma hiperplasia epitelial ou recobrimento epitelial (KRAVITZ; KUSNOTO, 2007b).

Na presença de inflamação e/ou infecção peri-implantar, ocorre um aumento da proporção de falha dos mini-implantes ortodônticos, fato este observado no estudo de Miyawaki et al. (2003), onde a taxa de sucesso dos mini-implantes que não apresentaram inflamação foi de 86,7%. Já em relação aos mini-implantes que apresentaram inflamação dos tecidos peri-implantares, após sua inserção, a taxa de sucesso foi de 54,5%.

A ausência de mucosa ceratinizada no local de inserção dos mini-implantes aumenta o risco de infecções e, conseqüentemente, falha desses dispositivos, fato esse comprovado por Cheng et al. (CHENG et al., 2004). Segundo os autores, como a mandíbula possui menor quantidade de gengiva ceratinizada, ocorre um maior índice de falha desses dispositivos de ancoragem nessa região. Além disso, eles também especularam que tipos específicos de bactérias presentes na placa poderiam influenciar a falha desses mini-implantes (CHENG et al., 2004).

No mesmo ano, Schenelle et al. (SCHNELLE et al., 2004) afirmaram que as regiões interradiculares com maior largura de tecido ósseo se localizam em regiões mais apicais, as quais não apresentariam mucosa ceratinizada suficiente para a inserção dos mini-implantes. Os autores concluíram que a escolha do local de inserção não deveria ser ditada, exclusivamente, pela presença ou ausência de mucosa ceratinizada e reafirmaram que um exame radiográfico periapical deve ser requerido em todos os casos (SCHNELLE et al., 2004).

Park, Jeon e Know (PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006) concluíram que a condição do tecido peri-implantar deve ser avaliada em todo tratamento ortodôntico que utiliza os mini-implantes como dispositivos para ancoragem. Neste trabalho, a proporção de sucesso foi de 84,4% e 95,3% para a presença ou ausência de inflamação, respectivamente.

Há, na literatura, poucos estudos sobre a composição da placa bacteriana ao redor dos mini-implantes (APEL et al., 2009; CHIN et al., 2007). O estudo de Chin et al. (2007) analisou quantitativamente a formação de biofilme e a morfologia física e química da superfície de cinco marcas comerciais diferentes de mini-implantes. Contudo, por ser um estudo descritivo, não demonstraram o potencial patogênico dos micro-organismos localizados nessa região (CHIN et al., 2007). Apel et al. (APEL et al., 2009) realizaram uma análise bacteriana com o intuito de identificar se existe diferença entre a composição da placa bacteriana formada ao redor dos mini-implantes e a placa formada no sulco gengival ao redor dos elementos dentários. Segundo os autores, esse fator poderia levar a uma maior infecção e inflamação dos tecidos ao redor do mini-implante. De acordo com seus resultados, entretanto, a placa bacteriana ao redor desses dispositivos de ancoragem não possui patógenos altamente agressivos aos tecidos circunjacentes (APEL et al., 2009).

A ausência de inflamação peri-implantar, como descrito anteriormente, contribui para a melhor estabilidade dos mini-implantes ortodônticos, principalmente se inseridos em locais de gengiva ceratinizada (CHENG et al., 2004; MIYAWAKI et al., 2003; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006; SCHNELLE et al., 2004).

2.3.3. Estabilidade primária

A retenção mecânica inicial dos mini-implantes, estabilidade primária, é obtida por meio do suporte mecânico que envolve o tecido ósseo (GIGLIOTTI, 2009). Atualmente, é considerada por muitos autores como o fator mais importante para a estabilidade desses dispositivos de ancoragem (MOTOYOSHI et al., 2006; MOTOYOSHI et al., 2007a, 2010) e está relacionada com a espessura da cortical óssea (DEGUCHI et al., 2006; KIM, H.J. et al., 2006; SCHNELLE et al., 2004); qualidade óssea no sítio de inserção (CHUN; LIM, 2009; PARK, H. S. et al., 2008), além do trauma causado durante o procedimento cirúrgico (KRAVITZ; KUSNOTO, 2007b; KURODA et al., 2007b). A ausência de uma boa estabilidade primária leva à falha precoce desses dispositivos de ancoragem ortodôntica (LEE, J.S. et al., 2007; MIYAWAKI et al., 2003).

Frequentemente, a retenção mecânica inicial era avaliada por meio de testes a percussão (ARAÚJO et al., 2006), sensibilidade clínica do operador (BARROS, S.E.C., 2008) e pelo torque de inserção (MOTOYOSHI et al., 2006; WILMES et al., 2006b; WILMES; SU; DRESCHER, 2008), através de aparelhos como o Periotest[®] (INABA, 2009; KIM, J.W.; AHN; CHANG, 2005) e Ostell[®] (GEDRANGE et al., 2005). Este último método, segundo Meredith et al. (MEREDITH; ALLEYNE; CAWLEY, 1996), é o método no qual se refere à análise da frequência de oscilações transmitidas para o implante por meio de um transdutor, sendo o mais preciso para avaliar a estabilidade do implante. Porém é pouco utilizado na avaliação da estabilidade dos mini-implantes ortodônticos pelo tamanho extremamente reduzido desses dispositivos de ancoragem quando comparados com os implantes convencionais (WILMES et al., 2006b).

Durante o procedimento de inserção do mini-implante, a sensibilidade do operador em analisar se há necessidade de maior ou menor força para o assentamento já indica se a estabilidade inicial do mini-implante é maior ou menor (BARROS, S.E.C., 2008). Em casos de baixa estabilidade, também é possível verificar que após a inserção, e durante os testes de percussão, ocorre uma isquemia dos tecidos ao redor indicando mobilidade e a consequente necessidade de remoção desse mini-implante e substituição por outro de maior diâmetro, ou mesmo escolher outro sítio de eleição para a instalação (ARAÚJO et al., 2006).

A avaliação da estabilidade primária pelo torque de inserção constitui um procedimento encontrado na literatura atual e aceito entre os ortodontistas. Motoyoshi et al. (2006) determinaram o torque de inserção adequado para obter a melhor taxa de sucesso dos mini-implantes (com dimensões de 1,6mm de diâmetro x 8mm de comprimento) inseridos na região do osso alveolar posterior vestibular. De acordo com os resultados, verificaram que o torque de inserção na maxila é menor do que na mandíbula devido às diferentes densidades ósseas dessas regiões. Além disso, o torque ideal seria em torno de 5 a 10 Ncm (MOTOYOSHI et al., 2006). Um ano mais tarde, esses autores realizaram um novo estudo onde verificaram que o torque de inserção ideal para proporcionar adequada interface osso/metal, e consequentemente boa estabilidade primária, era de 8 a 10 Ncm (MOTOYOSHI et al., 2007a).

As variações que ocorriam com o torque de inserção quando modificava o ângulo de inserção dos mini-implantes foram avaliadas em 2008 por Wilmes, Su e Drescher. De acordo com os resultados, ângulos de inserção de 60-70° são preferíveis por aumentar a estabilidade primária dos mini-implantes, pois o maior torque de inserção foi encontrado com ângulo de 70° (10,1 Ncm) e o menor torque de inserção, com ângulo de 30° (7,8 Ncm) (WILMES; S U; DRESCHER, 2008). Entretanto, um estudo recente demonstrou maior mobilidade (analisada pelo Periostest®) e menor contato osso/implante (analisado por microscopia eletrônica) para os mini-implantes colocados perpendicularmente à superfície óssea quando comparados com mini-implantes inseridos em uma posição mais inclinada (INABA, 2009).

Pode-se notar que os estudos buscam determinar os fatores que afetam a estabilidade inicial dos mini-implantes ortodônticos, principalmente avaliando os fatores relacionados com o torque de inserção. Corroborando esta linha de pesquisa, Veltri et al. (2009) avaliaram a estabilidade primária em três diferentes sistemas de mini-implantes ortodônticos através da análise de frequência de ressonância (Ostell®) e não encontraram diferenças significantes. Ressaltaram, ainda, que uma adequada técnica de inserção pode garantir boa retenção mecânica inicial e que mais estudos são necessários para avaliar a relação entre estabilidade primária e as forças ortodônticas aplicadas sobre os mini-implantes (VELTRI et al., 2009). Motoyoshi et al. (MOTOYOSHI et al., 2010) verificaram não existir diferenças significantes entre sexo e o torque de inserção dos mini-implantes, porém, os

resultados mostraram correlação negativa e positiva entre o torque de inserção com idade e espessura da cortical óssea na maxila, respectivamente. Cha et al. (2010) realizaram um estudo em animais e verificaram que o torque de inserção era afetado pelo tipo de mini-implante (cônicos apresentam maior torque do que os cilíndricos) e pela densidade óssea no local. Porém, o design é o fator mais importante, segundo os autores, pois pode ser mais facilmente controlado na clínica ortodôntica em comparação com a densidade óssea. Assim como os demais autores, verificaram também que o torque de inserção era maior na mandíbula do que na maxila (CHA et al., 2010).

Uma quantidade excessiva de torque de inserção pode gerar excessiva compressão óssea e consequentes injúrias teciduais. O aumento do estresse ósseo ao redor dos mini-implantes aumenta o risco de fratura e perda desses dispositivos de ancoragem (MOTOYOSHI et al., 2010; WILMES et al., 2008). Portanto, todos os fatores devem ser considerados durante a inserção dos mini-implantes e o aumento do torque de inserção não significa aumento da estabilidade.

2.3.4. Aplicação de carga

De acordo com a literatura pertinente, os autores têm demonstrado que o tipo de protocolo de aplicação de força nos mini-implantes não interfere na proporção de sucesso desse sistema de ancoragem (FREIRE et al., 2007; MORAIS et al., 2007; PARK, H. S., 2003; YANO et al., 2006).

As cargas ortodônticas são de natureza contínua, unidirecional e de baixa magnitude, e não são capazes de gerar atividade osteolítica na interfase óssea do mini-implante, proporcionando ausência de movimentação desses dispositivos de ancoragem (BAE, 2002; CARANO, A. et al., 2004; CHEN, Y.J. et al., 2006; HUANG; SHOTWELL; WNAG, 2005). Não há necessidade de um período de cicatrização e osseointegração para os mini-implantes, de acordo com trabalhos de Liou, Pai e Lin (2004). Segundo esses autores, a estabilidade primária (retenção mecânica inicial) adequada já consegue suportar uma força ortodôntica regular (LIOU; PAI; LIN, 2004).

Continuando nesse raciocínio, Lee et al., em 2007, fizeram considerações importantes de que a mesma força aplicada a um mini-implante pode induzir diferentes reações teciduais, dependendo da estabilidade primária desses

dispositivos. De acordo com três fatores, segundo os autores, uma força leve poderá causar um estresse excessivo do tecido ósseo e até mesmo a perda dos mini-implantes ortodônticos. Esses três fatores são os seguintes: pobre quantidade e qualidade do tecido ósseo; trauma cirúrgico excessivo durante a inserção dos mini-implantes e a sua inserção excêntrica, com movimentos excêntricos da mão do operador durante o procedimento de instalação (LEE, J.S. et al., 2007).

Um recente estudo, realizado em modelo animal, obteve como resultado uma melhor osseointegração e, segundo os autores, uma melhor estabilidade, quando a força ortodôntica era colocada no mini-implante após um período de 1 a 3 semanas da inserção desses dispositivos de ancoragem (ZHAO et al., 2009). Outros autores, no entanto, ao realizar estudo semelhante (modelo animal), com o objetivo de avaliar histologicamente a estabilidade dos mini-implantes com carga imediata, concluíram que a carga mecânica parece promover a formação óssea e a carga imediata não interfere no padrão de cicatrização óssea (LUZI; VERNA; MELSEN, 2009).

A aplicação de carga imediata, como demonstrado na maioria dos estudos, não influencia a estabilidade dos mini-implantes ortodônticos e pode ser realizada na prática clínica (BAE, 2002; CHEN, C.H. et al., 2006; FREIRE et al., 2007; LEE, J.S. et al., 2007; LUZI; VERNA; MELSEN, 2009; MORAIS et al., 2007; PARK, H. S., 2003; YANO et al., 2006).

2.3.5. Proximidade das raízes dentárias com os mini-implantes

Estudos na literatura têm avaliado a disponibilidade óssea no local de inserção dos mini-implantes através de radiografias panorâmicas, periapicais ou interproximais ou mesmo através de tomografia computadorizada, associadas preferencialmente com os guias cirúrgicos. Esse detalhe é bastante importante para que o profissional faça uma correta seleção dos mini-implantes, minimizando a possibilidade de lesão às estruturas anatômicas (BAE, 2002; BARROS, S.E.C., 2008; BARROS, S.E.C. et al., 2006; KRAVITZ; KUSNOTO, 2007b; MOREA et al., 2005).

Recentes trabalhos estão demonstrando um maior interesse em avaliar a proximidade entre o mini-implante e as raízes dentárias e a influência desse aspecto sobre a proporção de sucesso (ASSCHERICKX et al., 2008; CHEN, Y.H. et al., 2008; KANG, Y.G. et al., 2009; KIM, S.H. et al., 2010; KURODA et al., 2007b). Os

pesquisadores especulavam sobre a distância mínima entre as raízes dentárias no local de inserção dos mini-implantes para uma correta estabilidade. Distância mínima de 1 mm do osso alveolar ao redor dos mini-implantes foi sugerida na literatura como segura para a saúde periodontal (POGGIO et al., 2006; SCHNELLE et al., 2004), assim como as medidas: 1,5mm (HUANG; SHOTWELL; WNAG, 2005) e 2mm (LIOU; PAI; LIN, 2004).

No trabalho realizado por Liou, Pai e Lin (2004) a presença de movimentação dos mini-implantes após o período de aplicação de forças ortodônticas foi verificada cefalometricamente em uma amostra de 16 pacientes adultos. Os autores afirmaram que esses dispositivos de ancoragem são estáveis, porém não permanecem absolutamente fixados durante o tratamento ortodôntico. Sugeriram, assim, a distancia mínima de 2mm entre o mini-implante e as raízes dentárias (LIOU; PAI; LIN, 2004). O mesmo ocorreu no trabalho realizado por Wang e Liou (WANG; LIOU, 2008), onde observaram que os mini-implantes, mesmo mantendo-se estáveis, sem mobilidade detectável ou perda, apresentaram deslocamento.

Os primeiros autores que buscaram uma associação entre a proporção de sucesso e a proximidade dos mini-implantes às raízes dentárias foram Kuroda et al. (KURODA et al., 2007b). Esses autores dividiram diversos tipos de mini-implante autorrosqueantes em três categorias, de acordo com a distância do mini-implante à raiz dentária observadas nas radiografias periapicais: categoria I – mini-implante completamente separado da raiz dentária adjacente; categoria II – apenas o ápice dos mini-implantes tocando a lâmina dura da raiz adjacente e categoria III – mini-implante completamente sobreposto sobre a lâmina dura do dente adjacente. O sucesso para a categoria I foi de 96,3%, para a categoria II foi de 91,4% e 74,4% para a categoria III. Os autores concluíram que houve correlação significativa entre a proximidade do mini-implante à raiz dentária e a proporção de sucesso desses dispositivos de ancoragem. Essa tendência é mais forte para a mandíbula (KURODA et al., 2007b).

Análises histológicas foram realizadas para avaliar a proximidade dos mini-implantes às raízes dentárias, por Asscherickx et al. (ASSCHERICKX et al., 2008), utilizando 5 cães beagle. Porém, nesse estudo, há ausência de análise estatística. Assim, os autores sugeriram que poderia ocorrer um maior risco de falha em mini-implantes que apresentassem contato com a raiz dentária adjacente (ASSCHERICKX et al., 2008). Com este mesmo objetivo, Chen et al. (CHEN, Y.H. et

al., 2008) encontraram, utilizando modelos animais, um maior índice de falha naqueles mini-implantes que apresentavam contato com a raiz dentária, através de observações histológicas.

Mais recentemente, um índice de falha de 79,2% foi encontrado quando Kang et al. (2009) provocaram intencionalmente o contato dos mini-implantes com as raízes dentárias. Essa alta taxa de falha dos mini-implantes (79,2%), segundo os autores, poderia ocorrer devido ao deficiente contato osso/implante, ao tocar a raiz dentária, o qual determina sua retenção mecânica inicial (KANG, Y.G. et al., 2009). Porém, no estudo realizado por Gigliotti (2009), a proximidade com as raízes dentárias não influenciou a taxa de sucesso dos mini-implantes, talvez devido ao reduzido número da amostra ou mesmo pela precisão da técnica de inserção.

Com o objetivo de avaliar se a proximidade com as raízes dentárias pode ser considerada um fator de risco para os mini-implantes, Kim et al. (2010) realizaram um estudo com 25 pacientes que receberam mini-implantes para a retração dos dentes ântero-superiores. Uma TC de feixe cônico foi realizada após a inserção desses dispositivos e a proximidade com as raízes dentárias foi avaliada nos cortes axiais (Figura 6). De acordo com os resultados, a proximidade, por si só, não é considerada um fator de risco para a falha dos mini-implantes, principalmente se o contato ocorrer em apenas uma superfície dentária. De acordo com os autores, nesses casos o limiar de contato ósseo é suficiente para suportar os micromovimentos gerados a partir das forças oclusais (KIM, S.H. et al., 2010).

Figura 6. Imagens dos mini-implantes na tomografia computadorizada de feixe cônico do estudo realizado por Kim et al. (KIM, S.H. et al., 2010).

A identificação das raízes dos dentes e a disponibilidade óssea para a instalação dos mini-implantes possibilitarão ao ortodontista definir o melhor local e diâmetro apropriados para os dispositivos de ancoragem, minimizando a possibilidade de lesão às estruturas anatômicas e aumentando o índice de sucesso

nos tratamentos ortodônticos (BARROS, S.E.C., 2008; BARROS, S.E.C. et al., 2006; ESTELITA, S. et al., 2009; GIGLIOTTI, 2009).

2.3.6. Características do tecido ósseo

A qualidade e a quantidade do tecido ósseo conferem retenção mecânica (estabilidade primária) aos implantes. Assim sendo, essas características devem ser observadas antes da inserção desses dispositivos (EKFELDT et al., 2001; TURKYILMAZ; MCGLUMPHY, 2008). Esse pensamento também deve ser considerado para os mini-implantes, principalmente pelo fato de possuírem menor osseointegração (confeccionados com liga de titânio – grau V de pureza). Portanto, sua estabilidade durante o tratamento ortodôntico é ditada essencialmente pela retenção mecânica no tecido ósseo.

As regiões da mandíbula e da maxila podem ser classificadas, segundo Misch (1989), em cinco diferentes categorias de densidade óssea: D1 – osso cortical homogeneamente denso e compacto com pouco trabeculado ósseo e reduzido sistema nutricional (região de mandíbula anterior atrófica); D2 – cortical óssea compacta e porosa envolvendo osso trabecular denso com grande suprimento sanguíneo (região anterior e posterior da mandíbula e anterior da maxila); D3 – cortical óssea porosa e osso trabecular de baixa densidade e poroso (região anterior da maxila anterior e posterior da maxila e mandíbula); D4 – tipo em que, praticamente, inexistente cortical óssea associada ao osso trabecular de baixa densidade e extremamente poroso (região posterior da maxila); D5 – osso não mineralizado ou imaturo. Esse autor também afirma que embora 40% da região posterior do alvéolo seja composta por osso tipo D4, este é considerado inadequado para a obtenção da estabilidade primária dos implantes dentários (MISCH, 1989).

Com relação aos mini-implantes, a preocupação sobre as características do tecido ósseo para sua inserção ocorreu inicialmente em 2004, quando Schnelle et al. realizaram um estudo onde avaliaram a largura do septo interradicular, em radiografias panorâmicas, indicando os locais que possuíam quantidade de espaço suficiente para a inserção segura desses dispositivos (SCHNELLE et al., 2004). Um estudo semelhante, porém com a utilização de TC de feixe cônico, foi realizado por Poggio et al. (POGGIO et al., 2006). Em 2008, Henández et al. verificaram que os espaços méso-distais na vestibular devem ser considerados para não causar danos

aos tecidos durante a inserção dos mini-implantes. Em contrapartida, na palatina/lingual esses espaços não apresentam problemas para a inserção desses dispositivos (HERNANDEZ et al., 2008).

A espessura da cortical óssea e a distância entre as raízes foram avaliadas no estudo de Deguchi et al. (2006) para determinar o comprimento e o diâmetro dos mini-implantes a serem utilizados nos tratamentos ortodônticos. Com relação à espessura da cortical óssea, os autores observaram que ela se apresentava mais espessa na mandíbula do que na maxila e, em ambos os arcos, a espessura da cortical era significativamente maior do lado lingual/palatino do que no lado vestibular do processo alveolar (DEGUCHI et al., 2006). Dois anos mais tarde, Ono, Motoyoshi e Shimizu (ONO; MOTOYOSHI; SHIMIZU, 2008) avaliaram a espessura da cortical óssea na mesial e distal dos primeiros molares, regiões onde mais se instalam os mini-implantes ortodônticos, e verificaram que a mandíbula possui espessura suficiente para realizar a instalação desses dispositivos.

Em 2008, Park et al. observaram que a densidade cortical encontrada no osso alveolar da maxila era significativamente menor do que a encontrada na mandíbula, nos locais de inserção dos mini-implantes. A densidade cortical encontrada no osso alveolar da maxila variou de 810 a 940 HU, exceto para a tuberosidade, que apresentou aproximadamente 443 HU na região vestibular. Já na mandíbula, a densidade cortical encontrada foi de 810 a 1580 HU no osso alveolar e 1320 a 1560 HU no osso basal. Contudo, o osso trabecular apresentou densidade semelhante na maxila e na mandíbula, sem diferenças estatisticamente significantes (PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006). No ano seguinte, Chun e Lim (2009) verificaram que não há diferença significativa entre a densidade do osso alveolar e o sexo dos sujeitos da pesquisa, como também para os lados direito e esquerdo. A diferença entre mandíbula e maxila foi observada somente para a região posterior. Na maxila, as regiões de maior densidade óssea encontravam-se na região anterior, e a menor densidade foi observada na região posterior, entre o segundo pré-molar/primeiro molar e primeiro molar/segundo molar, sendo que as maiores densidades encontradas na região posterior foi a uma distância de 4 e 6mm da crista alveolar. Já na mandíbula, a densidade aumenta da região anterior para posterior (CHUN; LIM, 2009). Completando esses resultados, Choi et al. (CHOI et al., 2009) verificaram que a densidade óssea aumenta com a profundidade, principalmente na área posterior. Todos os estudos foram apenas descritivos, não comparando a densidade óssea

com a estabilidade dos mini-implantes. Essa relação foi verificada indiretamente no estudo realizado por Cha et al. (2010), quando verificaram que a densidade óssea tinha correlação positiva com o torque de inserção. Assim, afirmaram que a densidade óssea interfere na estabilidade primária dos mini-implantes (CHA et al., 2010).

Muitos trabalhos buscaram fornecer um guia para auxiliar os clínicos na escolha do melhor local de inserção dos mini-implantes (BAUMGAERTEL, 2009; BAUMGAERTEL; HANS, 2009; KANG, Y.G. et al., 2009; KIM, S.H. et al., 2009; LEE, K.J. et al., 2009; LIM, J.E. et al., 2009; LIM, J.E.; LIM; CHUN, 2008; LIM, W.H. et al., 2007; POGGIO et al., 2006; SCHNELLE et al., 2004). Os autores avaliavam a distância interradicular e a espessura da cortical óssea alveolar, geralmente através de exames de tomografia computadorizada (Figura 7). De acordo com os resultados, na maxila, os melhores locais para a inserção desses dispositivos de ancoragem se localizam de 4 a 6mm apicalmente à crista alveolar (KIM, S.H. et al., 2009; LIM, J.E. et al., 2009; LIM, J.E.; LIM; CHUN, 2008; LIM, W.H. et al., 2007; MONNERAT; RESTLE; MUCHA, 2009), entre o segundo pré-molar e o primeiro molar (KIM, S.H. et al., 2009; PARK, J.; CHO, 2009). A mandíbula apresenta maior espessura da cortical óssea alveolar em comparação com a maxila (BAUMGAERTEL; HANS, 2009; DEGUCHI et al., 2006; LIM, J.E. et al., 2009; MOTOYOSHI et al., 2007b; ONO; MOTOYOSHI; SHIMIZU, 2008; PARK, J.; CHO, 2009). Normalmente, o espaço interradicular e a espessura da cortical óssea aumentam da crista alveolar para os níveis mais apicais, tanto na maxila quanto na mandíbula (BAUMGAERTEL; HANS, 2009; LIM, J.E. et al., 2009; PARK, J.; CHO, 2009). Ângulos de inserção de 30° a 45° são recomendados para obter maior contato do tecido ósseo com os mini-implantes, principalmente no arco superior, melhorando a estabilidade e sem causar danos radiculares (KIM, S.H. et al., 2009; LIM, J.E. et al., 2009; LIM, J.E.; LIM; CHUN, 2008). Não há diferenças entre os sexos, tanto para as distâncias interradiculares como para as espessuras da cortical óssea alveolar (LIM, J.E. et al., 2009).

Figura 7. Imagem de um corte axial da maxila utilizado para mensuração da espessura da cortical óssea no estudo realizado por Lee et al. (LEE, K.J. et al., 2009).

Motoyoshi et al. (MOTOYOSHI et al., 2007b) encontraram diferenças significantes na proporção de sucesso dos mini-implantes quanto à espessura da cortical óssea no local de inserção, ao avaliar 87 mini-implantes utilizados para ancoragem na retração dos dentes anteriores de 32 pacientes. Os mini-implantes que foram bem-sucedidos apresentavam espessura da cortical de 1,42mm ($\pm 0,59$) e os mini-implantes que falharam apresentavam 0,97mm ($\pm 0,31$). Segundo os autores, os mini-implantes inseridos em áreas com 1 mm ou mais de espessura do osso cortical têm maior taxa de sucesso comparado com os mini-implantes inseridos em áreas com menor espessura do osso cortical. Como os trabalhos anteriores, esses autores também encontraram maior espessura da cortical óssea na maxila do que na mandíbula (MOTOYOSHI et al., 2007b). Esses resultados foram confirmados por esses autores novamente em 2009. Nesse estudo, os autores realizaram uma análise dos elementos finitos, que também identificou essa relação entre espessura da cortical óssea e a taxa de sucesso (MOTOYOSHI et al., 2009a). Segundo Baumgaertel e Hans (BAUMGAERTEL; HANS, 2009), mais estudos são necessários para comparar a relação entre espessura da cortical óssea alveolar e taxa de sucesso dos mini-implantes ortodônticos.

Alguns estudos verificaram que havia menor estabilidade e menor proporção de sucesso em mini-implantes inseridos na mandíbula onde a qualidade óssea é mais favorável (CHEN, Y.J. et al., 2007; CHENG et al., 2004; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006). Segundo os autores, a causa do comprometimento da estabilidade seria o calor gerado durante a inserção na mandíbula, pois este pode causar danos aos tecidos ao redor, como a necrose óssea. Além disso, a região posterior da mandíbula apresenta uma menor quantidade de gengiva inserida (CHENG et al.,

2004). As forças mastigatórias e a impacção alimentar que ocorrem sobre os mini-implantes inseridos no arco inferior é maior e o restrito acesso à região posterior da mandíbula dificulta o correto posicionamento do mini-implante no septo e a correta higienização do paciente (CHEN, Y.J. et al., 2007; CHENG et al., 2004; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006). Todos esses fatores foram considerados potencialmente capazes de comprometer a estabilidade e reduzir a proporção de sucesso dos mini-implantes inseridos na mandíbula.

Como demonstrado, os estudos atuais se concentram no mapeamento do melhor local para inserção dos mini-implantes ortodônticos, de acordo com a qualidade e quantidade de tecido ósseo, primordial para a estabilidade desse sistema de ancoragem. Todas essas informações podem demonstrar os melhores locais para a inserção dos mini-implantes, porém as variações individuais devem ser consideradas, como por exemplo, a má oclusão do paciente e seu padrão de crescimento craniofacial (LEE, K.J. et al., 2009). Em 2003, Miyawaki et al. demonstraram que o padrão de crescimento poderia influenciar a estabilidade dos mini-implantes ortodônticos, fato este confirmado no estudo realizado por Moon et al. (2010) que verificaram que o padrão esquelético vertical é um importante fator a ser analisado para o sucesso dos mini-implantes ortodônticos inseridos na região vestibular posterior.

2.3.6.1. Padrão de crescimento

O padrão de crescimento é determinado por fatores genéticos e ambientais e pode ser dividido em três tipos: o padrão de crescimento facial normal/equilibrado, o vertical e o horizontal, que determinam o tipo facial mesofacial, o braquifacial e o dolicofacial, respectivamente. De acordo com Hassunuma, essa classificação determina a reposta ao tratamento ortodôntico (HASSUNUMA, 2003).

Com as medidas cefalométricas, consegue-se classificar o padrão de crescimento craniofacial dos pacientes em Ortodontia. Para o tratamento ortodôntico, as características morfológicas da face, mais precisamente do tipo facial – pequeno/curto (padrão de crescimento horizontal), médio (padrão de crescimento normal/equilibrado) e longo (padrão de crescimento vertical) – são muito importantes, pois influenciam o sistema de ancoragem, o padrão das estruturas

maxilofaciais, as metas de tratamento ortodôntico, assim como a força de mordida e função mastigatória do paciente (TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998).

Em 1998, Tsunori, Mashita e Kasai, com o propósito de avaliar a relação entre o tipo facial e as estruturas mandibulares, como espessura da cortical óssea, inclinações dentárias e a inclinação do corpo mandibular, realizaram um estudo em 39 crânios secos. Através de radiografias laterais e imagens de TC, o tipo facial foi determinado pelo ângulo FMA; ângulo do plano mandibular com o ângulo palatino; ângulo goníaco e a diferença entre as alturas faciais anterior e posterior. Como resultado, a espessura da cortical óssea vestibular e lingual no grupo de face curta (padrão de crescimento horizontal) foi maior do que nos grupos de face média (padrão de crescimento normal/equilibrado) e face longa (padrão de crescimento vertical). Entretanto, a espessura do osso cortical basal da região dos pré-molares e molares mostrou valores aproximados entre os grupos. A espessura do osso vestibular foi fortemente associada com o padrão facial. Já a inclinação para vestibular dos dentes foi menor no grupo com face curta, pois, nesse tipo facial, os dentes inclinam mais para lingual. Os autores concluíram ainda que existe uma complexa relação entre as estruturas do corpo da mandíbula e os tipos faciais (TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998).

Em 2001, Masumoto et al. identificaram uma maior espessura da cortical alveolar em 31 crânios secos para o tipo facial curto, na região do primeiro e segundo molar mandibular, quando comparado com os tipos faciais médio e longo. Verificaram, também, que a inclinação vestíbulo-lingual dos segundos molares no tipo facial longo foi menor do que nos tipos faciais médio e curto. Concluíram que a relação existente entre o corpo mandibular e os tipos faciais é bastante complexa (MASUMOTO et al., 2001).

Atualmente, sabe-se que o padrão de crescimento exerce influência nas características das tábuas ósseas vestibular e lingual. O rebordo alveolar nos pacientes com padrão de crescimento horizontal é mais largo quando comparado com os pacientes com padrão de crescimento normal/equilibrado e vertical (GRACCO et al., 2009; TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998). Beckmann et al. (BECKMANN et al., 1998) identificaram que os dolicofaciais apresentam mais estreito tanto o rebordo alveolar como a sínfise mandibular. Essas características demonstram que os pacientes com padrão de crescimento vertical possuem maiores restrições nas possibilidades de movimentações dentárias pelos limites morfológicos

presentes. Esse fator deve ser avaliado pelo Ortodontista com cuidado durante todas as etapas do tratamento ortodôntico e muitos estudos estão sendo realizados com TC de feixe cônico para determinar precisamente os limites da movimentação dentária (BECKMANN et al., 1998; GRACCO et al., 2009; GRACCO et al., 2007; MASUMOTO et al., 2001).

Sabe-se que o sucesso da utilização dos mini-implantes ortodônticos está diretamente relacionado com sua estabilidade primária (torque de inserção) e esta tem associação direta com a qualidade e quantidade de tecido ósseo no local de inserção (densidade e espessura da cortical óssea alveolar). Em 2003, Miyawaki et al. demonstraram que o padrão de crescimento poderia influenciar a estabilidade dos mini-implantes ortodônticos. Os autores especularam que pacientes verticais, com ângulo mandibular alto, por apresentar menor espessura da cortical óssea, poderiam levar a uma menor estabilidade primária (torque de inserção) desses dispositivos de ancoragem (MIYAWAKI et al., 2003). No entanto, no estudo realizado por Kuroda et al. (KURODA et al., 2007) esta relação entre padrão de crescimento e a estabilidade dos mini-implantes não foi significativa.

A relação entre a taxa de sucesso e padrões esqueléticos faciais foi avaliada recentemente por Moon et al. (2010). Esses autores realizaram um estudo retrospectivo em 306 pacientes que haviam recebido mini-implantes para a ancoragem ortodôntica na região posterior. A taxa de sucesso desses dispositivos foi comparada com diferentes ângulos que determinam o padrão esquelético do paciente. De acordo com os resultados, pacientes com alto ângulo do plano mandibular com o plano de Frankfort (FMA) e alto ângulo goníaco superior apresentavam menor taxa de sucesso. Assim, afirmaram que o padrão esquelético vertical é um importante fator a ser considerado para o sucesso dos mini-implantes ortodônticos. Entretanto, mais estudos são necessários para verificar os efeitos do padrão esquelético no sucesso desses dispositivos (MOON et al., 2010).

Como citado anteriormente, talvez a classificação do padrão de crescimento, em horizontal, normal/equilibrado e vertical, possa interferir com a espessura da cortical óssea alveolar a qual, conseqüentemente, poderá influenciar na estabilidade primária dos mini-implantes. Assim, dependendo do tipo de padrão de crescimento craniofacial do paciente, a decisão do local e tipo de mini-implante a ser instalado poderá ser modificada. No entanto, poucos trabalhos demonstraram se há diferenças na qualidade do tecido ósseo entre os diferentes padrões de crescimento

craniofaciais e nenhum correlacionou diretamente esse fator com a estabilidade dos mini-implantes ortodônticos. Diante disso, este trabalho justifica-se, visto que nenhum estudo tem sido realizado com o propósito de avaliar a influência do padrão de crescimento dos pacientes sobre a espessura da cortical óssea alveolar e correlacionar sistematicamente esse fator com a estabilidade dos mini-implantes.

3 PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo teve como objetivo:

- Avaliar a influência do padrão de crescimento craniofacial na espessura da cortical óssea alveolar;
- Investigar a possível relação entre o padrão de crescimento craniofacial e a proporção de sucesso, assim como o grau de mobilidade dos mini-implantes autoperfurantes;
- Determinar os alguns fatores clínicos associados ao insucesso dos mini-implantes avaliados.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

Após a aprovação deste trabalho pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Processo nº 069/2009 – Anexo I), procedeu-se à seleção da mostra, de pacientes sob tratamento ortodôntico, por alunos de pós-graduação da Disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo.

Inicialmente, as informações dos procedimentos realizados nesta pesquisa foram explicadas para cada paciente e seus responsáveis, a fim de se obter o consentimento livre e esclarecido (Anexo II). A amostra foi composta por 30 pacientes que necessitavam de ancoragem máxima para a retração dos dentes anteriores. Esses pacientes, 13 do gênero masculino e 17 do gênero feminino, tinham idade média de 23,11 anos ($DP=9,29$). Todos apresentavam dentição permanente, haviam realizado extrações de pré-molares para a correção da má oclusão inicial, Classe I ou Classe II, sendo que após a fase de alinhamento e nivelamento os espaços das extrações foram fechados utilizando-se a mecânica de deslizamento com ancoragem em mini-implantes. De acordo com a má oclusão apresentada, o protocolo de extração foi escolhido e realizado: extrações de quatro pré-molares em pacientes com má oclusão de Classe I; extrações de dois pré-molares superiores nos casos de Classe II, Divisão 1 ou 2; e extrações de 1 ou 3 pré-molares nos casos de Classe II assimétrica, conforme a classificação da subdivisão, Tipo I ou II, respectivamente (JANSON, G. et al., 2004; JANSON, G. et al., 2003; JANSON, G. et al., 2007).

Os pacientes receberam 56 mini-implantes, sendo 38 inseridos por um mesmo cirurgião-dentista (S.E.C.B.) e 18 por outra cirurgiã-dentista (C.C.M.), ambos previamente calibrados quanto às técnicas de inserção utilizadas. Os dados referentes à distribuição desses 56 mini-implantes estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Distribuição dos 56 mini-implantes para cada operador.

Operadores	Técnica	N	Diâmetro e Comprimento	Local de Inserção
S.E.C.B.	GRCG*	38	1,5 e 7 mm	Todos - 2º pré-molar e 1º molar superiores
C.C.M.	IGC**	18	1,6 e 8 mm	12 – 2º pré-molar e 1º molar superiores; 3 – 1º e 2º molar superiores; 3 – mesial do 2º pré-molar superior.

*GRCG – protocolo de inserção com a utilização do Guia Radiográfico-Cirúrgico Graduado de orientação tridimensional.

**IGC – técnica da Inserção Guiada pela Coroa.

Vinte pacientes receberam mini-implantes autoperfurantes inseridos por um mesmo cirurgião-dentista (S.E.C.B.) sem a utilização de broca cirúrgica, num total de 38 mini-implantes. Estes apresentavam 7mm de comprimento, 1,5mm de diâmetro e eram do tipo autoperfurante da marca *AbsoAnchor*, fabricados pela Dentos®, os quais foram cedidos gentilmente pelo Dr. Hee-Moon Kyung (Dental School, Kyungpook National University, Daegu, KOREA). O protocolo cirúrgico utilizado para a inserção desses mini-implantes foi preconizado e descrito por Barros (BARROS, S.E.C., 2008; BARROS, S.E.C. et al., 2006; ESTELITA, S. et al., 2009) e utiliza um guia radiográfico-cirúrgico graduado de orientação tridimensional (GRCG) desenvolvido por esse autor, permitindo uma satisfatória predição do posicionamento final dos mini-implantes no septo interradicular.

Dezoito mini-implantes autoperfurantes, de dez pacientes, foram instalados por outra cirurgiã-dentista, C.C.M., e apresentavam 8mm de comprimento e 1,6mm de diâmetro. Foram fabricados pela SIN® e adquiridos através da verba da PROAP, concedida ao Departamento de Odontopediatria, Ortodontia e Saúde Coletiva da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP. Nesses casos, o protocolo cirúrgico utilizado foi também preconizado por Barros (BARROS, S.E. et al., 2010; ESTELITA; JANSON; CHIQUETTO, 2010), no entanto, sem a utilização de guias radiográficos-cirúrgicos. Esse protocolo também permite um correto posicionamento dos mini-implantes no septo interradicular ao utilizar a Técnica da Inserção Guiada pela Coroa (IGC), realizada com fio dental e fio de algodão. De acordo com esta técnica, a inserção dos mini-implantes é guiada apenas pelas referências anatômicas da coroa dentária (BARROS, S.E. et al., 2010; ESTELITA; JANSON; CHIQUETTO,

2010). Adicionalmente, foi utilizado um espelho intrabucal para a correta posição dos mini-implantes com relação à inclinação mesiodistal durante a inserção.

Os passos dos procedimentos de inserção dos mini-implantes utilizados neste trabalho estão descritos no item 4.2.3 deste capítulo.

Todos os mini-implantes foram inseridos com o intuito de prover uma ancoragem absoluta para as forças ortodônticas aplicadas durante o procedimento de retração anterior (Figura 8).

Figura 8. Mini-implante instalado na região entre o segundo pré-molar e o primeiro molar superiores como recurso de ancoragem para retração anterior (GIGLIOTTI, 2009).

Os critérios de exclusão utilizados para este estudo foram:

1. Ausência de qualquer condição local ou sistêmica que pudesse influenciar a estabilidade dos mini-implantes, tal como doença periodontal ativa, tabagismo e diabetes;
2. Mini-implantes instalados na mandíbula;
3. Mini-implantes inseridos com indicações diferentes da de prover ancoragem para retração anterior.

Para verificar a influência do padrão de crescimento craniofacial sobre a espessura da cortical óssea alveolar, os 30 pacientes selecionados foram divididos de acordo com o padrão de crescimento (FMA) apresentado nas análises cefalométricas, como descrito abaixo:

- Grupo H: 15 pacientes com padrão de crescimento horizontal;
 - Grupo V: 15 pacientes com padrão de crescimento vertical.
-

No entanto, para verificar a influência do padrão de crescimento craniofacial sobre a estabilidade dos mini-implantes, os 56 mini-implantes foram divididos em dois grupos, também de acordo com o padrão de crescimento de cada paciente:

- Grupo MI(H): 26 mini-implantes dos pacientes com padrão de crescimento horizontal;
- Grupo MI(V): 30 mini-implantes dos pacientes com padrão de crescimento vertical.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 ANÁLISE CEFALOMÉTRICA

As telerradiografias cefalométricas contidas na documentação inicial do paciente foram realizadas em máxima intercuspidação habitual (MIH), seguindo as normas de obtenção e processamento da Disciplina de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru - USP. Para a elaboração do traçado das telerradiografias cefalométricas, foram utilizados papel Ultraphan de 0,07mm de espessura, de 17,5 x 17,5 cm, e lapiseira de 0,5mm sobre um negatoscópio, em sala escurecida. Após a execução do desenho anatômico, os pontos foram identificados e, posteriormente, digitalizados por intermédio de uma mesa digitalizadora Numonics AccuGrid XNT A30TL.F¹ (Numonics Corporation, Montgomeryville, PA, EUA), conectada a um microcomputador com processador P3 700MHz Intel, para obtenção da grandeza cefalométrica. Os traçados e a digitalização dos pontos foram realizados por uma única examinadora (C.C.M.), utilizando o padrão Ortho Lateral do programa Dentofacial Planner 7.02² (Dentofacial Planner Software Inc., Toronto, Ontário, Canadá) para a realização das medições. A correção do fator de magnificação da imagem radiográfica do aparelho utilizado foi realizada pelo próprio programa (9,8% para toda a amostra), para obter uma maior precisão metodológica.

¹ Numonics Corporation, Montgomeryville, PA, EUA.

² Dentofacial Planner Software Inc., Toronto, Ontário, Canadá.

4.2.1.1 Delimitação do Desenho Anatômico (Figura 9)

O desenho anatômico realizado foi o preconizado por Krogman e Sassouni (1957); Interlandi (1968); McNamara Jr. (1984) com as seguintes estruturas anatômicas: Sela Túcica; Corpo do osso esfenóide; Contorno anterior do osso frontal e dos ossos nasais; Fissuras pterigomaxilares; Contorno pôsterio-inferior das cavidades orbitárias; Meato auditivo externo; Contorno da maxila; Contorno da mandíbula; Incisivos centrais superiores e inferiores; Primeiros molares superiores e inferiores e Perfil tegumentar, desde a região acima da glabella até o contorno inicial do pescoço (INTERLANDI, 1968; KROGMAN; SASSOUNI, 1957; MCNAMARA, 1984).

Figura 9 – Delimitação do desenho Anatômico.

4.2.1.2 Demarcação dos Pontos Cefalométricos (Figura 10)

Os pontos anatômicos foram demarcados e seguem as demarcações e definições apresentadas por Krogman; Sassouni e Legan; Burstone (1980, 1957), e por Scheideman et al. (1980):

1. Or (orbitário): ponto inferior da margem infraorbitária;
2. Me (mentoniano): ponto inferior do contorno da sínfise mentoniana;
3. Go (gônio): ponto inferior e posterior do contorno do ângulo goníaco, definido pela bissetriz do ângulo formado pela tangente à borda inferior do corpo mandibular e outra tangente à borda posterior do ramo ascendente da maxila;
4. Po(pório): ponto mais superior do meato acústico externo.

Figura 10 – Determinação dos pontos cefalométricos.

4.2.1.3 Definição dos planos (Figura 11)

Plano Horizontal de Frankfort: formado pelo ponto pório (Po) e o orbitário (Or);
Plano Mandibular - GoMe: do ponto gônio (Go) ao mentoniano (Me);

Figura 11 – Obtenção dos planos.

4.2.1.4 Determinação do Padrão de Crescimento Craniofacial

Para determinar o padrão de crescimento craniofacial de cada paciente da amostra, foi utilizada a variável cefalométrica descrita a seguir:

Variável cefalométrica

FMA (°): ângulo formado pelos planos: horizontal de Frankfort (PoOr) e mandibular (GoMe). Define basicamente a orientação do padrão de crescimento craniofacial; medidas abaixo da média dos valores encontrados nos pacientes constituintes da amostra, 24,35°, demonstraram tendência de crescimento horizontal (grupo horizontal) e medidas maiores que 24,35° demonstraram pacientes com tendência de crescimento vertical (grupo vertical) (JANSON; METAXAS; WOODSIDE, 1994; MOON et al., 2010; TWEED, 1962).

4.2.2 AVALIAÇÃO DA ESPESSURA DA CORTICAL ÓSSEA VESTIBULAR E LINGUAL COM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

4.2.2.1 O exame de tomografia computadorizada de feixe cônico

Imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico foram obtidas de todos os pacientes, pelo aparelho i-CAT® Cone Beam 3-D Dental Imaging System/USA do Departamento de Estomatologia da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo – FOB/USP, com regime de trabalho de 120kVp, 36,12 mAs e tempo de exposição de 40 segundos. Os pacientes foram posicionados no aparelho, padronizando-se a posição da cabeça de modo que o plano de Frankfurt ficasse paralelo e o plano sagital mediano, perpendicular ao solo. As imagens foram utilizadas para averiguar a espessura da cortical óssea vestibular e lingual dos pacientes da amostra e verificar a influência do padrão de crescimento craniofacial sobre essa variável. Como a tomografia computadorizada foi realizada no decorrer do tratamento ortodôntico, o protocolo utilizado para a obtenção da imagem abordou apenas a maxila e a mandíbula no seu campo de visão, para não expor o paciente a uma maior dose de radiação. Assim, o protocolo utilizado foi o de 2 arcos, com campo de visão de 8 cm e com 0,25mm de voxel.

O equipamento usado nesta pesquisa, alojado no Departamento de Estomatologia da FOB/USP, possui uma Workstations de aquisição com monitor Eizo 20". E uma outra Workstation de trabalho, também com monitor Eizo de 20", localizada no Departamento de Radiologia do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, da Universidade de São Paulo (HRAC/USP). As imagens foram adquiridas e salvas no formato Xoran, no software i-CAT Viewer (tecnologia XoranCat®technology), na Workstations de aquisição. Todas as imagens foram exportadas por uma mesma operadora (C.C.M.) para a unidade localizada no HRAC/USP, no formato Xoran Cat Study File (*, xsld), dentro do próprio programa em que a imagem foi salva inicialmente. No software do HRAC/USP, todas as imagens foram novamente salvas em documentos do próprio computador e as mensurações foram, então, avaliadas.

As espessuras das corticais ósseas foram mensuradas em cortes axiais de tomografia computadorizada, utilizando-se uma adaptação da metodologia proposta, em 2010, por Ferreira, Garib e Cotrim-Ferreira e da metodologia preconizada por Lee et al., em 2009. Todas as mensurações foram obtidas como se descreve a seguir.

4.2.2.2 Padronização do posicionamento das imagens

Após salvar as imagens, utilizando o software i-CAT Viewer (tecnologia XoranCat®technology), no HRAC/USP, padronizou-se a posição das mesmas antes de selecionar os cortes para mensurações. Ao abrir a imagem nesse programa, visualizam-se os cortes nas três dimensões do espaço: coronal, sagital e axial. A referência escolhida para padronizar o plano axial e o plano sagital foi a linha biespinhal, fazendo-a coincidir com os planos vertical e horizontal, respectivamente (Figura 12A e 12B) (FERREIRA; GARIB; COTRIM-FERREIRA, 2010). A referência escolhida para padronizar o plano coronal foi uma linha entre as cristas ósseas vestibulares dos primeiros molares superiores, denominada linha intercristas ósseas, concluindo, assim, o posicionamento das imagens dos três planos do espaço (Figura 12 - C) (FERREIRA; GARIB; COTRIM-FERREIRA, 2010).

Figura 12. A e B - Linha de referência biespinhal nos cortes sagital e axial, respectivamente. C - Linha de referência intercristas ósseas no corte coronal.

4.2.2.3 Seleção das imagens para mensuração

Para a maxila, selecionou-se, dentre os cortes axiais paralelos ao plano palatino, aquele onde pudesse ser visualizada a junção amelocementária da porção distovestibular do primeiro molar superior direito, na tela do corte coronal. A partir desse corte axial, dois cortes axiais foram selecionados passando a 3,0 e 6,0mm apicalmente à junção amelocementária, respectivamente ilustrados nas figuras 13A e 13B (FERREIRA; GARIB; COTRIM-FERREIRA, 2010).

Figura 13. A - Corte axial da maxila 3,0mm apicalmente à junção amelocementária do primeiro molar superior direito. B - Corte axial da maxila, 6,0mm apicalmente à junção amelocementária do primeiro molar superior direito.

Para a mandíbula, cortes axiais paralelos ao plano oclusal funcional foram selecionados. Inicialmente, procedeu-se ao reposicionamento da imagem no software, girando-a para trás, de forma que o plano oclusal funcional coincidissem com a linha de referência horizontal na tela do corte sagital (FERREIRA; GARIB; COTRIM-FERREIRA, 2010). Para isso, a linha de referência vertical do corte axial foi levada até a região onde a imagem no corte sagital mostrasse desde a relação dos molares superiores e inferiores até a relação dos caninos superiores com os inferiores. A imagem do corte sagital foi, então, girada de maneira que sua linha de referência horizontal coincidissem com o plano oclusal funcional. Este plano refere-se a uma linha que passa pelo ponto de contato interoclusal mais distal dos primeiros molares e pelo ponto médio da sobremordida dos caninos (FERREIRA; GARIB; COTRIM-FERREIRA, 2010). Executou-se, então, o corte axial, passando-o pela junção amelocementária da porção distovestibular do primeiro molar inferior direito. Utilizando-se esse corte como referência, selecionaram-se dois cortes axiais passando-os a 4,0 e 8,0mm da junção amelocementária referida (Figura 14) (FERREIRA; GARIB; COTRIM-FERREIRA, 2010).

Figura 14. A - Corte axial da mandíbula, passando 4,0mm apicalmente à junção amelocementária do primeiro molar inferior direito. B. Corte axial da mandíbula, passando 8,0 mm apicalmente à junção amelocementária do primeiro molar inferior direito.

4.2.2.4 Mensurações das imagens

A partir dos cortes axiais selecionados, tanto para a maxila quanto para a mandíbula, foi executada uma ampliação de 400% para facilitar a visualização do local desejado. Para as mensurações da espessura da cortical óssea vestibular e lingual, uma adaptação do método realizado por Lee et al. (2009) foi realizada. Primeiramente, a distância interradicular (dimensão mésio-distal) foi mensurada em cada nível. Essa distância foi medida paralelamente ao contorno do arco, ligando a porção média de cada raiz, sendo definida como a menor distância entre a superfície radicular dos dentes adjacentes. Essa medida serviu de guia para as próximas mensurações (Figura 15A) (LEE, K.J. et al., 2009). A espessura da cortical óssea alveolar foi mensurada a partir da sua porção mais externa, perpendicularmente à forma do arco, até a porção interna da mesma, no centro dos espaços interradiculares na vestibular e lingual (Figura 15B). Se essa mensuração fosse prolongada, verificar-se-ia que ela se encontrava perpendicular à distância interradicular, realizada anteriormente (LEE, K.J. et al., 2009). É importante ressaltar a ausência do fator de magnificação nas imagens provenientes da tomografia computadorizada de feixe cônico (HOWERTON; MORA, 2008; LOUBELE et al., 2008; LUDLOW et al., 2007; LUND; GROËNDAHL; H-G., 2009).

-

4.2.3 PROCEDIMENTOS DE INSERÇÃO DOS MINI-IMPLANTES

Duas técnicas diferentes foram utilizadas para a inserção dos mini-implantes. A seguir, os passos para o desenvolvimento de cada uma das técnicas estão demonstrados. Os procedimentos clínicos executados pelo cirurgião-dentista S.E.C.B., para a inserção dos mini-implantes, utilizando um guia radiográfico-cirúrgico graduado de orientação tridimensional (GRCG), foram os seguintes:

- Após a esterilização de todos os materiais cirúrgicos necessários, e para a remoção da placa bacteriana, os pacientes foram submetidos a uma profilaxia com jato de bicarbonato de sódio e, em seguida, realizou-se um bochecho com Digluconato de Clorexidina a uma concentração de 0,12%, para diminuir o grau de contaminação cirúrgica por micro-organismos presentes na cavidade bucal (BARROS, S.E.C. et al., 2006; CHEN, Y.H. et al., 2008; MAH; BERGSTRAND, 2005; MELSEN, 2005).
 - Quando não era possível visualizar corretamente o septo interradicular nos locais de inserção dos mini-implantes através das radiografias contidas na documentação ortodôntica dos pacientes (Figura 16A), uma radiografia de diagnóstico era tomada com o GRCG já posicionado, onde o feixe de raios-X penetra os tecidos numa trajetória previamente determinada. Esse guia radiográfico-cirúrgico foi conectado ao aparelho fixo, inserindo a sua haste horizontal nos slots dos bráquetes, o que permite os ajustes méso-distais na sua posição, de forma que o ponto central da escala horizontal graduada seja posicionado no meio do septo interradicular. Deslizando a haste vertical através do slot do gurin, pode-se alcançar um correto local de inserção dos mini-implantes (Figura 16B) (BARROS, S.E.C., 2008; BARROS, S.E.C. et al., 2006; ESTELITA, S. et al., 2009).
 - Quando a radiografia era tomada com o GRCG em posição, a graduação da escala que estava coincidente com o ponto central da largura méso-distal do septo interradicular era selecionada como indicador do local de inserção dos mini-implantes (Figura 16C e 16D) (BARROS, S.E.C., 2008; BARROS, S.E.C. et al., 2006; ESTELITA, S. et al., 2009).
 - Após a anestesia infiltrativa, realizada com anestésico local (Articaína), e com a ponta do mini-implante corretamente posicionada, a chave manual era girada e os mini-implantes foram inseridos seguindo-se uma trajetória segura
-

e previamente definida pelo tubo telescópico do GRCG (Figura 16E; 16F; 16G e 16H). As orientações referentes aos cuidados no local da inserção incluíram limpeza diária do mini-implante e dos tecidos ao redor com escovas unitufo macia ou cotonetes embebidos em solução de clorexidina a 0,12% (CHENG et al., 2004; KRAVITZ; KUSNOTO, 2007b).

Figura 16. Procedimentos da instalação dos mini-implantes pelo cirurgião-dentista S.E.C.B., utilizando o guia radiográfico-cirúrgico graduado de orientação tridimensional (GRCG) (BARROS, S.E.C., 2008).

Os procedimentos clínicos executados pela cirurgiã-dentista C.C.M., para a inserção dos mini-implantes, utilizando a Técnica de Inserção Guiada pela Coroa (IGC), foram os seguintes:

- Assim como os pacientes anteriores, após a esterilização de todos os materiais cirúrgicos necessários, para diminuir a contaminação por micro-organismos presentes na cavidade bucal, todos os pacientes foram submetidos a uma profilaxia com jato de bicarbonato de sódio e, em seguida, realizou-se um bochecho com Digluconato de Clorexidina a uma concentração de 0,12% (BARROS, S.E.C. et al., 2006; BARROS, S.E.C. et al., In press 2007; CHEN, Y.H. et al., 2008; MAH; BERGSTRAND, 2005; MELSEN, 2005).

- Quando não era possível visualizar corretamente o septo interradicular nos locais de inserção dos mini-implantes através das radiografias contidas na documentação ortodôntica dos pacientes, radiografias periapicais de diagnóstico eram realizadas com a utilização de posicionadores radiográficos (*Cone Indicador*, da marca Maquira®).
 - De acordo com a Técnica da Inserção Guiada pela Coroa (IGC), a inserção dos mini-implantes é guiada apenas pelas referências anatômicas da coroa dentária. Um fio dental foi usado para explorar o contorno proximal subgingival dos dentes adjacentes ao local de inserção dos mini-implantes, a fim de determinar clinicamente os limites méso-distais do septo (Figura 17: A – D). Posteriormente, o ponto central da largura do septo foi marcado e ligado ao ponto de contato por um fio de algodão (fio de cordonê), determinando a linha média do septo (Figura 17: E – G), seguindo as inclinações dos dentes verificadas nas radiografias pré-cirúrgicas. Sobre essa linha, o mini-implante foi inserido numa altura que melhor atendesse às necessidades mecânicas (direção do movimento) e biológicas (características dos tecidos) de cada caso (Figura 17: H – K). Após a escolha do melhor local para a inserção do mini-implante, uma anestesia superficial da mucosa foi realizada com o anestésico local Articaina, apenas para anestesiá-lo o tecido gengival e periosteó destes pacientes (BARROS, S.E. et al., 2010; ESTELITA, S.; JANSON; CHIQUELTO, 2010).
 - Na maioria dos mini-implantes, 87,5%, previamente à inserção, uma lança foi utilizada para perfurar a cortical óssea no local de instalação. Com o auxílio de um espelho intrabucal (Figura 18), todos os mini-implantes foram inseridos na região escolhida, com um satisfatório controle do ângulo horizontal de inserção. As orientações ao paciente incluíram higienização diária dos mini-implantes e de todos os tecidos ao redor com escova unitufo macia, ou escovas dentárias pequenas embebidas em soluções antissépticas.
-

Figura 17. A-D. Um fio dental foi usado para explorar o contorno proximal subgengival dos dentes adjacentes, no local de inserção dos mini-implantes. E-G. A linha média do septo foi determinada, com o uso do fio de algodão (cordão). H-J. A linha média do septo foi usada clinicamente como referência para a inserção do mini-implante. K. A radiografia final mostrou uma excelente posição no septo interradicular (BARROS, S.E. et al., 2010; ESTELITA, S.; JANSON; CHIQUELLO, 2010).

Figura 18. Utilização do espelho intrabucal para a avaliação do posicionamento méso-distal do mini-implante, durante a sua inserção.

A maioria dos mini-implantes que constituíram a amostra deste estudo foi inserida na região posterior da maxila, como referido anteriormente, entre os segundos pré-molares e os primeiros molares superiores (38 inseridos pelo cirurgião-dentista S.E.C.B., e 12 inseridos pela cirurgiã-dentista C.C.M.). Quando o espaço interradicular para a inserção desses dispositivos era insuficiente, observado nas radiografias pré-inserção, eles foram inseridos entre o primeiro molar e o segundo molar (três mini-implantes), ou mesmo no septo adjacente ao local da extração (três mini-implantes), na mesial do segundo pré-molar. Todos os mini-implantes foram inseridos com o intuito de prover uma ancoragem absoluta para as forças ortodônticas aplicadas durante o procedimento de retração anterior. A carga foi aplicada, na maioria dos mini-implantes, imediatamente após a sua inserção, através de alastic corrente, com uma força de 100 a 300g, de acordo com a necessidade do tratamento, sendo verificada e controlada logo após a inserção e nas consultas subsequentes de todos os pacientes.

4.2.4 AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DOS MINI-IMPLANTES

Como este trabalho segue a linha de pesquisa desenvolvida pelo Orientador responsável, a avaliação da estabilidade dos mini-implantes seguiu o mesmo protocolo do trabalho realizado por Gigliotti, em 2009, uma vez que parte da amostra desta pesquisa foi incluída no presente estudo. Assim, a estabilidade dos mini-implantes foi avaliada por meio de aferições mensais, desde a época da inserção até o momento da remoção, utilizando-se um método de avaliação da mobilidade horizontal com o auxílio de uma Haste Telescópica Regulável (HTR) desenvolvida por Barros especificamente para esse fim (Figura 19). Juntamente com um paquímetro digital (Mitutoyo 500-144B³) e um tensiômetro ortodôntico (Correx – Dentaureum⁴), a mensuração da estabilidade foi realizada de tal forma que fornecesse valores numéricos para o grau de mobilidade dos mini-implantes (GIGLIOTTI, 2009).

³ Paquímetro digital Mitutoyo série 500-144B, Mitutoyo Sul Americana

⁴ Tensiômetro série 040-712-00, Dentaureum Orthodontics.

Figura 19. A - Partes constituintes da HTR: (a) trava rosqueável para estabilização da haste móvel; (b) haste móvel para quantificação da mobilidade; (c) concavidade para encaixe da cabeça do mini-implante; (d) alça para aplicação da força medida no tensiômetro. B - Abertura da trava rosqueável. C - Redução do comprimento da HTR (GIGLIOTTI, 2009).

Como visto anteriormente, esta pesquisa utilizou parte da amostra do trabalho de Gigliotti. Assim, a estabilidade dos mini-implantes, 38 mini-implantes, foi avaliada por aquela autora (M.P.G.), e a estabilidade do restante dos mini-implantes da amostra, 18 mini-implantes, foi avaliada por outra operadora (C.C.M.), calibrada inicialmente pela primeira autora (M.P.G.). O método de avaliação da estabilidade foi o seguinte:

➤ Inicialmente, definiu-se um ponto de referência aleatório como, por exemplo, a aleta distal do bráquete do canino. O comprimento do HTR era ajustado em concordância com a distância entre a cabeça do mini-implante, sendo esse ponto aleatoriamente escolhido. Essa distância era a medida inicial do HTR e, para realizá-la, a parte c do HTR era conectada à cabeça do mini-implante a ser medido (Figura 20A), ao mesmo tempo em que a ponta da parte b tocava o ponto de referência

escolhido (Figura 20B). Por meio da trava rosqueável (a), o dispositivo era então travado nesta dimensão (distância do mini-implante à aleta distal do bráquete do canino). Esse comprimento foi mensurado por meio do paquímetro digital (Mitutoyo 500-144B) (Figura 20C) (GIGLIOTTI, 2009).

➤ Com o dispositivo travado e em posição, parte c conectada à cabeça do mini-implante (Figura 20D), uma força de 400g foi aplicada ao apoiar e tracionar mesialmente o tensiômetro ortodôntico na parte d (Figura 20E). Neste momento, era observado se ocorria movimentação da extremidade da haste móvel do dispositivo (parte b) com relação ao ponto de referência determinado anteriormente (GIGLIOTTI, 2009).

➤ A partir da quantidade de movimentação da extremidade da haste móvel em relação ao ponto de referência selecionado, definiu-se o grau de mobilidade dos mini-implantes (Figuras 21A e 21B). O mini-implante era considerado estável se nenhuma movimentação ocorresse, ou seja, a diferença entre a medida inicial e a medida final do HTR era igual a zero. Porém, se fosse observada movimentação mesial da extremidade da haste móvel b durante a avaliação, era considerado que o mini-implante apresentava-se com mobilidade. Desse modo, o dispositivo era diminuído em seu comprimento (medida final) de modo a fazer com que, durante a aplicação da força, a extremidade da haste removível b novamente coincidissem com o ponto de referência (Figura 22). A partir disso, a medida final era mensurada com o paquímetro digital. Assim, considerou-se a medida do grau de mobilidade como sendo representativa da estabilidade do mini-implante, e igual à diferença entre a medida final e a medida inicial do comprimento do HTR (GIGLIOTTI, 2009).

Figura 20. Parte c do HTR conectada à cabeça do mini-implante (A) enquanto a ponta da parte b toca o ponto de referência escolhido (B). Utilização do paquímetro digital para mensurar o comprimento inicial (C). Parte c do dispositivo conectada à cabeça do mini-implante (D), enquanto a parte d foi conectada diretamente a um tensiômetro ortodôntico, em que se aplicou 400g de força (E) (GIGLIOTTI, 2009).

Figura 21. Comparação da posição da ponta da parte b do HTR em relação ao ponto de referência antes (A) e durante a aplicação de carga por meio do tensiômetro (B) (GIGLIOTTI, 2009).

Figura 22. A - HTR em posição, utilizando como referência a extremidade mesial superior do bráquete do canino. B - Mensuração com paquímetro digital do comprimento inicial do HTR. C - Aplicação de carga com o tensiômetro e consequente movimentação da ponta da parte b. D - Redução do comprimento do HTR (medida final) até que a ponta da parte b, durante a aplicação de carga, voltasse a tocar o ponto de referência determinado (E) (GIGLIOTTI, 2009).

Calculando-se a média das aferições mensais, obteve-se a estabilidade (grau de mobilidade) média de cada mini-implante. De acordo com a metodologia descrita por Gigliotti, em 2009, a proporção de sucesso dos mini-implantes foi definida pelo número de mini-implantes que permanecessem clinicamente estáveis e dividido pelo número total de mini-implantes avaliados. Sendo assim, a proporção de sucesso foi calculada pela seguinte fórmula (GIGLIOTTI, 2009):

$$\% \text{ de sucesso} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de mini-implantes estáveis} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ total de mini-implantes}}$$

4.2.5 AVALIAÇÃO DOS FATORES ENVOLVIDOS NA ESTABILIDADE

Neste trabalho, a inserção dos mini-implantes ortodônticos foi realizada por dois operadores, seguindo dois protocolos de inserção, um utilizando o guia radiográfico-cirúrgico graduado de orientação tridimensional (GRCG) e outro protocolo utilizando a Técnica da Inserção Guiada pela Coroa, associada a um espelho intrabucal. Para verificar se a técnica e/ou o operador influenciaram na estabilidade dos mini-implantes, estes foram avaliados individualmente, associando-os com o sucesso e o insucesso desses dispositivos de ancoragem.

A característica do tecido mole na região de inserção dos mini-implantes (RI), observada clinicamente; o grau de sensibilidade do paciente (SE) e o índice de placa apresentado ao redor desses dispositivos (IPm), ambos observados durante as avaliações mensais dos mini-implantes, foram alguns fatores envolvidos na estabilidade dos mini-implantes observados neste estudo, seguindo a metodologia adotada por Gigliotti (GIGLIOTTI, 2009).

No momento da instalação dos mini-implantes foi realizada a avaliação da região de inserção (RI), e esta foi dividida entre (1) região de gengiva inserida, (2) região de mucosa alveolar ou (3) linha mucogengival.

Mensalmente, durante a aplicação de 400g de força por meio do tensiômetro ortodôntico, na avaliação da estabilidade dos mini-implantes, o grau de sensibilidade (SE) foi avaliado por meio de escores: (0) quando o paciente não relatava nenhum desconforto durante a aplicação de força; (1) quando este relatava ligeiro

desconforto; (2) quando o paciente apresentava dor, porém esta era suportável; e (3) quando a sensibilidade era considerada insuportável pelo paciente.

Como não existe na literatura nenhum índice de placa específico para mini-implantes ortodônticos, para avaliar a formação de biofilme na área ao redor desses dispositivos, utilizou-se, o Índice de Placa Modificado (IPm) para implantes dentários (MOMBELLI et al., 1987). Esse índice utiliza escore (pontuação) 0 quando não existe placa detectável; escore 1 quando existe placa reconhecida ao se deslizar uma sonda; escore 2 para placa visível a olho nu e escore 3 para abundância de matéria mole.

Todas as abreviaturas utilizadas, neste estudo, para as variáveis estudadas estão descritas na Tabela 5.

Tabela 5. Descrição e conceituação das abreviaturas utilizadas para as variáveis estudadas.

Abreviaturas	Conceituação
GH	Grupo dos pacientes com padrão de crescimento horizontal.
GV	Grupo dos pacientes com padrão de crescimento vertical.
GMI(H)	Grupo dos mini-implantes dos pacientes com padrão de crescimento horizontal.
GMI(V)	Grupo dos mini-implantes dos pacientes com padrão de crescimento vertical.
FMA	Valores do padrão de crescimento de cada paciente.
Esp. P/S V	Espessura da cortical na região posterior superior vestibular.
Esp. A/S V	Espessura da cortical na região anterior superior vestibular.
Esp. P/S L	Espessura da cortical na região posterior superior lingual.
Esp. A/S L	Espessura da cortical na região anterior superior lingual.
Esp. P/I V	Espessura da cortical na região posterior inferior vestibular.
Esp. A/I V	Espessura da cortical na região anterior inferior vestibular.
Esp. P/I L	Espessura da cortical na região posterior inferior lingual.
Esp. A/I L	Espessura da cortical na região anterior inferior lingual.
GM	Grau de mobilidade do mini-implante – valor obtido através da diferença entre o comprimento final e o comprimento inicial do dispositivo HTR.
RI	Região de inserção – dividido de acordo com a característica do tecido mole na região de inserção do mini-implante (gengiva inserida, linha mucogengival ou mucosa alveolar).
SE	Grau de sensibilidade – índice utilizado para avaliar a sensibilidade do paciente durante a mensuração do grau de mobilidade do mini-implante (escores 0 a 3).
IPm	Índice de placa modificado – índice que utiliza escores para avaliar a quantidade de placa do mini-implante (0 a 3).
PO	Período de observação – período médio de observação dos mini-implantes quantificado em meses.

4.2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

4.2.6.1 Cálculo Amostral

O cálculo do tamanho da amostra para a diferença de duas médias foi realizado considerando o poder do teste de 80% e o coeficiente de confiança de 95%. Os valores referentes à média e ao desvio padrão da espessura da cortical óssea quando comparada em grupos divididos pelo padrão de crescimento craniofacial, bem como a estimativa da mínima diferença a detectar, necessários para realizar o cálculo amostral, foram retirados dos resultados do estudo de Tsunori; Mashita e Kasai (TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998) e está demonstrado na Tabela 6.

4.2.6.2 Erro do método

A confecção do desenho, localização dos pontos, linhas e planos foram feitos pela mesma operadora (C.C.M.), assim como as transferências dos dados para o software Dentofacial Planner 7,02 (Dentofacial Planner Software Inc., Toronto, Ontário, Canadá). Trinta dias após o término dessa etapa, sortearam-se 14 telerradiografias que foram novamente traçadas, manual e digitalmente, para determinar a confiabilidade dos resultados. Da mesma forma, após trinta dias da fase inicial, 14 imagens de tomografias computadorizadas de feixe cônico foram também sorteadas e novamente, seguindo os mesmos referenciais, as mensurações da espessura das corticais ósseas vestibular e lingual foram tomadas.

Para cada uma das grandezas cefalométricas e mensurações das imagens de TC de feixe cônico, foram avaliados os erros sistemáticos e casuais, independentemente. Foi aplicado o teste t pareado para calcular o erro sistemático (HOUSTON, 1983). Para estimar os erros casuais foi aplicada a fórmula proposta por Dahlberg, em 1940, ($Se_2 = \text{somatória } d^2 / 2n$), onde Se_2 é a variação do erro, d representa a diferença entre a primeira e a segunda medição e n é o número de medições duplas.

Quanto à avaliação mensal do grau de mobilidade (GM) utilizando o dispositivo HTR, seguindo a metodologia de Gigliotti, em 2009, foram adotados parâmetros para que as medidas obtidas fossem reproduzíveis: (1) a posição do

HTR em relação ao ponto de referência determinado era conferida removendo o dispositivo e o colocando em posição novamente; (2) o posicionamento do HTR no paquímetro digital era realizado de tal modo que o HTR permanecesse paralelo à régua do paquímetro; (3) o valor obtido para o comprimento do HTR era conferido reposicionando o dispositivo no paquímetro; (4) o travamento do HTR era verificado previamente à aplicação da força pelo tensiômetro; (5) a análise visual da presença ou a ausência de movimentação da extremidade da haste móvel do HTR, em relação ao ponto de referência, era realizada de maneira minuciosa (GIGLIOTTI, 2009).

4.2.6.3 Teste de normalidade

Primeiramente, utilizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov em todas as variáveis estudadas, para avaliar se estas apresentavam curva de distribuição normal e determinar os testes estatísticos a serem utilizados no presente trabalho. O referido teste de normalidade foi aplicado para as variáveis, separadamente para os Grupos GH e GV e para os grupos GMI(H) e GMI(V). De acordo com os resultados da análise (Tabela 7, Capítulo 5), observou-se que as variáveis padrão de crescimento, idade e espessuras das corticais ósseas alveolares apresentavam curva de distribuição normal ($p > 0,05$), fazendo com que fossem utilizados testes paramétricos, para essas variáveis, e não paramétricos para as demais variáveis (Grau de Mobilidade, Período de Observação, Sensibilidade, Índice de Placa Modificado).

4.2.6.4 Compatibilidade entre os grupos

Para verificar a homogeneidade da amostra quanto ao gênero e à idade, foi empregado o teste Qui-quadrado e o teste t, respectivamente, entre os grupos GH e GV. O teste de Mann-Whitney foi realizado para verificar a homogeneidade entre o índice de placa modificado e o período de observação dos mini-implantes nos grupos GMI(H) e GMI(V). Já o teste do Qui-quadrado verificou a homogeneidade quanto à técnica/operador nesses dois grupos.

4.2.6.5 Análises estatísticas entre os grupos

Previamente às análises comparativas entre os grupos, realizou-se a estatística descritiva com o intuito de se obter a média, o desvio padrão e o valor mínimo e máximo das variáveis estudadas: espessuras da cortical óssea alveolar vestibular e lingual, padrão de crescimento, grau de mobilidade (GM), sensibilidade (SE), período de observação (PO) e índice de placa modificado (IPm).

Para a análise comparativa entre os grupos GH e GV, quanto à espessura da cortical óssea alveolar, com o objetivo de determinar a influência do padrão de crescimento em relação a essa característica do tecido ósseo, foi utilizado o teste t para as regiões analisadas: espessura posterior/superior vestibular (Esp. P/S V), espessura anterior/superior vestibular (Esp. A/S V), espessura posterior/superior lingual (Esp. P/S L), espessura anterior/superior lingual (Esp. A/S L), assim como para a espessura posterior/inferior vestibular (Esp. P/I V), espessura anterior/inferior vestibular (Esp. A/I V), espessura posterior/inferior lingual (Esp. P/I L) e espessura anterior/inferior lingual (Esp. A/I L). O teste de correlação de Pearson foi aplicado para determinar se existe correlação entre as espessuras das corticais ósseas alveolares e o padrão de crescimento (FMA) dos pacientes da amostra.

Com o intuito de verificar a influência do padrão de crescimento sobre a estabilidade dos mini-implantes, o grau de mobilidade desses dispositivos foi comparado entre os grupos GMI(H) e GMI(V) através do teste de Mann-Whitney. Entretanto, para comparar a proporção de sucesso dos mini-implantes analisados nestes dois grupos, o Teste Exato de Fisher foi o escolhido.

Com o objetivo adicional de determinar a influência da espessura da cortical óssea na proporção de sucesso desses dispositivos de ancoragem, foi realizado o teste t entre as variáveis espessura da cortical óssea alveolar no local de inserção dos mini-implantes e o sucesso/insucesso desse sistema de ancoragem.

A maioria dos fatores que podem influenciar a estabilidade desses dispositivos foi comparada com a proporção de sucesso dos mini-implantes, através dos seguintes testes estatísticos:

- Região de inserção: teste Qui-quadrado;
 - Índice de placa modificado, grau de sensibilidade e período de observação: teste de Mann-Whitney;
 - Técnica/operador: teste Exato de Fisher.
-

Todos os testes estatísticos foram realizados com o programa *Statistica*⁵ (Version 7.0; StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA), adotando-se o nível de significância para $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

Inicialmente, na Tabela 6 está demonstrado o cálculo amostral para a diferença entre duas médias, considerando o poder do teste de 80% e o coeficiente de confiança de 95%. Os valores referentes à média e ao desvio padrão da espessura da cortical óssea alveolar, assim como a estimativa da mínima diferença a detectar, necessários para realizar o cálculo amostral, foram retirados dos resultados do estudo realizado por Tsunori, Mashita e Kasai (TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998). O resultado mostrou que eram necessários 14 pacientes em cada grupo da pesquisa.

Na Tabela 8, estão dispostos os resultados dos erros sistemáticos (HOUSTON, 1983) e casuais (DAHLBERG, 1940) da avaliação intraexaminador, aplicados às variáveis padrão de crescimento craniofacial e espessura vestibular e lingual das corticais ósseas alveolares. Os resultados da fórmula de Dahlberg demonstraram valores muito reduzidos (0,07 a 0,57) e não foram encontrados erros sistemáticos significantes.

Na Tabela 9, os grupos GH e GV foram compatíveis no que se refere ao gênero e à idade dos pacientes. Os grupos GMI(H) e GMI(V) foram compatíveis com relação ao índice de placa modificado, ao período de observação e à técnica/operador, conforme demonstrado na Tabela 10.

As Tabelas 11 e 12 referem-se aos valores obtidos da estatística descritiva para a maioria das variáveis estudadas: padrão de crescimento craniofacial e espessuras das corticais ósseas alveolares, grau de mobilidade (GM), período de observação (PO), sensibilidade (SE) e índice de placa modificado (IPm).

As análises estatísticas realizadas para os grupos divididos de acordo com o número de pacientes (GH e GV) estão dispostas na Tabela 13 e 14. Na Tabela 13, podem ser visualizados os resultados da estatística comparativa dos grupos GH e GV quanto ao padrão de crescimento craniofacial (FMA). A avaliação comparativa, teste t para as espessuras das corticais ósseas alveolares entre os grupos GH e GV, pode ser verificada na Tabela 14. O resultado do teste de correlação de Pearson entre as variáveis espessuras das corticais ósseas alveolares e o padrão de crescimento (FMA) pode ser verificado na Tabela 15. Os resultados demonstraram

que algumas diferenças estatisticamente significantes existem entre a espessura da cortical óssea alveolar e o padrão de crescimento craniofacial dos pacientes, assim como algumas correlações negativas significantes.

As análises estatísticas realizadas para os grupos divididos de acordo com o número de mini-implantes [GMI(H) e GMI(V)] estão dispostas nas Tabelas 16, 17 e 18. Na Tabela 16 verifica-se o resultado da comparação do padrão de crescimento nos dois grupos. Na Tabela 17 têm-se os resultados da estatística descritiva e da comparação quanto ao grau de mobilidade dos mini-implantes entre esses grupos. Já na Tabela 18 observam-se os resultados da avaliação da proporção de sucesso desses dispositivos nos dois grupos. Os resultados apresentados nessas tabelas demonstraram que o grau de mobilidade e a proporção de sucesso dos mini-implantes autoperfurantes nesses grupos foram semelhantes.

O resultado da comparação da espessura da cortical óssea no local de inserção dos mini-implantes com a proporção de sucesso desses dispositivos, através do teste *t*, está demonstrado na Tabela 19. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada.

A análise dos fatores de risco relacionados à estabilidade dos mini-implantes avaliados neste estudo encontra-se na Tabela 20, em que todas as variáveis estudadas foram comparadas nos grupos de sucesso e insucesso dos mini-implantes avaliados (teste do Qui-quadrado, teste de Mann-Whitney e teste Exato de Fisher). Essa análise permitiu observar que nenhuma das variáveis demonstrou estar relacionada ao insucesso dos mini-implantes. Porém, os resultados mostraram que o grau de sensibilidade foi maior nos mini-implantes com mobilidade e que a falha desse sistema de ancoragem ocorria logo após a sua inserção.

5.1 Cálculo amostral:

Tabela 6 - Resultado para o cálculo do tamanho da amostra para a diferença entre duas médias e o poder do teste de 80%.

Diferença entre duas médias	
s (Desvio Padrão)	0,45
d (Diferença a detectar)	0,50
α (Erro tipo I)	5%
β (Poder do teste)	20%
N (Valor da amostra para cada grupo)	14

5.2 Teste de normalidade:

Tabela 7 – Apresentação dos resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis estudadas.

Variáveis	N	K-S p
Padrão de Crescimento – GH	15	$p > 0,20^*$
Padrão de Crescimento – GV	15	$p > 0,20^*$
Esp. P/S V – GH	15	$p > 0,20^*$
Esp. A/S V – GH	15	$p > 0,20^*$
Esp. P/S L – GH	15	$p > 0,20^*$
Esp. A/S L – GH	15	$p > 0,20^*$
Esp. P/I V – GH	15	$p > 0,20^*$
Esp. A/I V – GH	15	$p > 0,20^*$
Esp. P/I L – GH	15	$p > 0,20^*$
Esp. A/I L – GH	15	$p > 0,20^*$
Esp. P/S V – GV	15	$p > 0,20^*$
Esp. A/S V – GV	15	$p > 0,20^*$
Esp. P/S L – GV	15	$p > 0,20^*$
Esp. A/S L – GV	15	$p > 0,20^*$
Esp. P/I V – GV	15	$p > 0,20^*$
Esp. A/I V – GV	15	$p > 0,20^*$
Esp. P/I L – GV	15	$p > 0,20^*$
Esp. A/I L – GV	15	$p > 0,20^*$
Idade – GH	15	$p < 0,10^*$
Idade – GV	15	$p < 0,10^*$
Grau de Mobilidade – GH(MI)	26	$p < 0,01$
Grau de Mobilidade – GV(MI)	30	$p < 0,05$
Período de Observação – GH(MI)	26	$p < 0,05$
Período de Observação – GV(MI)	30	$p < 0,01$
Sensibilidade – GH(MI)	26	$p < 0,01$
Sensibilidade – GV(MI)	30	$p < 0,01$
Índice de Placa modificado – GH(MI)	26	$p > 0,20^*$
Índice de Placa modificado – GV(MI)	30	$p < 0,05$

*Variáveis com curva de distribuição normal.

5.3 Erro intraexaminador:

Tabela 8 – Resultados do teste t pareado e da fórmula de Dahlberg (DAHLBERG, 1940), aplicados às variáveis padrão de crescimento (FMA) e espessuras das corticais ósseas alveolares para avaliar os erros sistemáticos e casuais, respectivamente.

Variáveis	1ª medição		2ª medição		p	Dahlberg
	Média	DP	Média	DP		
FMA	23,18	5,01	22,92	4,48	0,25	0,57
Esp. P/S V	1,24	0,17	1,28	0,16	0,28	0,09
Esp. A/S V	1,34	0,12	1,37	0,10	0,26	0,07
Esp. P/S L	1,57	0,23	1,59	0,19	0,71	0,10
Esp. A/S L	1,45	0,23	1,54	0,27	0,10	0,15
Esp. P/I V	1,70	0,24	1,73	0,19	0,57	0,11
Esp. A/I V	1,18	0,17	1,19	0,15	0,80	0,07
Esp. P/I L	2,35	0,62	2,30	0,64	0,32	0,11
Esp. A/I L	1,91	0,51	1,89	0,48	0,73	0,16

5.4 Compatibilidade entre os grupos da amostra:

Tabela 9 – Compatibilidade entre os grupos GH e GV, para as variáveis gênero (Qui-quadrado) e idade (teste t).

Variáveis			GH	GV	p
Gênero	Masculino	N(%)	6 (40%)	7 (46,67%)	0,71 [¥]
	Feminino	N(%)	9 (60%)	8 (53,33%)	
Idade	Média (DP)		25,12 (9,48)	21,10 (8,96)	0,24 [€]

[¥]Teste do Qui-quadrado e [€]Teste t.

Tabela 10 – Compatibilidade entre os grupos GMI(H) e GMI(V) para as variáveis índice de placa modificado - IPm, período de observação, em meses - PO (Mann-Whitney) e técnica/operador (Qui-quadrado).

Variáveis		GMI(H)	GMI(V)	p
		(DP/%)	(DP/%)	
IPm		1,38 (0,75)	1,69 (0,66)	0,11 ^{\$}
PO		8,35 (2,87)	9,13 (3,46)	0,07 ^{\$}
Técnica/Operador	S.E.C.B.	20 (76,92%)	18 (60%)	0,18 [¥]
	C.C.M.	6 (23,08%)	12 (40%)	

^{\$}Teste de Mann-Whitney e [¥]Teste do Qui-quadrado

5.5 Estatística descritiva geral:

Tabela 11 – Resultados da estatística descritiva para as variáveis padrão de crescimento (FMA) e espessuras das corticais ósseas alveolares.

Variáveis	N=30			
	Média	DP	Mín.	Máx.
FMA	24,35	5,71	11,10	37,20
Esp. P/S V	1,19	0,19	0,61	1,49
Esp. A/S V	1,25	0,18	0,78	1,58
Esp. P/S L	1,53	0,26	0,86	1,97
Esp. A/S L	1,41	0,29	0,64	1,95
Esp. P/I V	1,62	0,26	1,14	2,14
Esp. A/I V	1,14	0,21	0,75	1,48
Esp. P/I L	2,31	0,50	1,40	4,14
Esp. A/I L	1,88	0,47	1,09	3,17

Tabela 12 – Resultados da estatística descritiva para as variáveis grau de mobilidade - GM, período de observação - PO, sensibilidade - SE e índice de placa modificado - IPm.

Variáveis	N=56			
	Média	DP	Mín.	Máx.
GM	0,07	0,21	0,00	0,88
PO	8,77	3,20	1,00	12,00
SE	0,28	0,82	0,00	3,00
IPm	1,55	0,71	0,00	3,00

5.6 Análise estatística entre os grupos GH e GV:

Tabela 13 – Comparação dos grupos GH e GV quanto ao padrão de crescimento craniofacial (FMA).

Grupos	N	Média	DP	p
GH (FMA)	15	19,79	3,61	0,00*
GV (FMA)	15	28,92	3,14	

*Estatisticamente significante $p < 0,05$.

Tabela 14 – Resultados da análise estatística descritiva e do teste t para as espessuras das corticais ósseas alveolares entre os grupos GH e GV.

Espessura da Cortical Óssea Alveolar	GH (15)		GV (15)		p
	Média	DP	Média	DP	
Esp. P/S V	1,19	0,14	1,19	0,23	0,99
Esp. A/S V	1,32	0,13	1,17	0,20	0,02*
Esp. P/S L	1,59	0,22	1,47	0,29	0,21
Esp. A/S L	1,47	0,19	1,34	0,36	0,23
Esp. P/I V	1,73	0,22	1,51	0,26	0,02*
Esp. A/I V	1,24	0,16	1,03	0,20	0,00*
Esp. P/I L	2,33	0,63	2,28	0,34	0,80
Esp. A/I L	2,01	0,54	1,74	0,37	0,12

*Estatisticamente significante $p < 0,05$.

Tabela 15 – Resultado do teste de correlação de Pearson entre as espessuras das corticais ósseas alveolares e o padrão de crescimento (FMA).

	Coeficiente de correlação de Pearson	p
Esp. P/S V x FMA	-0,16	0,40
Esp. A/S V x FMA	-0,39	0,03*
Esp. P/S L x FMA	-0,31	0,09
Esp. A/S L x FMA	-0,17	0,38
Esp. P/I V x FMA	-0,35	0,06
Esp. A/I V x FMA	-0,49	0,01*
Esp. P/I L x FMA	-0,02	0,92
Esp. A/I L x FMA	-0,38	0,04*

*Estatisticamente significante para $p < 0,05$.

5.7 Análise estatística entre os grupos GMI(H) e GMI(V):

Tabela 16 – Comparação dos grupos GMI(H) e GMI(V) quanto ao padrão de crescimento craniofacial (FMA), pelo teste t.

Grupos	N	Média	DP	p
GMI(H)/(FMA)	26	19,86	3,29	0,00*
GMI(V)/(FMA)	30	28,68	2,80	

*Estatisticamente significante $p < 0,05$.

Tabela 17 – Resultados da análise estatística descritiva e do teste de Mann-Whitney para comparar o grau de mobilidade entre os grupos GMI(H) e GMI(V).

Grupos	Grau de mobilidade					p
	N	Média	DP	Máximo	Mínimo	
GMI(H)	26	0,04	0,18	0,88	0,00	0,73
GMI(V)	30	0,09	0,23	0,82	0,00	

Tabela 18 – Resultados do teste Exato de Fisher para avaliar a associação entre a proporção de sucesso e os grupos GMI(H) e GMI(V).

Grupos	Sucesso N(%)	Insucesso N(%)	Total N(%)	p
GMI(H)	24 (92,31%)	2 (7,69%)	26 (100%)	0,67
GMI(V)	26 (86,67%)	4 (13,33%)	30 (100%)	

5.8 Análise estatística entre a espessura da cortical óssea e a proporção de sucesso dos mini-implantes:

Tabela 19 – Resultado do teste t entre a espessura da cortical óssea alveolar no local de inserção dos mini-implantes e os grupos sucesso e insucesso.

Grupos	Espessura da Cortical Óssea Alveolar			p
	N	Média	DP	
SUCESSO	50	1,21	0,28	0,76
INSUCESSO	6	1,17	0,31	

5.9 Análise estatística dos fatores de risco dos mini-implantes:

Tabela 20 – Análise dos fatores relacionados ao insucesso dos mini-implantes.

Variáveis	Sucesso (%;DP)	Insucesso (%;DP)	p
Total	50 (89,29%)	6 (10,71%)	
Região de inserção (RI)			
Gengiva inserida	26 (89,66%)	3 (10,34%)	0,91 [¥]
Linha mucogengival	13 (86,67%)	2 (13,33%)	
Mucosa alveolar	11 (91,67%)	1 (8,33%)	
Índice de placa (IPm)	1,49 (0,71)	2,00 (0,63)	0,17 ^{\$}
Sensibilidade (SE)	0,00 (0,00)	2,58 (0,49)	0,00 ^{*\$}
Período de observação (PO)	9,62 (2,13)	1,67 (0,52)	0,00 ^{*\$}
Técnica/Operador			
1-S.E.C.B.	34 (89,47%)	4 (10,53%)	1,00 [#]
2-C.C.M.	16 (88,89%)	2 (11,11%)	

[¥] Qui-quadrado; ^{\$} Teste de Mann-Whitney e [#] Teste Exato de Fisher

*Estatisticamente significante $p < 0,05$.

6 *DISCUSSÃO*

6 DISCUSSÃO

Considerando a importância das características inerentes à amostra e à metodologia de trabalhos científicos, realizou-se, primeiramente, a discussão desses itens para posterior discussão específica dos resultados obtidos.

6.1 AMOSTRA

Os pacientes que constituíram a amostra deste estudo apresentaram homogeneidade em sua distribuição, no que diz respeito ao gênero (13 do sexo masculino e 17 do sexo feminino). Diversos estudos verificaram que não há diferença entre a espessura da cortical óssea alveolar e o sexo do paciente (CHUN; LIM, 2009; DEGUCHI et al., 2006; KIM, S.H. et al., 2009; LIM, J.E.; LIM; CHUN, 2008; LIM, W.H. et al., 2007). Com relação à idade, os pacientes da amostra não se apresentaram homogêneos no geral (23,11 anos $\pm$ 9,29). Apenas três pacientes apresentaram idade superior a 40 anos e a faixa etária variou de 15 a 46 anos. Sabe-se que há diferença na espessura da cortical óssea para pacientes menores de 14 anos (ONO; MOTOYOSHI; SHIMIZU, 2008), entretanto, estes foram inexistentes neste estudo. A maioria dos trabalhos tem demonstrado que o gênero e a idade dos pacientes não estão associados à diminuição da estabilidade ou proporção de sucesso dos mini-implantes ortodônticos (CHENG et al., 2004; DEGUCHI et al., 2006; KURODA et al., 2007a; MIYAWAKI et al., 2003; MOON et al., 2008; MOON et al., 2010; MOTOYOSHI et al., 2006; MOTOYOSHI; MATSUOKA; SHIMIZU, 2007; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006; WU, T.Y.; KUANG; WU, 2009).

O número de pacientes selecionados para verificar a influência do padrão de crescimento sobre a espessura das corticais ósseas alveolares foi um valor representativo adequado, como demonstrado no cálculo amostral. De acordo com os resultados do trabalho de Tsunori, Mashita e Kasai (1998), são necessários 14 pacientes por grupo para encontrar valores significantes, com o poder do teste de 80% e o coeficiente de confiança de 95%, quando se comparam as médias das espessuras da cortical óssea nos grupos de pacientes com padrão de crescimento horizontal e vertical. Os trabalhos clássicos (MASUMOTO et al., 2001; TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998) que compararam a espessura da cortical óssea alveolar e

os diferentes padrões de crescimento utilizaram crânios secos em quantidades parecidas com a amostra total deste estudo, composta por 30 pacientes (Tsunori, Mashita e Kasai., em 1998, utilizaram 39 crânios secos; Masumoto et al., em 2001, utilizaram 31 crânios secos).

Para verificar a estabilidade dos mini-implantes neste estudo, o número de pacientes selecionados não foi considerado o tamanho da amostra nessa etapa do trabalho, assim como a maioria dos trabalhos semelhantes a este, que tem utilizado a quantidade de mini-implantes avaliados como valor representativo da amostra (CHENG et al., 2004; DEGUCHI et al., 2006; FLORVAAG et al., ; KAU et al., ; KIM, S.H. et al., 2010; KURODA et al., 2007a; LEE, N.K.; BAEK, 2010; MIYAWAKI et al., 2003; MOON et al., 2008; MOON et al., 2010; MOTOYOSHI; MATSUOKA; SHIMIZU, 2007; MOTOYOSHI et al., 2007a, 2010; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006; VELTRI et al., 2009; WU, T.Y.; KUANG; WU, 2009). Isso se deve ao fato de que, mesmo quando o procedimento de inserção é realizado no mesmo paciente, cada mini-implante apresenta características próprias e distintas no que diz respeito ao procedimento e locais de inserção. Assim, o valor representativo nessa etapa do trabalho foi de 56 mini-implantes autoperfurantes, 36 da marca *AbsoAnchor* (Dentos®) de 1,5mm de diâmetro e 7mm de comprimento e 20 mini-implantes da marca *SIN®* de 1,6mm de diâmetro e 8mm de comprimento. Esse número é relativamente pequeno quando comparado a estudos anteriores, que buscam determinar fatores de risco para o sucesso dos mini-implantes. A maioria dos trabalhos encontrados na literatura avaliam de 65 até 778 mini-implantes (CHENG et al., 2004; DEGUCHI et al., 2006; FLORVAAG et al., ; JANSSEN et al., 2008; KAU et al., ; KIM, S.H. et al., 2010; KURODA et al., 2007a; MIYAWAKI et al., 2003; MOON et al., 2008; MOON et al., 2010; MOTOYOSHI; MATSUOKA; SHIMIZU, 2007; MOTOYOSHI et al., 2007a; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006; VELTRI et al., 2009; WU, T.Y.; KUANG; WU, 2009). No entanto, em 2008, Wang e Liou formaram uma amostra de 32 pacientes (64 mini-implantes) para comparar o comportamento da carga sobre os mini-implantes autorrosqueantes e autoperfurantes inseridos na crista infrazigomática da maxila (WANG; LIOU, 2008), número próximo ao deste trabalho (56). Um estudo recente, cujo objetivo era determinar os fatores que favorecem o sucesso dos mini-implantes e avaliar a proximidade das raízes como fator de risco, examinou 25 pacientes (50 mini-implantes) também utilizando tomografia computadorizada de feixe cônico (KIM, S.H. et al., 2010). Quando se

deseja induzir os resultados obtidos na análise de uma amostra para a população representada por esta, o seu tamanho é um fator muito importante. Contudo, as informações obtidas por um trabalho científico só podem ser concluídas para uma população se a amostra apresentar critérios de seleção adequados e, conseqüentemente, características padronizadas (SHELDON, 2001). Uma vez que a determinação da amostra de mini-implantes deste trabalho seguiu parâmetros de seleção restritos, o número desses dispositivos incluídos se apresentou reduzido. Por outro lado, os resultados foram influenciados por um menor número de variáveis não controladas, contribuindo para a veracidade das inferências nessa etapa do trabalho.

Os critérios de seleção incluíram mini-implantes autoperfurantes, instalados com duas técnicas precisas (BARROS, S.E. et al., 2010; BARROS, S.E.C., 2008; ESTELITA, S. et al., 2009; ESTELITA, S.; JANSON; CHIQUETTO, 2010; SHELDON, 2001) na região posterior da maxila. A indicação foi padronizada e apenas os mini-implantes utilizados para reforço de ancoragem na retração anterior foram incluídos no estudo. Dessa forma, foram excluídos da amostra os mini-implantes instalados na mandíbula ou na região anterior da maxila, e mini-implantes instalados com o propósito de ancoragem diferente da retração anterior.

6.1.1. Características dos mini-implantes avaliados

Atualmente, o mercado disponibiliza mini-implantes de diversos fabricantes, apresentando uma grande variedade de diâmetros, comprimentos, design, e material de composição (titânio ou liga de titânio). A relação comprimento/diâmetro dos mini-implantes tem demonstrado não interferir na sua estabilidade de acordo com os relatos da literatura (CHEN, Y.H. et al., 2008; CHEN, Y.J. et al., 2007; CHENG et al., 2004; KURODA et al., 2007b; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006). Em 2003, Miyawaki et al. demonstraram que mini-implantes com diâmetros de um milímetro apresentavam 100% de falhas, já os demais diâmetros não interferiram na estabilidade dos mini-implantes. Estudo recente, *in vitro*, verificou que a diferença de diâmetro e comprimento somente interfere quando os mini-implantes estão sob um nível de força alto (CHATZIGIANNI et al., 2010). Porém, a diferença de diâmetro e comprimento era 0,5mm e 2mm, respectivamente (CHATZIGIANNI et al., 2010). A diferença do diâmetro e comprimento dos mini-implantes no presente trabalho é

muito sutil, o que não influenciaria com a sua estabilidade, principalmente pelo fato de a força ser controlada em todos os casos mensalmente.

Já está comprovado na literatura que, em relação às características dos mini-implantes, a que mais interfere com a sua estabilidade é o formato das roscas, design desses dispositivos, se autorrosqueantes ou autoperfurantes. Os mini-implantes autoperfurantes apresentam maior estabilidade primária (maior torque de inserção) e proporção de sucesso, pelo seu íntimo contato com o tecido ósseo em comparação com os autorrosqueantes (CHA et al., 2010; CHEN, Y.H. et al., 2008). Quando se utilizam mini-implantes autoperfurantes, o design da rosca desse tipo de mini-implante, incluindo sua conicidade, dispensa a utilização de broca piloto, pois sua ponta necessita ser extremamente pontiaguda e cortante (MELSEN, 2005). Essa característica é considerada favorável por diversos autores, por apresentar redução do tempo operatório, menor mobilidade, maior contato da interface osso/metal e maior remodelação do tecido ósseo adjacente ao mini-implante, em comparação com os autorrosqueantes, favorecendo a capacidade desses dispositivos de resistir às forças ortodônticas (HEIDEMANN; GERLACH, 1999; HEIDEMANN et al., 1998; HEIDEMANN; TERHEYDEN; GERLACH, 2001; JANSSEN et al., 2008; KIM, J.W.; AHN; CHANG, 2005; MISCHKOWSKI et al., 2008; WU, X. et al., 2008). Todos os mini-implantes selecionados para este estudo eram autoperfurantes.

Os mini-implantes da amostra eram constituídos de liga de titânio (Ti6Al4V), material esse que apresenta densidade relativamente mais consistente do que o titânio puro. Embora este seja mais biocompatível, a utilização de ligas na composição dos mini-implantes diminui o risco de quebras, além de dispensar a utilização de brocas piloto em locais de baixa densidade óssea, facilitando sua inserção. Adicionalmente, possui maior facilidade de remoção, pois apresenta ausência de osseointegração (LIN, J.C. et al., 2007). De fato, este estudo contém mini-implantes diferentes em sua amostra, porém, como demonstrado anteriormente, essa diferença não interfere em sua estabilidade (CHEN, Y.H. et al., 2008; CHEN, Y.J. et al., 2007; CHENG et al., 2004; KURODA et al., 2007b; MIYAWAKI et al., 2003; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006). Além disso, a correta escolha do local de inserção, com análise cuidadosa do espaço disponível e a utilização de técnicas precisas diminuem a mínima interferência dessas variáveis na estabilidade dos mini-implantes.

Quando os mini-implantes eram perdidos e a ancoragem ainda era necessária para o tratamento daqueles pacientes, a reinserção de novos mini-implantes no mesmo septo interradicular, após o período de cicatrização do tecido ósseo, era realizada. Esse procedimento de reinstalação já demonstrou ser bem-sucedido em estudos prévios (BAEK et al., 2008), não promovendo influência na proporção de sucesso dos mini-implantes (GIGLIOTTI, 2009).

6.1.2. A divisão dos grupos

Inicialmente, a amostra foi dividida em dois grupos, levando-se em consideração o número de pacientes: GH, pacientes com padrão de crescimento horizontal e GV, pacientes com padrão de crescimento vertical, com o intuito de avaliar a influência do padrão de crescimento sobre a espessura da cortical óssea alveolar. Posteriormente, a amostra foi dividida levando-se em consideração o número de mini-implantes: GMI(H): mini-implantes dos pacientes com padrão de crescimento horizontal e GMI(V): mini-implantes dos pacientes com padrão de crescimento vertical. Essa divisão era necessária para se verificar a influência e a relação do padrão de crescimento craniofacial na estabilidade dos mini-implantes, visto que cada mini-implante tem características próprias e distintas, as quais devem ser sempre levadas em consideração nos estudos realizados para avaliar a sua estabilidade.

Todos os pacientes foram divididos de acordo com o valor do ângulo do plano mandibular com o plano de Frankfort – FMA, que define basicamente a orientação do padrão de crescimento crâniofacial. Esse ângulo foi o escolhido dentre os demais ângulos que definem o padrão de crescimento, pois os trabalhos que avaliam a espessura da cortical óssea nos diferentes padrões de crescimento utilizam essa variável em sua metodologia (GRACCO et al., 2009; MASUMOTO et al., 2001; TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998). Outra justificativa é o fato de que como este trabalho também analisou a influência e a relação dos padrões de crescimento na estabilidade dos mini-implantes, o ângulo FMA demonstrou ser grande influenciador na taxa de sucesso desses dispositivos de ancoragem em comparação com os demais ângulos analisados no estudo de Moon et al. (MOON et al., 2010).

Medidas abaixo da média dos valores encontrados nos pacientes constituintes da amostra, 24,35°, demonstram tendência de crescimento horizontal

(GH) e medidas maiores que 24,35° demonstram pacientes com tendência de crescimento vertical (GV). Como este trabalho clínico foi realizado para dissertação de mestrado, o tempo para a coleta da amostra muitas vezes se torna uma dificuldade, o que não foi diferente neste caso. Como ficava inviável dividir os pacientes de acordo com uma escala de valores do ângulo FMA, como o realizado por Gracco et al. (GRACCO et al., 2009), decidiu-se separá-los de acordo com a média encontrada entre eles, ou seja, os pacientes com FMA maiores que a média tinham mais tendência de padrão de crescimento vertical do que os pacientes com valores menores. Essa divisão foi uma adaptação da metodologia de Janson et al. (JANSON, G.R.; METAXAS; WOODSIDE, 1994), que também separaram sua amostra levando-se em consideração a média e o desvio-padrão encontrado no próprio trabalho da variável que eles estudavam.

6.2 METODOLOGIA

6.2.1. Avaliação da espessura da cortical óssea vestibular e lingual com tomografia computadorizada de feixe cônico

Inúmeros trabalhos na literatura avaliam a espessura da cortical óssea alveolar e as distâncias interradiculares em imagens de tomografia computadorizada (BAUMGAERTEL, 2009; BAUMGAERTEL; HANS, 2009; DEGUCHI et al., 2006; GRACCO et al., 2009; KANG, Y.G. et al., 2009; KIM, S.H. et al., 2009; LEE, K.J. et al., 2009; LIM, J.E. et al., 2009; LIM, J.E.; LIM; CHUN, 2008; LIM, W.H. et al., 2007; MASUMOTO et al., 2001; MONNERAT; RESTLE; MUCHA, 2009; MOTOYOSHI et al., 2009a; MOTOYOSHI et al., 2007b; ONO; MOTOYOSHI; SHIMIZU, 2008; PARK, J.; CHO, 2009). A tomografia computadorizada é o meio de diagnóstico pelo qual se consegue analisar adequadamente essas estruturas, principalmente a espessura da cortical óssea alveolar, pois nesse tipo de exame não ocorre sobreposição de imagens e não existe o fator de magnificação.

O aparelho utilizado foi o i-CAT® Cone Beam 3-D Dental Imaging System/USA do Departamento de Estomatologia da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo – FOB/USP, com regime de trabalho de 120kVp, 36,12 mAs e tempo de exposição de 40 segundos. De acordo com alguns autores,

esse tipo de aparelho produz imagens de excelente qualidade e as mensurações realizadas podem ser reproduzidas com sucesso, pois apresentam alta precisão e reprodutibilidade (LAMICHANE et al., 2009). Recente trabalho realizado no Departamento de Odontopediatria, Ortodontia e Saúde Coletiva desta faculdade, confirmou esses achados, pois, ao realizar mensurações da tábua óssea vestibular e lingual em cortes axiais nas imagens produzidas por esse aparelho, também demonstrou alta reprodutibilidade e acurácia. Parte dos seus resultados já foi demonstrado na literatura por Menezes et al., em 2010.

A tomografia computadorizada de feixe cônico demonstra alta acurácia e precisão (HOWERTON; MORA, 2008; LOUBELE et al., 2008; LUDLOW et al., 2007; LUND; GROËNDAHL; H-G., 2009). Devido a esse fato, não há a necessidade de correção do fator de magnificação de imagens, pois ele não existe. Atualmente, os estudos buscam verificar se há diferença entre os protocolos utilizados na TC de feixe cônico. Damstra et al. (DAMSTRA et al., 2010) verificaram que não houve diferença quando o voxel de 0,4mm e 0,25mm foram comparados nas imagens em 3D. No entanto, mais estudos são necessários para verificar qual protocolo de aquisição oferece maior nitidez para as imagens usadas em Ortodontia e menores doses de radiação para o paciente. Sabe-se que quanto menor o voxel, maior a nitidez da imagem (FARMAN; SCARFE, 2006). Assim, o protocolo escolhido e utilizado foi o de 2 arcos, com campo de visão de 8 cm e com 0,25mm de espessura do voxel.

Embora inúmeros trabalhos tenham verificado a espessura da cortical óssea alveolar, nenhum segue uma metodologia padronizada. Diferentes cortes da imagem são utilizados, em diferentes posições, e muitos não exemplificam ou citam a padronização inicial que deveria ser realizada nos softwares. Alguns autores realizaram as medidas por grupo de dentes, em níveis diferentes da crista alveolar, modificando os ângulos em relação ao longo eixo do dente (GRACCO et al., 2009; MASUMOTO et al., 2001; TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998). Outros utilizaram os cortes parassagittais (BAUMGAERTEL; HANS, 2009; DEGUCHI et al., 2006; HERNANDEZ et al., 2008; LIM, J.E. et al., 2009; LIM, J.E.; LIM; CHUN, 2008; MOTOYOSHI et al., 2007b; ONO; MOTOYOSHI; SHIMIZU, 2008; PARK, J.; CHO, 2009), com variados métodos para efetuar as mensurações.

Buscando padronizar a metodologia do trabalho, o posicionamento das imagens e a escolha dos cortes ideais para realizar as mensurações seguiram a

metodologia proposta, em 2010, por Ferreira, Garib e Cotrim-Ferreira (FERREIRA; GARIB; COTRIM-FERREIRA, 2010). Esses autores padronizaram a posição inicial da imagem no software Nemoscan, criando linhas de referências para o posicionamento adequado da imagem em cada corte visualizado. E ainda, padronizaram os passos para a escolha dos cortes axiais ideais para as mensurações das tábuas ósseas vestibulares e linguais. Foram necessárias adaptações desse método, visto ter sido ele desenvolvido em protocolos com campo de visão de 13cm ou 22cm e no software Nemoscan. Inicialmente, a linha de referência para o posicionamento da imagem no corte coronal (linha infraorbitária) foi substituída pela linha intercristas ósseas dos primeiros molares superiores, durante a padronização da imagem no software. Além disso, o método realizado para encontrar o plano oclusal funcional, plano de referência para os cortes axiais da mandíbula, também sofreu modificações. No software i-CAT Viewer (tecnologia XoranCat®technology) não há a função de identificação do ângulo adequado entre o plano palatino e o plano oclusal, como ocorre no software Nemoscan. Assim, a imagem foi reposicionada levando a linha de referência vertical do corte axial até a região onde a imagem no corte sagital mostrasse desde a relação dos molares superiores e inferiores até a relação dos caninos superiores com os inferiores. A imagem do corte sagital foi, então, girada até que sua linha de referência horizontal coincidissem com o plano oclusal funcional.

Para as mensurações da espessura da cortical óssea vestibular e lingual, uma adaptação do método utilizado por Lee et al. (2009) foi realizada. Esses autores buscaram quantificar o espaço na região interradicular para fornecer orientações práticas durante a inserção dos mini-implantes. Analisaram, em cortes axiais, a distância interradicular, a espessura óssea da tábua vestibular e lingual e a profundidade no centro do septo alveolar, chamada de profundidade de segurança. Todas as medidas méso-distais e vestibulo-linguais foram realizadas paralelamente e perpendicularmente ao contorno do arco, respectivamente (LEE, K.J. et al., 2009). Para o presente trabalho, a distância interradicular serviu de orientação para as mensurações da espessura da cortical óssea alveolar, a qual foi realizada a partir da porção mais externa da cortical óssea, perpendicularmente à forma do arco, até a porção interna da mesma, no centro dos espaços interradiculares. Lim et al. (LIM, W.H. et al., 2007) realizaram as mensurações da espessura da cortical óssea seguindo esses últimos passos, porém em diferentes níveis. Como esses autores

não especificaram a padronização do posicionamento das imagens, não serviram de referência para o presente estudo.

Todos os cortes foram aproximados em 400% no próprio software i-CAT Viewer (tecnologia XoranCat®technology), para facilitar as mensurações, que foram realizadas apenas por um examinador (C.C.M.). Essa aproximação não causa perda da qualidade e precisão na imagem de TC de feixe cônico.

Não há diferença entre a espessura da cortical óssea alveolar do lado direito em comparação com o lado esquerdo, de acordo com os resultados de trabalhos anteriores (BAUMGAERTEL; HANS, 2009; KANG, S. et al., 2007). No entanto, existem diferenças entre essa característica do tecido ósseo na região anterior em relação à região posterior (DEGUCHI et al., 2006; Park, J.; Cho, 2009). Há um consenso na literatura de que a mandíbula apresenta maior espessura da cortical óssea alveolar em comparação com a maxila (BAUMGAERTEL; HANS, 2009; DEGUCHI et al., 2006; LIM, J.E. et al., 2009; MOTOYOSHI et al., 2007b; ONO; MOTOYOSHI; SHIMIZU, 2008; PARK, J.; CHO, 2009) e em ambos os arcos é significativamente maior do lado lingual/palatino do que no lado vestibular do processo alveolar (DEGUCHI et al., 2006). De acordo com todos esses trabalhos, as espessuras mensuradas foram agrupadas de acordo com as seguintes regiões: posteriores e anteriores, superiores e inferiores, vestibular e lingual. Dessa forma, nenhuma região foi composta por diferentes padrões de espessura da cortical óssea alveolar que pudesse comprometer os resultados finais. As médias para essas regiões foram analisadas para cada paciente e utilizadas nos cálculos estatísticos.

6.2.2. Inserção dos mini-implantes

Para uma correta estabilidade dos mini-implantes, muitos aspectos inerentes ao procedimento de inserção devem ser cautelosamente observados. Neste trabalho, todos os fatores foram cuidadosamente verificados, desde a escolha correta do local de inserção até a utilização de técnicas precisas para a instalação desse sistema de ancoragem.

6.2.2.1. Local de Inserção

O local de inserção irá ditar qual o diâmetro e comprimento do mini-implante a ser instalado nos procedimentos clínicos (PAPADOPOULOS; TARAWNEH, 2007). Há uma ampla variedade de tipos de mini-implantes disponíveis no mercado e, com isso, sua inserção pode ser realizada nos mais variados locais da maxila e mandíbula. Para este estudo, os mini-implantes selecionados deveriam estar inseridos em uma mesma região do arco dentário, visto que existem regiões que podem dificultar ou facilitar a técnica cirúrgica. As regiões que dificultam o acesso ao cirurgião podem afetar negativamente a estabilidade dos mini-implantes, comprometendo e limitando a precisão da técnica realizada (BARROS, 2008).

A região posterior dos arcos dentários é a região comumente eleita para a instalação dos mini-implantes utilizados como recurso de ancoragem direta na retração anterior. Essa área é favorável para a correção da discrepância ântero-posterior presente nas más oclusões que necessitam de extrações dentárias. A maioria dos mini-implantes foram inseridos entre as raízes dentárias do segundo pré-molar e primeiro molar superiores (50 mini-implantes). Quando este espaço interradicular era insuficiente para a inserção dos mini-implantes (menor que 3mm), eles foram inseridos entre o primeiro molar e o segundo molar superiores (três mini-implantes), ou mesmo no septo adjacente ao local da extração, na mesial do segundo pré-molar superior (três mini-implantes). A região posterior da maxila é considerada adequada para a inserção desses dispositivos (LIM, J.E. et al., 2009; LIM, J.E.; LIM; CHUN, 2008; ONO; MOTOYOSHI; SHIMIZU, 2008; PARK, H.S., 2002; SCHNELLE et al., 2004). De acordo com os resultados de Lim et al. (LIM, J.E. et al., 2009), as regiões entre o primeiro e segundo pré-molar, segundo pré-molar e primeiro molar e entre primeiro e segundo molar apresentam espessuras das corticais alveolares similares.

Muitos trabalhos revistos têm relatado diferenças na proporção de sucesso entre mini-implantes instalados na maxila e na mandíbula (CHEN, Y.J. et al., 2007; CHENG et al., 2004; KURODA et al., 2007a; PARK; JEONG; KWON, 2006). As razões para essa diferença ainda permanecem obscuras na literatura. Alguns autores sugerem que a causa do comprometimento da estabilidade seriam o calor gerado durante a inserção na mandíbula, pois este pode causar danos aos tecidos ao redor; a dificuldade de acesso cirúrgico; a menor quantidade de gengiva inserida

(CHENG et al., 2004); a menor profundidade do vestibulo; menor qualidade de higiene na região (CHEN, Y.J. et al., 2007; CHENG et al., 2004; PARK, H.S.; JEONG; KWON, 2006) e a excessiva quantidade de torque de inserção (WILMES; SU; DRESCHER, 2008). Todos estes fatores podem levar à formação de infecções peri-implantares, levando à perda desses dispositivos (KURODA et al., 2007a). Dessa forma, este trabalho optou por excluir os mini-implantes instalados na mandíbula para a composição da sua amostra.

Como relatado anteriormente, o espaço inicial, avaliado nas radiografias pré-inserção entre as raízes deveria ser de, no mínimo, 3mm. A distância mínima necessária entre os mini-implantes ortodônticos e as raízes dentárias adjacentes apresenta-se sem um consenso na literatura. A maioria dos estudos apenas especula a distância ideal, não demonstrando valores exatos para tal medida (GIGLIOTTI, 2009). Em 2004, Liou, Pai e Lin sugeriram 2mm de segurança entre os mini-implantes e as raízes dentárias adjacentes, pois encontraram em seu estudo uma movimentação de 1,5mm dos mini-implantes inseridos na crista infrazigomática, após serem submetidos às forças ortodônticas. Porém, nesse trabalho, os autores avaliaram a movimentação dos mini-implantes através de telerradiografias. Assim, esse valor pode ter sido superestimado, pois há uma dificuldade de traçado desses dispositivos nesse tipo de exame. Outros autores recomendaram distância mínima de um milímetro entre os mini-implantes e as raízes dentárias (POGGIO et al., 2006; SCHNELLE et al., 2004). De fato, esta distância minimiza o potencial de injúrias às raízes dentárias. Porém uma distância mínima de 3,5mm seria necessária para possibilitar a inserção segura de um mini-implante de 1,5mm, segundo esses autores. Dificilmente se encontra esse valor em regiões de gengiva inserida (GIGLIOTTI, 2009). Em 2010, Estelita et al. preconizaram uma distância mínima de 2,5mm entre as raízes dentárias, baseados em trabalhos anteriores, que avaliaram a precisão de técnicas cirúrgicas e a proximidade dos mini-implantes com as raízes dentárias adjacentes (ASSCHERICKX et al., 2008; BARROS et al., 2006; ESTELITA et al., 2009; KRAVITZ; KUSNOTO, 2007b; KURODA et al., 2007b; MOTOYOSHI et al., 2009b). Assim, padronizou-se 3mm de distância mínima entre as raízes dentárias no septo alveolar escolhido para a inserção dos mini-implantes, valor intermediário aos encontrados na literatura. Com o intuito de minimizar os danos às estruturas anatômicas adjacentes durante a inserção destes dispositivos,

adicionalmente, as técnicas de inserção escolhidas tinham boa precisão e aumentava a segurança do procedimento.

6.2.2.2. Procedimentos de inserção dos mini-implantes

Os procedimentos de inserção dos mini-implantes podem provocar danos às estruturas anatômicas adjacentes, assim, um correto diagnóstico pré-operatório minucioso é necessário (GIGLIOTTI, 2009). A escolha do tipo de mini-implante depende da quantidade de tecido ósseo disponível e esta pode comprometer a qualidade desse sistema de ancoragem (KURODA et al., 2007b; PAPADOPOULOS; TARAWNEH, 2007; POGGIO et al., 2006). O processo alveolar entre as raízes dentárias aumenta o risco de injúrias ao ligamento periodontal e às próprias raízes adjacentes devido a sua pequena dimensão. Assim, o procedimento de inserção dos mini-implantes deve ser realizado cuidadosamente, pois é extremamente crítico (ASSCHERICKX et al., 2005; KRAVITZ; KUSNOTO, 2007b). Neste trabalho optou-se por utilizar técnicas cirúrgicas precisas para a inserção dos mini-implantes no processo alveolar posterior. Como visto anteriormente, parte da amostra deste estudo foi utilizada inicialmente no trabalho realizado por Gigliotti em 2009. Assim, 38 mini-implantes foram inseridos por um mesmo cirurgião-dentista (S.E.C.B.), seguindo o protocolo desenvolvido por Barros (2008), com a utilização de um guia radiográfico-cirúrgico graduado de orientação tridimensional (GRCG) desenvolvido por este autor.

Esse GRCG permite uma satisfatória predição do posicionamento final dos mini-implantes no septo interradicular (BARROS, 2008; BARROS et al., 2006; ESTELITA, S. et al., 2009), sendo denominado radiográfico-cirúrgico, pois possui a característica de guiar tanto o procedimento radiográfico como também o procedimento cirúrgico durante a inserção dos mini-implantes. Com a utilização desse guia, a direção do feixe de raios-X é padronizada de acordo com a sua posição, assim como a direção de inserção dos mini-implantes. Ele utiliza a mesma direção durante a tomada radiográfica e o procedimento cirúrgico, estabelecendo, desse modo, uma relação direta entre o procedimento radiográfico e o procedimento cirúrgico (BARROS, 2008; ESTELITA et al., 2009). O GRCG também é composto por uma escala horizontal que auxilia a escolha do local de inserção mais adequado, já que a imagem radiográfica dessa escala se sobrepõe à imagem do septo

interradicular (BARROS, 2008; ESTELITA et al., 2009). Assim como os demais guias tridimensionais, o GRCG orienta a posição e o ângulo de inserção dos mini-implantes. A angulação de inserção proporcionada é de 90° em relação ao longo eixo dentário (BARROS, 2008; ESTELITA et al., 2009).

Os demais mini-implantes foram inseridos por uma mesma cirurgiã-dentista (C.C.M.), que seguiu a técnica desenvolvida por Barros et al. (2010), chamada Técnica da Inserção Guiada pela Coroa, onde a inserção dos mini-implantes é guiada apenas pelas referências anatômicas da coroa dentária. Com um fio dental explora-se o contorno proximal subgengival dos dentes adjacentes ao local de inserção dos mini-implantes, a fim de determinar clinicamente os limites méso-distais do septo. Posteriormente, o ponto central da largura do septo é marcado e ligado ao ponto de contato por um fio de algodão, determinando a linha média do septo, seguindo as inclinações dos dentes verificadas nas radiografias pré-cirúrgicas. Sobre essa linha o mini-implante é inserido numa altura que melhor atenda às necessidades mecânicas e biológicas de cada caso (BARROS et al., 2010). Esses autores desenvolveram métodos de avaliação para dar embasamento científico aos procedimentos clínicos de inserção dos mini-implantes com a utilização dessa técnica. Verificaram, através de radiografias interproximais, que essa metodologia permite a posição correta da linha média do septo, principalmente na região coronal do septo onde as dimensões méso-distais são estreitas e o correto posicionamento dos mini-implantes é essencial para não causar danos às raízes adjacentes. Algumas vantagens clínicas dessa técnica são: a inserção dos mini-implantes sem a utilização de guias radiográficos cirúrgicos, diminuindo o tempo clínico; não necessita de fase laboratorial, equipamentos sofisticados ou modelos e o custo e a complexidade da técnica são muito reduzidos. Ela é baseada em referências da coroa dentária que são clinicamente viáveis e prontamente disponíveis para o uso (BARROS, S.E. et al., 2010). Nesses casos, buscava-se um ângulo de inserção vertical de 90° em relação ao longo eixo dos dentes, assim como o procedimento anterior.

A alteração do ângulo de inserção horizontal do mini-implante é crítica quando realizada na região posterior da maxila e da mandíbula, pois o ortodontista tende a inclinar a chave de inserção em direção ao seu corpo, aumentando o risco de contato do mini-implante com as raízes dentárias (KRAVITZ; KUSNOTO, 2007b). No primeiro protocolo utilizado, o ângulo de inserção era controlado com o GRCG

posicionado corretamente no septo interradicular. No segundo protocolo, um espelho intrabucal posicionado na oclusal dos dentes superiores foi associado à técnica utilizada, e através da imagem refletida no espelho, a cirurgiã-dentista tinha o controle do ângulo horizontal de inserção desses dispositivos de ancoragem.

A inserção verticalmente angulada é considerada, por alguns autores, como um procedimento que evitaria o contato com as raízes dentárias e o mini-implante, e aumentaria a superfície de contato deste com a cortical óssea (DEGUCHI et al., 2006; INABA, 2009; KYUNG et al., 2003). No entanto, estudos recentes têm demonstrado que angulações severas durante a inserção de mini-implantes podem provocar irritações teciduais, deslizamento de sua ponta durante o primeiro contato com a cortical óssea, exposição de um maior braço de alavanca se forças forem aplicadas, e, conseqüentemente, um maior risco de falhas (BUCHTER et al., 2005; MOON et al., 2008; WILMES; SU; DRESCHER, 2008). A direção de inserção perpendicular tem sido preferida por alguns autores, visto que a inserção horizontal de mini-implantes de menor comprimento e formato cônico pode minimizar problemas tais como injúrias às raízes dentárias e/ou ao ligamento periodontal (BARROS, 2008; BARROS et al., 2006; ESTELITA et al., 2009).

A altura de inserção dos mini-implantes, neste trabalho, não foi padronizada, visto que ela apresenta influência direta sobre o movimento dos incisivos superiores e, geralmente, é escolhida de acordo com o objetivo do tratamento e com as limitações anatômicas de cada paciente (LEE, J.S. et al., 2007; MARASSI, C.; MARASSI, 2008; SUNG, J.H. et al., 2007). A linha de ação de força pode ser modificada com a altura do gancho de retração. A única determinação da altura de inserção realizada neste estudo foi com relação à preferência de instalação dos mini-implantes, próximos à faixa de gengiva inserida (KIM, H.J. et al., 2006; KURODA et al., 2007a; LIM, W.H. et al., 2007).

No primeiro protocolo utilizado, o procedimento de inserção dos mini-implantes foi realizado sob completa anestesia do local de inserção, dentes e tecidos moles, com o objetivo de suprir sinais falso-positivos de injúrias às raízes dentárias (BARROS, 2008; ESTELITA et al., 2009). Com o intuito de manter a sensibilidade do ligamento periodontal, alguns autores têm preconizado a utilização de anestesia somente dos tecidos moles (KYUNG et al., 2003), ou então, fazendo uso de apenas anestésico tópico (KRAVITZ; KUSNOTO, 2006; SUZUKI; BURANASTIDPORN, 2005). Assim, no segundo protocolo, o procedimento de inserção desses

dispositivos de ancoragem foi realizado sob anestesia superficial no local de inserção, anestesiando apenas o tecido mole e o periósteo da região.

As duas técnicas de inserção dos mini-implantes utilizadas neste trabalho foram realizadas sem broca piloto e sem retalho cirúrgico, uma vez que os mini-implantes, por serem do tipo autoperfurantes, apresentam a vantagem de dispensar a fresagem prévia. Esse fato torna desnecessária a realização de incisões ou retalhos cirúrgicos. Os mini-implantes instalados sem retalho cirúrgico apresentam maior proporção de sucesso do que aqueles instalados com retalho cirúrgico (MIYAWAKI et al., 2003). A padronização nas técnicas cirúrgicas escolhidas, com ou sem incisão, também foi considerada um critério de seleção fundamental.

A aplicação de carga nos mini-implantes avaliados foi realizada logo após a inserção desses dispositivos, considerando os resultados satisfatórios obtidos em estudos prévios quando a carga imediata era aplicada nesse sistema de ancoragem (GARFINKLE et al., 2008; MORAIS et al., 2007; OHASHI et al., 2006). A carga foi aplicada por meio de elásticos exercendo força de 100-300g, de acordo com a necessidade do tratamento. A literatura tem demonstrado que a estabilidade do mini-implante não é alterada pelo protocolo de aplicação de carga (BUCHTER et al., 2005; FREIRE et al., 2007; LUZI; VERNA; MELSEN, 2009; MORAIS et al., 2007; OHASHI et al., 2006; PAPADOPOULOS; TARAWNEH, 2007; YANO et al., 2006).

Todos esses passos apresentados acima contribuíram para formação de uma amostra totalmente padronizada e livre de interferências que pudessem comprometer os resultados encontrados.

6.2.3. Mensuração do grau de mobilidade dos mini-implantes

A definição de sucesso pode variar significativamente entre os autores. A ausência de mobilidade clínica, infecção e dor são algumas das definições para o sucesso na Implantodontia (BUSER; WEBER; LANG, 1990; ORENSTEIN et al., 1998), o que torna delicada a comparação entre os estudos (KARO USSIS et al., 2004). O mesmo ocorre para os trabalhos realizados para avaliar a estabilidade dos mini-implantes. Muitos autores classificam como estável o mini-implante que consegue suportar as forças ortodônticas de seis meses a um ano (CHEN, C.H. et al., 2006; KIM, S.H. et al., 2010; KURODA et al., 2007a; KURODA et al., 2007b; MOTOYOSHI et al., 2006; MOTOYOSHI et al., 2009a; MOTOYOSHI; MATSUOKA;

SHIMIZU, 2007; MOTOYOSHI et al., 2007a, 2010; MOTOYOSHI et al., 2007b; WANG; LIOU, 2008; WILMES et al., 2006b). Para um mini-implante ser bem-sucedido, ele deve expressar função adequada para a aplicação de carga durante o período do tratamento ortodôntico. Além disso, não pode apresentar dor ou desconforto, mobilidade clinicamente detectável, infecções na mucosa ou no tecido ósseo ao redor, tampouco, injúrias às estruturas anatômicas adjacentes (JANSSEN et al., 2008).

A maioria desses estudos apenas classifica os mini-implantes de forma subjetiva, poucos relatam o grau de mobilidade apresentado. Geralmente, a avaliação precisa da estabilidade dos mini-implantes é reportada em experimentos com animais (CHATZIGIANNI et al., 2010; KIM, J.W.; AHN; CHANG, 2005; KIM, S.H. et al., 2008; LEE, N.K.; BAEK, 2010; LUZI; VERNA; MELSEN, 2009; ZHAO et al., 2009). A presença ou ausência de mobilidade do mini-implante era realizada por meio de pinças clínicas adaptadas à cabeça desses dispositivos, enquanto que movimentos horizontais eram executados na maioria dos estudos (CHENG et al., 2004; PARK, H.S.; JEONG; KWON, 2006).

Para avaliar a estabilidade dos mini-implantes ortodônticos do presente trabalho, o protocolo utilizado foi o preconizado por Gigliotti em 2009, pois foi a primeira autora a quantificar clinicamente o grau de mobilidade desse sistema de ancoragem. No seu trabalho, a avaliação foi baseada, inicialmente, no estudo realizado por Liou, Pai e Lin (LIOU; PAI; LIN, 2004) e Wang e Liou (WANG; LIOU, 2008). Estes autores utilizaram um método de avaliação horizontal, porém subjetivo, pois não fornecia nenhum valor numérico e consiste na utilização de um fio 0.018 x 0.02" de aço inoxidável em forma de L e um tensiômetro ortodôntico (Tomy, Tokyo, Japão). A porção horizontal do fio é inserida na abertura mesial do tubo auxiliar do primeiro molar superior e a porção vertical é, então, ajustada para repousar na face distal do mini-implante a ser avaliado. Com um fio de amarrilho, o mini-implante é conectado ao tensiômetro e uma força de 400g é aplicada para verificar qualquer movimento à porção vertical do fio (LIOU; PAI; LIN, 2004; WANG; LIOU, 2008). Há a necessidade de um tempo clínico considerável para o ajuste minucioso do fio de aço em relação à cabeça do mini-implante. Entretanto, a avaliação mensal da estabilidade do mini-implante requer um método rápido e eficiente para quantificar a mobilidade desse sistema de ancoragem (GIGLIOTTI, 2009).

Na tentativa de se conseguir realizar essa avaliação corretamente, no trabalho de Gigliotti (2009) foi desenvolvido um dispositivo, a Haste Telescópica Regulável (HTR), que era associada a um paquímetro digital com o intuito de mensurar numericamente o grau de mobilidade dos mini-implantes e proporcionar eficiência ao método de avaliação mensal da estabilidade. Esse método foi o escolhido para este estudo e está descrito no capítulo de material e métodos.

6.2.4. Precisão da metodologia

Segundo Houston (1983), não basta que a metodologia utilizada seja válida para o propósito a que foi requisitada. Para permitir sua reprodução, é necessário que seja suficientemente precisa. Quando essa precisão se encontra, por algum motivo, comprometida, surgem os erros que podem ser de natureza sistemática ou casual. Estes, quando significativos, afetam a confiabilidade dos resultados, comprometendo as verdadeiras diferenças entre as variáveis estudadas (HOUSTON, 1983).

Considerando-se que, quanto mais precisa a metodologia, mais fiéis são as conclusões inferidas, um trabalho que não quantifica o erro do método deve ser avaliado com reserva. Para evitar esse problema, telerradiografias de 14 pacientes foram selecionadas aleatoriamente para a verificação do erro intraexaminador, assim como 14 imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico. O traçado, a digitalização e as medições foram realizados exatamente nas mesmas condições e seguindo rigorosamente os mesmos critérios utilizados para a análise de todas as telerradiografias que compuseram a amostra. A padronização das imagens e a confecção dos cortes selecionados para as mensurações da espessura da cortical óssea alveolar seguiram também os mesmos critérios.

O erro sistemático, calculado pelo teste t pareado com valor de significância de $p < 0,05$, ocorre quando uma medida é frequentemente sub ou superestimada. De acordo com Houston, em 1983, esses erros podem resultar de uma alteração da técnica de mensuração ou de uma tendenciosidade inconsciente do operador em direcionar os resultados de acordo com suas próprias expectativas. Os resultados do teste t pareado não demonstraram nenhum erro sistemático estatisticamente significativo (Tabela 8).

O erro casual, calculado pela fórmula proposta por Dahlberg (DAHLBERG, 1940), quantifica a imprecisão do operador durante a demarcação dos pontos. Os erros casuais não afetam a média da amostra, mas geralmente aumentam a variância e, dessa forma, os desvios-padrão. Isso não invalida os resultados, mas se torna uma diferença estatisticamente significativa mais difícil de ser obtida. Os requisitos para o tamanho da amostra se tornam maiores se a forma de medição oferecer baixa confiabilidade. Os resultados da fórmula de Dahlberg demonstraram que os erros casuais para as variáveis deste estudo foram mínimos (Tabela 8). Conclui-se que os desvios-padrão encontrados para elas sejam realmente o reflexo da variabilidade dos grupos. A ausência de erros sistemáticos e os valores reduzidos para o erro casual atestaram a precisão, confiabilidade e reprodutibilidade das medidas realizadas nesta pesquisa.

A impossibilidade de medição retrospectiva das medidas clínicas (GM, SE, IPm e RI), assim como a ausência de disponibilidade de um segundo avaliador clínico, impediram o cálculo do erro do método para essas variáveis. Contudo, a possibilidade de erros significantes nesses casos foi reduzida, pois a padronização minuciosa e criteriosa das normas de medição clínica evitou qualquer tendenciosidade durante a execução de todos os passos. Diversos trabalhos na literatura também buscam uma excelente normatização da avaliação das medições para a redução dos erros durante a avaliação clínica (GIGLIOTTI, 2009; KIM; AHN; CHANG, 2005; LIU; XU; LIN, 2004; WANG; LIOU, 2008).

6.3 RESULTADOS

6.3.1. Compatibilidade entre os grupos da mostra

De acordo com os testes estatísticos realizados, houve compatibilidade dos grupos GH e GV para gênero e idade. Esses testes foram realizados para verificar a distribuição de cada uma dessas variáveis em ambos os grupos. Entretanto vale ressaltar que vários trabalhos já verificaram que a espessura da cortical óssea alveolar não sofre alterações de acordo com o gênero (CHUN; LIM, 2009; DEGUCHI et al., 2006; KIM, S.H. et al., 2009; LIM, J.E.; LIM; CHUN, 2008; LIM, W.H. et al., 2007). Com relação à idade, sabe-se que há diferença na espessura para pacientes menores de 14 anos (ONO; MOTOYOSHI; SHIMIZU, 2008), não existentes neste

estudo. Assim, essas variáveis foram comparadas para refinar a metodologia do trabalho.

Embora as técnicas escolhidas para a inserção dos mini-implantes sejam de alta precisão e cientificamente analisadas, foi necessário verificar as suas distribuições nos grupos GMI(H) e GMI(V), visto que alguns autores afirmam que a habilidade do cirurgião-dentista pode interferir na estabilidade desses dispositivos de ancoragem, independentemente da técnica escolhida (KYUNG, H. et al., 2003). Dessa forma, uma possível influência desse fator na estabilidade dos mini-implantes em um dos grupos foi evitada.

Além disso, mesmo selecionando os mini-implantes dos grupos GMI(H) e GMI(V) de acordo com os critérios mencionados anteriormente, existe a possibilidade de os mesmos apresentarem outras características que poderiam interferir na estabilidade e na proporção de sucesso desse sistema de ancoragem. Portanto, objetivando minimizar essa possibilidade, foram comparadas as variáveis: índice de placa modificado (IPm) e período de observação (PO).

De acordo com os resultados das Tabelas 9 e 10, os valores médios obtidos para as variáveis comparadas apresentaram-se estatisticamente semelhantes nas duas categorias de grupos estudados. Nota-se, portanto, um alto grau de compatibilidade entre todos eles e ausência de interferência de características díspares nos resultados.

6.3.2. Valores obtidos para as variáveis estudadas

Os valores médio, mínimo e máximo, e desvio-padrão obtidos para todas as variáveis analisadas, neste estudo, podem ser visualizados nas Tabelas 11 e 12. O propósito desses cálculos de estatística descritiva é mostrar ao leitor a caracterização geral da amostra estudada.

Com relação ao padrão de crescimento craniofacial, os resultados deste estudo demonstraram que essa variável apresentou valor médio de 24,35° (DP=5,71). Comparações dos resultados da média do ângulo FMA de todos os pacientes desse estudo com os demais estudos da literatura, que avaliaram a espessura da cortical óssea alveolar nos diferentes padrões de crescimento, ficam inviáveis de serem realizadas, visto que nenhum demonstrou qual a média para

todos os pacientes e/ou peças anatômicas utilizadas (MASUMOTO et al., 2001; TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998).

Outro cuidado a ser tomado durante a comparação dos resultados diz respeito à forma de apresentação das médias e desvios-padrão para as espessuras das corticais ósseas alveolares, pois em alguns estudos elas são demonstradas apenas nos grupos separados e não na amostra toda (MASUMOTO et al., 2001; TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998). Além disso, a forma de medição pode influenciar a comparação entre os resultados. Neste estudo, a espessura foi verificada nos cortes axiais das imagens de tomografia computadorizada e foram agrupadas em regiões específicas, diferentemente de outros trabalhos que utilizaram cortes parassagitais (BAUMGAERTEL; HANS, 2009; DEGUCHI et al., 2006; HERNANDEZ et al., 2008; LIM, J.E. et al., 2009; LIM, J.E.; LIM; CHUN, 2008; MOTOYOSHI et al., 2007b; ONO; MOTOYOSHI; SHIMIZU, 2008; PARK, J.; CHO, 2009), com variados métodos para efetuar as mensurações.

Entretanto, os valores encontrados para as médias das espessuras da cortical óssea alveolar (Tabela 11) vão de encontro com inúmeros trabalhos da literatura, embora, neste caso, como não era o objetivo do trabalho, estas espessuras não foram estatisticamente comparadas entre si, sendo valores apenas descritivos. A média das espessuras na região lingual, em ambos os arcos, foi maior do que na vestibular (DEGUCHI et al., 2006). Na mandíbula, aumentou de anterior para posterior (DEGUCHI et al., 2006; PARK, J.; CHO, 2009); já na maxila, esse fato ocorreu somente na lingual e foi inverso na vestibular. Na região posterior, a espessura foi maior na mandíbula em comparação com a maxila (DEGUCHI et al., 2006; LIM, J.E. et al., 2009) e a região posterior vestibular da maxila apresentou valores mais baixos em comparação com as outras áreas desse arco (DEGUCHI et al., 2006). Nenhuma média foi menor que um milímetro de espessura. Assim, essas regiões receberiam mini-implantes em tamanhos adequados para cada uma e a estabilidade não seria afetada pela quantidade óssea, segundo os resultados de Motoyoshi et al. (MOTOYOSHI et al., 2009a; MOTOYOSHI et al., 2007b).

O grau de mobilidade avaliado mensalmente apresentou um valor muito pequeno, de 0,07mm. Entretanto, o desvio-padrão foi alto, de 0,21mm (Tabela 12). Isso se deve ao fato de que, dentre os 56 mini-implantes avaliados, apenas seis apresentaram valores acima de 0,00mm. Esses valores estão de acordo com os resultados do trabalho realizado por Gigliotti, em 2009, que obteve a mesma média

para esta variável. Dentre os demais estudos da literatura, nenhum avaliou e quantificou de maneira semelhante o grau de mobilidade dos mini-implantes ortodônticos, como já foi discutido previamente.

Há diversas indicações e possibilidades de tratamento com o auxílio dos mini-implantes. Assim, o período de permanência desses dispositivos na cavidade bucal é muito variável (GIGLIOTTI, 2009; KURODA et al., 2007a; MOON et al., 2008; MOTOYOSHI; MATSUOKA; SHIMIZU, 2007). Nesse estudo, todos os mini-implantes foram utilizados durante a retração dos dentes ântero-superiores, o período de observação médio foi de 8,77 meses, apresentando pequeno desvio-padrão de 3,20 meses. Os mini-implantes perdidos foram avaliados por um pequeno período de tempo, de 1 a 2 meses, pois a falha ocorria logo após a sua instalação. Associação entre o período de observação e a taxa de insucesso desses dispositivos de ancoragem será detalhada mais adiante no capítulo 6.3.5.

O grau de sensibilidade dos pacientes, relatado mensalmente, foi avaliado nesse estudo, utilizando escores de 0 a 3. O valor da média dessa variável em todo o período de observação está representado na Tabela 12. No entanto, como a interpretação da quantidade de dor do paciente é extremamente subjetiva, pode-se dizer que a utilização de uma escala analógica visual para a quantificação da dor dos pacientes seria mais adequada e eficiente, assim como foi realizado no estudo de Kuroda et al. (KURODA et al., 2007a). Entretanto, como este trabalho utiliza parte da amostra do estudo de Gigliotti (2009), a metodologia foi a mesma para todos os mini-implantes e pôde-se observar diferença significantes dos graus de sensibilidade entre os mini-implantes bem-sucedidos e aqueles perdidos, como no trabalho anterior. Essas observações serão descritas mais adiante.

O índice de placa modificado foi avaliado mensalmente, os valores apresentados na Tabela 12 referem-se aos escores médios usados para avaliar a quantidade de placa ao redor dos mini-implantes. A maioria dos trabalhos afirma que a pobre higiene bucal constitui um fator de risco para a estabilidade dos mini-implantes, contudo poucos estudos avaliam precisamente essa variável (APEL et al., 2009; CHENG et al., 2004; CHIN et al., 2007; GIGLIOTTI, 2009; PARK, H.S.; JEONG; KWON, 2006). Apel et al., em 2009, compararam a placa ao redor dos mini-implantes com a placa do sulco gengival ao redor dos elementos dentários, não encontrando diferenças significantes. Porém esse estudo não analisou a relação placa/estabilidade dos mini-implantes e a forma de quantificar a placa foi através do

isolamento do DNA de células bacterianas (APEL et al., 2009). No presente trabalho, como visto anteriormente, os escores utilizados para verificar a quantidade de placa foram: 0, quando não há placa ao redor do mini-implante; 1, quando existe placa reconhecida ao se deslizar uma sonda; 2, quando há placa visível a olho nu e 3, quando se tem abundância de matéria mole (GIGLIOTTI, 2009; MOMBELLI et al., 1987). O valor médio obtido, de 1,55 (DP=0,71), demonstra que a quantidade de placa ao redor dos mini-implantes não era em abundância, corroborando os achados de Gigliotti (GIGLIOTTI, 2009). Isso se deve ao fato de que os pacientes recebiam instruções de higiene oral durante o acompanhamento mensal (GIGLIOTTI, 2009; MOON et al., 2008).

A presença de inflamação peri-implantar tem sido diretamente associada à falha dos mini-implantes ortodônticos (MIYAWAKI et al., 2003; PARK, H.S.; JEONG; KWON, 2006). No entanto, no presente estudo, essa variável não foi analisada, já que apenas quatro pacientes apresentaram pequeno grau de inflamação durante o tratamento, sendo que este rapidamente regrediu após as orientações de higiene bucal passadas mensalmente. Assim, os mini-implantes permaneceram estáveis durante todo o tratamento.

6.3.3. Resultados das comparações entre os grupos GH e GV

Os autores mais citados na literatura que relacionaram a espessura da cortical óssea alveolar com os diferentes padrões de crescimento foram Tsunori, Mashita e Kasai, em 1998. O tipo de padrão de crescimento craniofacial, para eles, é um fator importante para o tratamento ortodôntico, uma vez que influencia o sistema de ancoragem, a previsão do crescimento das estruturas maxilofaciais, a força de mordida e a função mastigatória. Avaliando a relação entre as estruturas mandibulares e o tipo facial, verificaram que as médias do ângulo FMA para cada grupo foram 18,3° (DP=6,2) e 26,6° (DP=5,7), para os tipos faciais curto (padrão de crescimento horizontal) e longo (padrão de crescimento vertical), respectivamente (TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998). Vale ressaltar que a forma de divisão dos grupos não seguiu a mesma metodologia utilizada neste trabalho, uma vez que o presente estudo levou em consideração a média dos próprios pacientes para separá-los em padrão de crescimento horizontal e vertical. Apesar disso, comparando essas médias do ângulo FMA com as médias do presente trabalho

(Tabela 13), verifica-se que as mesmas se encontram próximas dos valores determinados no estudo anterior.

O mesmo ocorre quando se comparam as médias do valor do ângulo FMA em cada grupo e os resultados do trabalho de Masumoto et al. (2001), que foram os seguintes: 20,4° (DP=4,78) – pacientes do tipo facial curto e 32,2° (DP=2,53) – pacientes do tipo facial longo. Esses dois trabalhos clássicos diferem do presente estudo em dois aspectos: a forma de divisão dos grupos, como já citado anteriormente, e o fato de terem sido realizados em crânios humanos secos (MASUMOTO et al., 2001; TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998). Contudo, nenhum destes fatores impede a comparação da média do ângulo FMA.

No presente trabalho, as médias para as espessuras da cortical óssea alveolar são maiores na maioria dos sítios para o grupo dos pacientes horizontais – GH em relação ao grupo dos pacientes verticais – GV (Tabela 14). Essas diferenças foram estatisticamente significantes, de acordo com o teste t, para as seguintes regiões: espessura anterior superior vestibular (Esp. A/S V), espessura posterior inferior vestibular (Esp. P/I V) e espessura anterior inferior vestibular (Esp. A/I V), para $p < 0,05$. A comparação direta com os demais trabalhos deve ser realizada com cautela, visto que existem diferenças quanto às metodologias realizadas naqueles estudos.

Os estudos da literatura também encontraram valores maiores para as espessuras da cortical óssea alveolar nos pacientes com padrão de crescimento horizontal em comparação com os pacientes com padrão de crescimento vertical (GRACCO et al., 2009; MASUMOTO et al., 2001; TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998). Os resultados encontrados no presente trabalho estão de acordo com aqueles encontrados por Tsunori, Mashita e Kasai (1998) para a Esp. P/I V e Esp. A/I V. Esses autores encontraram valores maiores e significantes para o grupo do tipo facial curto (horizontal) com relação ao grupo do tipo facial longo (vertical), na região dos segundos e primeiros molares, assim como na região dos segundos pré-molares e incisivos mandibulares. Embora as médias dessas regiões se apresentassem maiores que aquelas neste trabalho, vale ressaltar que a forma de análise foi diferente entre os estudos, o que pode justificar este fato.

A metodologia de Masumoto et al., em 2001, difere em grande parte com a metodologia escolhida para este trabalho. A fim de realizar as mensurações das espessuras ósseas alveolares, diversos ângulos formados com o longo eixo dos

dentes foram separados. Os autores encontraram valores maiores para o grupo do tipo facial curto (horizontal) na região dos primeiros e segundos molares inferiores, tanto na vestibular como na lingual, em diferentes ângulos. Gracco et al. (2009) verificaram que a espessura vestibulo-lingual das tábuas ósseas alveolares anteriores superiores era maior para os pacientes com padrão de crescimento horizontal em comparação com os pacientes com padrão de crescimento vertical.

Mais estudos são necessários para verificar a diferença entre as espessuras das corticais ósseas alveolares, uma vez que os trabalhos realizam mensurações em locais específicos (Tsunori, Mashita, Kasai (1998) verificaram na mandíbula; já Masumoto et al. (2001) verificaram somente nos primeiros e segundos molares inferiores). Para os demais sítios deste estudo, não é possível realizar comparações dos resultados nos grupos GH e GV, pois não foi encontrado na literatura trabalhos semelhantes.

Sabe-se que para verificar se existe diferença entre duas variáveis é interessante que as médias entre elas não sejam tão próximas. A intenção inicial era incluir apenas pacientes que representassem os extremos dos padrões de crescimento – FMA. Eles seriam divididos de acordo com uma escala onde os pacientes maiores que a média mais um desvio-padrão seriam classificados como padrão de crescimento vertical; e pacientes com valores do FMA menores que a média menos um desvio-padrão seriam classificados como horizontais. Especula-se que as espessuras das corticais ósseas alveolares apresentam-se diferentes quando são comparadas nos extremos do padrão de crescimento. No entanto, esta é uma pesquisa clínica e, como as demais, apresenta dificuldades na seleção da amostra, principalmente pelo fato de ser realizada em dois anos. Todos os pacientes que receberam mini-implantes como reforço de ancoragem na retração anterior foram selecionados e não puderam ser excluídos de acordo com os valores do ângulo FMA, pois diminuiria significativamente a amostra do trabalho. Optou-se por dividi-los como já demonstrado. Devido a esse fato, algumas regiões podem não ter apresentado diferenças significantes, pois as médias encontradas nos dois grupos ficaram muito próximas (Tabela 14).

Assim como os estudos clássicos anteriormente citados (MASUMOTO et al., 2001; TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998), a correlação entre o ângulo FMA e as espessuras das corticais ósseas alveolares foi realizada e os resultados encontram-se na Tabela 15. Nela pode-se verificar correlação negativa entre as variáveis e

significantes em algumas regiões (Esp. A/S V, Esp. A/I V e Esp. A/I L), porém o coeficiente de correlação foi baixo (em módulo: 0,39; 0,49 e 0,38, respectivamente). Devido a esse fator, pode-se dizer que, embora significativa a correlação dessas variáveis, ela apresenta-se fraca. O mesmo ocorreu para o coeficiente de correlação encontrado nos demais trabalhos comparados (MASUMOTO et al., 2001; TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998).

Os resultados da comparação entre os grupos GH e GV corroboram os achados na literatura e demonstram tendência de maior espessura da cortical óssea alveolar nos pacientes com padrão de crescimento horizontal em comparação com o vertical. Adicionalmente, uma ligeira tendência de correlação negativa foi observada entre o ângulo FMA e as espessuras das corticais ósseas alveolares.

6.3.4. Resultados das comparações entre os grupos GMI(H) e GMI(V)

Para verificar a influência do padrão de crescimento craniofacial sobre a estabilidade dos mini-implantes, o grau de mobilidade e a proporção de sucessos desses dispositivos foram comparados nos grupos GMI(H) e GMI(V) de acordo com o teste de Mann-Whitney e o teste Exato de Fisher, respectivamente. Os resultados dessa comparação estão descritos nas Tabelas 17 e 18. Conforme a Tabela 16, as médias encontradas para o ângulo FMA nos dois grupos estão dentro dos valores sugeridos em outros trabalhos que também dividiram a amostra de acordo com o padrão de crescimento craniofacial, como já discutido no tópico anterior (MASUMOTO et al., 2001; TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998).

Segundo a Tabela 17, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos com relação ao grau de mobilidade dos mini-implantes. Vale ressaltar aqui uma impossibilidade de comparação direta desses resultados com os demais trabalhos na literatura, pois nenhum deles verificou a quantidade de movimentação desses dispositivos de ancoragem nos diferentes padrões de crescimento craniofacial.

Muitos autores afirmam que quando o torque de inserção dos mini-implantes é adequado, não ocorre movimentação, permanecendo estáveis durante o tratamento (MOTOYOSHI et al., 2006; MOTOYOSHI et al., 2007a, 2010). O torque de inserção representa a estabilidade primária (retenção mecânica inicial) dos mini-implantes no tecido ósseo. Como relatado anteriormente, a estabilidade primária

está relacionada com a espessura da cortical óssea alveolar (DEGUCHI et al., 2006; KIM, H.J. et al., 2006; SCHNELLE et al., 2004), qualidade óssea no sítio de inserção (CHUN; LIM, 2009; PARK, H. S. et al., 2008), além do trauma causado durante o procedimento cirúrgico (KRAVITZ; KUSNOTO, 2007b). No presente trabalho, não houve diferença entre a espessura da cortical óssea alveolar na região posterior superior vestibular para os grupos GH e GV (Tabela 14). Além disso, as médias encontradas foram semelhantes e maiores que um milímetro, espessura limite para adequada estabilidade dos mini-implantes (MOTOYOSHI et al., 2009b; MOTOYOSHI et al., 2007b). Adicionalmente, as técnicas precisas utilizadas para a inserção dos mini-implantes reduziram os traumas causados durante esse procedimento. Assim, mesmo não verificando a estabilidade primária através de métodos específicos, ela, provavelmente, apresentou-se adequada nos dois grupos, resultando na semelhança quanto ao grau de mobilidade desses dispositivos de ancoragem.

A proporção de sucesso dos mini-implantes ortodônticos encontrada neste trabalho para os pacientes com padrão de crescimento horizontal foi maior do que para os pacientes com padrão de crescimento vertical, 92,31% e 86,67%, respectivamente (Tabela 18), embora não estatisticamente significativa. A comparação direta com os demais trabalhos deve ser realizada com cautela, visto existirem diferenças com relação às metodologias realizadas.

Miyawaki et al. (2003) foram os primeiros autores a encontrarem diferenças quanto à proporção de sucesso dos mini-implantes ortodônticos e o ângulo do plano mandibular (SNGoGn). Eles avaliaram os possíveis fatores relacionados com a estabilidade de 134 mini-implantes por meio de um modelo de análise de regressão. Se a força ortodôntica fosse aplicada no sistema de ancoragem por um ano, era considerado sucesso. Esses autores concluíram que pacientes com alto ângulo do plano mandibular apresentavam menor taxa de sucesso dos mini-implantes em comparação com os pacientes com baixo ângulo. A taxa de sucesso para cada grupo foi a seguinte: 72,7% - alto ângulo do plano mandibular, e 100% - pequeno ângulo do plano mandibular. Vale ressaltar que esses autores utilizaram mini-implantes com diâmetros menores que um milímetro, além de inseri-los tanto na maxila como na mandíbula, e utilizar um grande número de variáveis não controladas (MIYAWAKI et al., 2003).

Outro trabalho que também deve ser comparado com cautela é o realizado por Kuroda et al. (2007). Esses autores avaliaram a relação dos mini-implantes de 1,3mm de diâmetro com vários fatores que poderiam influenciar a sua estabilidade, como o ângulo do plano mandibular, não especificando qual seria esse ângulo. Esse estudo verificou a proporção de sucesso de acordo com o tempo de permanência dos mini-implantes em função, um ano no mínimo, ou até o final do tratamento, tanto para a maxila quanto para a mandíbula, com inúmeras finalidades. As taxas de sucesso para pacientes com alto e baixo ângulo mandibular foram as seguintes: 88,9% e 90,9% e assim como este estudo, os autores não encontraram diferenças significantes (KURODA et al., 2007a).

Recentemente, Moon et al. (2010) verificaram a relação entre a taxa de sucesso e os padrões de crescimento dos pacientes, levando em consideração o ângulo FMA entre outros. Mini-implantes para retração anterior inseridos na maxila e na mandíbula, com diâmetro de 1,6mm e 8mm de comprimento formaram a amostra do trabalho. A taxa de sucesso foi menor em pacientes que apresentaram altos valores do ângulo FMA de acordo com a análise de regressão realizada. O ângulo FMA foi identificado como um grande influenciador da estabilidade dos mini-implantes (MOON et al., 2010). A taxa de sucesso foi menor (70-85%) do que a encontrada no presente estudo e, deve-se, provavelmente, ao fato de esses autores terem incluído mini-implantes posicionados na mandíbula, pois como é unânime na literatura, a taxa de sucesso desses dispositivos na mandíbula é menor do que na maxila (CHEN, Y.J. et al., 2007; CHENG et al., 2004; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006).

Embora a taxa de sucesso dos mini-implantes tenha sido maior para o grupo de pacientes com padrão de crescimento horizontal quando comparado com o grupo de pacientes com padrão de crescimento vertical, não houve diferenças significantes. É importante salientar que a ausência de diferenças estatisticamente significantes entre a proporção de sucesso encontrada nos grupos estudados neste trabalho pode-se dever ao valor reduzido da amostra, principalmente devido à pequena quantidade de falha, de apenas seis mini-implantes e ao fato de não existir diferenças na espessura da cortical óssea na região de inserção dos mini-implantes nos grupos estudados. Mais trabalhos são necessários para comparar a taxa de sucesso desses dispositivos nos diferentes padrões de crescimento craniofacial.

6.3.5. Resultado da análise da espessura da cortical óssea alveolar na proporção de sucesso dos mini-implantes

A influência da espessura da cortical óssea alveolar no local de inserção na proporção de sucesso dos mini-implantes desse estudo está demonstrada na Tabela 19. Verifica-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre a espessura nos grupos de sucesso e insucesso dos mini-implantes, embora a média do primeiro grupo tenha sido maior do que a média do segundo grupo. Esses autores ressaltaram a importância dos cuidados na escolha dos mini-implantes corretos para cada região, pois o aumento da espessura da cortical alveolar sozinho não promove o aumento do sucesso desse sistema de ancoragem, uma vez que ele depende do controle de vários fatores (MOTOYOSHI et al., 2009a; MOTOYOSHI et al., 2007b).

6.3.6. Resultados da análise dos fatores associados à falha dos mini-implantes

A proporção de sucesso dos mini-implantes varia cerca de 70 a 96% (CHEN, C.H. et al., 2006; CHENG et al., 2004; KIM, S.H. et al., 2010; KURODA et al., 2007b; MIYAWAKI et al., 2003; MOTOYOSHI et al., 2006; MOTOYOSHI et al., 2007a, 2010; MOTOYOSHI et al., 2007b; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006), considerando mini-implantes instalados nas mais diversas regiões da maxila e mandíbula. Pode-se dizer que esse sistema de ancoragem ainda apresenta porcentagem de falha considerável, o que explica a enorme quantidade de estudos que vêm sendo realizados a fim de determinar os fatores de risco para o sucesso dos mini-implantes ortodônticos. Os resultados deste estudo apresentaram uma proporção de sucesso total de 89,29% (Tabela 20). É importante ressaltar que a porcentagem de sucesso deste estudo não inclui mini-implantes instalados na mandíbula.

Alguns estudos verificaram a proporção de sucesso entre os mini-implantes inseridos na região posterior da maxila e da mandíbula. Miyawaki et al. (MIYAWAKI et al., 2003) encontraram 85% de sucesso desses dispositivos, contudo não especificaram a proporção para cada um dos arcos dentários. Motoyoshi et al. (MOTOYOSHI et al., 2010) verificaram que a proporção de sucesso de mini-implantes com 1,6mm de diâmetro e 8mm de comprimento, inseridos entre o segundo pré-molar e primeiro molar e entre primeiro e segundo molares da maxila e

da mandíbula, foi de 90,5%. Assim, como o estudo anterior, esses autores não demonstraram a proporção de sucesso dos mini-implantes correspondente a cada arco dentário.

Outros estudos verificaram a proporção de sucesso desse sistema de ancoragem para cada arco dentário e para cada região de inserção, demonstrando valores aproximados ao do presente trabalho (89,29%). Motoyoshi et al. (MOTOYOSHI et al., 2006) encontraram valor de 87,5% para a taxa de sucesso dos mini-implantes com dimensões de 1,6mm de diâmetro e 8mm de comprimento, inseridos na região posterior da maxila (entre o segundo pré-molar e o primeiro molar e entre os molares superiores). Essa taxa de sucesso aumentou para 88,7% no estudo realizado por esses autores em 2009. Eles analisaram a estabilidade de mini-implantes inseridos apenas entre o segundo pré-molar e o primeiro molar superiores (MOTOYOSHI et al., 2009a). A taxa de sucesso de 90% para os mini-implantes inseridos nesta mesma região foi encontrada no estudo de Gigliotti, em 2009. No estudo realizado por Moon et al. (MOON et al., 2010), a proporção de sucesso de mini-implantes com 1,6mm de diâmetro e 8mm de comprimento foi avaliada para as seguintes regiões da maxila: dispositivos inseridos entre os pré-molares – 84,5%, entre o segundo pré-molar e primeiro molar – 79,6% e entre os molares – 79,8%.

Vale ressaltar que os mini-implantes considerados como bem-sucedidos, no presente trabalho, não apresentavam nenhum grau de mobilidade, ao contrário de diversos estudos que consideram como bem-sucedido o mini-implante que conseguiu suportar a força aplicada sobre ele durante o período necessário (CHENG et al., 2004; KURODA et al., 2007a; MIYAWAKI et al., 2003; MOON et al., 2010; MOTOYOSHI et al., 2006; MOTOYOSHI et al., 2009a; MOTOYOSHI et al., 2010; MOTOYOSHI et al., 2007b; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006). Poucos estudos relatam em sua metodologia que os mini-implantes bem-sucedidos não deveriam apresentar qualquer sinal de mobilidade clínica (MOON et al., 2010; MOTOYOSHI et al., 2006; MOTOYOSHI et al., 2009a; MOTOYOSHI et al., 2010; MOTOYOSHI et al., 2007b; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006). Isso significa que, ao avaliar os estudos da literatura pertinente, possivelmente os mesmos podem ter considerado mini-implantes com algum grau de mobilidade como bem-sucedidos.

Os fatores relacionados ao insucesso dos mini-implantes podem ser analisados na Tabela 20 e são os seguintes: a característica do tecido mole na

região de inserção, índice de placa, sensibilidade, período de observação e técnica/operador.

Diversos estudos sugerem que a ausência de gengiva inserida no local de instalação do mini-implante pode interferir na estabilidade desse sistema de ancoragem (CHENG et al., 2004; DEGUCHI et al., 2006; KURODA et al., 2007a; ONO; MOTOYOSHI; SHIMIZU, 2008). Cheng et al. (CHENG et al., 2004) e Chaddad et al. (CHADDAD et al., 2008) verificaram que a ausência de mucosa ceratinizada no local de inserção do mini-implante aumentou significativamente o risco de infecção e falha. Entretanto, os resultados obtidos neste trabalho demonstraram que as características do tecido mole na região de inserção não influenciou significativamente a estabilidade dos mini-implantes avaliados, corroborando os resultados encontrados por Gigliotti (GIGLIOTTI, 2009). Vale ressaltar que todos os mini-implantes foram inseridos em uma região mais coronal do septo, ou seja, em uma região de mucosa alveolar coronal, próxima à junção mucogengival. Nos estudos citados, os autores apenas dividiram os grupos quanto à presença ou à ausência de mucosa ceratinizada ao redor do mini-implante. Especula-se, portanto, que possam existir nessas amostras, mini-implantes inseridos em regiões muito apicais onde a proximidade com as regiões de freios e bridas facilita o processo de inflamação e hiperplasia tecidual ao redor do mini-implante (MIYAWAKI et al., 2003). Além disso, como a quantidade de mini-implantes perdidos foi apenas seis, muito reduzida, a chance de se encontrar valores significantes para as análises comparativas, e assim determinar fatores de risco com confiabilidade, torna-se menor.

Para os implantes dentários, a quantidade e composição do biofilme tem grande influência na peri-implantite (COVANI et al., 2006; QUIRYNEN; DE SOETE; VAN STEENBERGHE, 2002). No entanto, para os mini-implantes ortodônticos, poucos estudos avaliaram a quantidade e composição do biofilme ao redor desses dispositivos de ancoragem (APEL et al., 2009; CHIN et al., 2007). Os estudos geralmente avaliavam apenas a qualidade da escovação do paciente (CHENG et al., 2004; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006) e/ou a presença de inflamação ao redor do mini-implante (CHENG et al., 2004; MIYAWAKI et al., 2003; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006). Apenas Apel et al. (APEL et al., 2009) verificaram que a placa bacteriana ao redor dos mini-implantes ortodônticos não possui patógenos altamente agressivos aos tecidos circunjacentes. Os resultados deste trabalho não

demonstraram diferenças significantes entre o índice de placa encontrada em mini-implantes bem-sucedidos e mini-implantes perdidos (Tabela 20). Como dificilmente se constatou a presença de inflamação ao redor do mini-implante, devido às constantes instruções de higiene bucal, ela não foi analisada.

Nos dispositivos que não apresentaram mobilidade a sensibilidade era inexistente. Porém, o grau de sensibilidade aumentava significativamente à medida que os mini-implantes perdiam sua estabilidade, como pode ser observado na Tabela 20. Estes eram removidos assim que possível, devido à grande sensibilidade relatada pelo paciente durante a aferição desses dispositivos de ancoragem. Quando necessário, um novo mini-implante era instalado, após aproximadamente um mês, respeitando o período de cicatrização do tecido ósseo.

Essa sensibilidade relatada pelo paciente provavelmente está relacionada ao trauma (compressão) dos tecidos moles circunjacentes, provocado pelo movimento dos mini-implantes com alto grau de mobilidade, visto que em geral não existe dor espontânea, mas apenas provocada mediante movimentação (GIGLIOTTI, 2009). Além disso, essa condição traumática favorece a inflamação dos tecidos peri-implantares, aumentando progressivamente a sensibilidade na região. Esse fato tem correlação também com a sensibilidade do paciente durante a remoção do mini-implante, já que a sensibilidade só ocorre nos momentos finais da remoção (MAH; BERGSTRAND, 2005).

Os mini-implantes que falharam foram avaliados apenas por aproximadamente 1,67 meses, e os mini-implantes bem-sucedidos, por aproximadamente 9,62 meses. Esse achado condiz com o período observado por Cheng et al. (CHENG et al., 2004), em que 2/3 das falhas dos mini-implantes ocorreram dentro de um mês após a aplicação de carga, assim como com o período observado por Moon et al. (MOON et al., 2008), de 1,65 mês e por Gigliotti (GIGLIOTTI, 2009) de 1,75 mês. No entanto, o período encontrado no presente trabalho apresentou-se menor que o período encontrado por Park, Jeong e Kwon (PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006), de 3,40 meses. Para Moon et al. (MOON et al., 2010), 80% das falhas que ocorreram com os mini-implantes aconteceram entre o primeiro e quarto mês após a inserção. Nota-se que, na maioria dos trabalhos, a falha dos mini-implantes ortodônticos ocorre praticamente logo após a sua instalação.

Essa falha, a curto prazo, dos mini-implantes ortodônticos está diretamente relacionada à estabilidade primária (ALBREKTSSON et al., 1981), que é obtida através do tecido ósseo que envolve o mini-implante para dar suporte mecânico a ele. Ou seja, ela está intimamente relacionada à espessura da cortical óssea (DEGUCHI et al., 2006; KIM, H.J. et al., 2006; SCHNELLE et al., 2004); qualidade óssea no sítio de inserção (CHUN; LIM, 2009; PARK, H. S. et al., 2008); à quantidade de danos causados pelo trauma cirúrgico (KRAVITZ; KUSNOTO, 2007b; KURODA et al., 2007b) e à íntima relação osso/implante (retenção mecânica) (KRAVITZ; KUSNOTO, 2007b). De acordo com a Tabela 19, os resultados indicam que não há diferença estatisticamente significativa entre a espessura da cortical óssea alveolar para os mini-implantes que tiveram sucesso e os mini-implantes que falharam, embora a média para o primeiro grupo (1,19mm) se apresentasse ligeiramente maior do que a média do segundo grupo (1,17mm). Vale ressaltar que o fato de ocorrer poucas perdas dos mini-implantes, somente seis, pode não demonstrar resultados significantes entre estes grupos.

Analisando a Tabela 20, verifica-se que não houve diferença na taxa de sucesso dos mini-implantes para as duas técnicas de inserção escolhidas. Muitos trabalhos utilizaram em sua metodologia técnicas variadas, assim como diferentes operadores, porém não verificam se há influência desses fatores na estabilidade dos mini-implantes ortodônticos (CHENG et al., 2004; KURODA et al., 2007a; MIYAWAKI et al., 2003; MOON et al., 2010; MOTOYOSHI et al., 2007b; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006). Kyung et al. (KYUNG, H. et al., 2003) afirmaram que a habilidade do operador influencia a estabilidade desses dispositivos. Esse fato pode ser contornado quando os operadores são devidamente calibrados (MOON et al., 2010) e seguem técnicas precisas de inserção (BARROS, 2008; GIGLIOTTI, 2009). No presente estudo, os operadores foram devidamente calibrados e demonstraram domínio da técnica, diminuindo as possibilidades de influência na estabilidade dos mini-implantes autoperfurantes.

A pequena quantidade de trabalhos com metodologias semelhantes a deste estudo, devido ao despertar recente do interesse por esses fatores de risco, torna necessária a realização de novos estudos, com o intuito de se produzir um consenso na literatura pertinente.

6.4 CONSIDERAÇÕES CLÍNICAS

A utilização de mini-implantes como recurso de ancoragem vem se tornando rotina na clínica do ortodontista, isso ocorre devido à sua alta previsibilidade e aos benefícios comprovados cientificamente (CORNELIS et al., 2007; JANSSEN et al., 2008; PAPADOPOULOS; TARAWNEH, 2007). No entanto, os principais fatores de risco envolvidos no insucesso desse sistema de ancoragem são constantemente avaliados na literatura, visto que a falha de aproximadamente 10% desses dispositivos de ancoragem tem sido motivo de inquietação por parte dos pesquisadores e clínicos (BAEK et al., 2008; CHENG et al., 2004; KRAVITZ; KUSNOTO, 2007b; MIYAWAKI et al., 2003; MONTES et al., 2007; MOON et al., 2008; MOON et al., 2010; ORENSTEIN et al., 1998; PARK, H. S.; JEONG; KWON, 2006).

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, pôde-se observar que os pacientes com padrão de crescimento horizontal apresentam maior espessura das corticais ósseas alveolares nas regiões anteriores e posteriores vestibulares da mandíbula e na região anterior vestibular da maxila, quando comparado com pacientes com padrão de crescimento vertical. Embora as médias para o grupo de pacientes horizontais fossem maiores, elas eram próximas das médias do grupo de pacientes verticais. Não houve diferenças entre os padrões de crescimento com relação à estabilidade dos mini-implantes ortodônticos. Especula-se que essa ausência de correlação esteja diretamente ligada à semelhança da espessura da cortical óssea alveolar na região de inserção desses dispositivos entre os dois grupos. Além disso, o número de mini-implantes perdidos foi reduzido, o que dificulta o encontro de diferenças estatisticamente significantes. Outro fato que deve ser observado é que as espessuras nos sítios avaliados tiveram valores maiores que um milímetro, valor mínimo sugerido por alguns autores para a adequada estabilidade desses dispositivos (MOTOYOSHI et al., 2009b; MOTOYOSHI et al., 2007b).

Uma vez verificado que as espessuras nos locais de inserção dos mini-implantes são suficientes para promover boa estabilidade primária, os demais fatores devem ser avaliados com cuidado. Além disso, pode-se sugerir ao clínico a utilização de tomografia computadorizada para confirmar a presença de boa qualidade do tecido ósseo e espessura adequada da cortical óssea no local de inserção, aumentando as chances de sucesso dos mini-implantes ortodônticos,

sobretudo quando a região anatômica selecionada for sabidamente de qualidade óssea deficiente (DEGUCHI et al., 2003; GAHLEITNER et al., 2004; HERNANDEZ et al., 2008; LIM, J.E.; LIM; CHUN, 2008; MOTOYOSHI et al., 2009b; MOTOYOSHI et al., 2007b).

Neste estudo, as variáveis influenciadoras da estabilidade dos mini-implantes (características da região de inserção, índice de placa e técnica/operator) foram controladas, o que promoveu a reduzida taxa de insucesso desse sistema de ancoragem. Clinicamente, esses resultados são relevantes, pois reforçam a importância de o ortodontista realizar o maior controle possível dos demais fatores que possam interferir na estabilidade desses dispositivos de ancoragem.

O torque de inserção seria um desses fatores de risco que podem ser controlados pelo ortodontista, pois ele tem demonstrado provocar aumento da falha dos mini-implantes quando se apresenta em excesso, induzindo extrema compressão no tecido ósseo, ou quando o torque é insuficiente, não promovendo estabilidade primária adequada (MOTOYOSHI et al., 2006; MOTOYOSHI et al., 2010; VELTRI et al., 2009; WILMES; SU; DRESCHER, 2008). A proximidade dos mini-implantes às raízes dentárias também constitui um fator de risco para esses dispositivos de ancoragem e vem sendo bastante estudada na literatura (ASSCHERICKX et al., 2008; CHEN, Y.H. et al., 2008; KANG, Y.G. et al., 2009; KIM, S.H. et al., 2010; KURODA et al., 2007b). A identificação das raízes dos dentes e a disponibilidade óssea para a inserção dos mini-implantes minimizam a possibilidade de lesão às estruturas anatômicas, aumentando, assim, o índice de sucesso da tratamento ortodôntico (BARROS, S.E.C., 2008; BARROS, S.E.C. et al., 2006; ESTELITA, S. et al., 2009; GIGLIOTTI, 2009). Muito embora esses fatores não tenham sido analisados no presente estudo, são de extrema importância para o ortodontista ou cirurgião.

Outro aspecto analisado que pode ser extrapolado precisamente para a vida clínica é o acompanhamento mensal desses mini-implantes, com o intuito de controlar a inflamação ao seu redor, assim como constatar qualquer grau de mobilidade. Com essas atitudes, evita-se a perda precoce desses dispositivos de ancoragem. Assim, esse fato reforça a hipótese de que o ortodontista seria o profissional mais indicado para realizar a inserção de mini-implantes (BARROS, S.E.C., 2008; ESTELITA, S. et al., 2009; GIGLIOTTI, 2009; MAH; BERGSTRAND, 2005; MIZRAHI; MIZRAHI, 2007; PAPADOPOULOS; TARAWNEH, 2007).

Diante dos resultados deste estudo, rejeitando a hipótese de que o padrão de crescimento vertical poderia causar insucesso desses dispositivos, pode-se encorajar o ortodontista a realizar instalações de mini-implantes em todos os pacientes, independentemente do padrão de crescimento que eles apresentam, desde que o clínico utilize técnicas de inserção precisas, realizando um bom planejamento, levando em consideração as características anatômicas próprias de cada paciente e controlando todos os possíveis fatores influenciadores da estabilidade desse sistema de ancoragem.

6.5 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Com base na experiência adquirida e nas dificuldades encontradas durante a realização desta pesquisa, sugere-se que novos trabalhos sejam realizados para suprimir tais falhas e gerar uma linha de pesquisa do assunto em questão. Segue abaixo as sugestões para futuros trabalhos:

- Aumentar o tamanho da amostra de pacientes e mini-implantes e realizar novamente as análises comparativas;
 - Compor uma amostra de pacientes com valores extremos do padrão de crescimento craniofacial;
 - Realizar trabalho com metodologia semelhante, porém com inserções diferentes dos mini-implantes.
-

7 CONCLUSÃO

7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos para a amostra estudada, e de acordo a metodologia aplicada, foi possível concluir que:

- As espessuras das corticais ósseas alveolares nas seguintes regiões: anterior superior vestibular, anterior inferior vestibular e posterior inferior vestibular, foram maiores no grupo horizontal do que o grupo vertical. Houve correlação negativa significativa entre o padrão de crescimento craniofacial (FMA) e as espessuras nas regiões anteriores inferiores (vestibular e lingual) e superior (vestibular).
 - Não houve diferença estatisticamente significativa no grau de mobilidade e proporção de sucesso dos mini-implantes nos grupos horizontal e vertical.
 - Dentre as variáveis estudadas, nenhuma demonstrou estar significativamente relacionada ao insucesso dos mini-implantes autoperfurantes. No entanto, observou-se maior sensibilidade nos pacientes que apresentavam mini-implantes com algum grau de mobilidade, e que a falha destes dispositivos de ancoragem ocorria logo após sua inserção.
-

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

Albrektsson T, Branemark PI, Hansson HA, Lindstrom J. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop Scand*. 1981;52(2):155-70.

Andrews LF. The straight wire appliance. Syllabus of philosophy and techniques. 2ed. ed; 1975.

Apel S, Apel C, Morea C, Tortamano A, Dominguez GC, Conrads G. Microflora associated with successful and failed orthodontic mini-implants. *Clin Oral Implants Res*. 2009;20(11):1186-90.

Araújo TM, Nascimento MHA, Bezerra F, Sobral MC. Ancoragem esquelética em Ortodontia com miniimplantes. *Rev Dent Press Ortodont Ortopedi Facial*. 2006;11(4):126-56.

Asscherickx K, Vande Vannet B, Wehrbein H, Sabzevar MM. Success rate of miniscrews relative to their position to adjacent roots. *Eur J Orthod*. 2008;30(4):330-5.

Asscherickx K, Vannet BV, Wehrbein H, Sabzevar MM. Root repair after injury from mini-screw. *Clin Oral Implants Res*. 2005;16(5):575-8.

Bae S. Clinical application of mico-implant anchorage. *J Clin Orthod*. 2002;36(5):298-302.

Baek SH, Kim BM, Kyung SH, Lim JK, Kim YH. Success rate and risk factors associated with mini-implants reinstalled in the maxilla. *Angle Orthod*. 2008;78(5):895-901.

Barros SE, Janson G, Chiqueto K, Garib DG. Two-dimensional radiographic and clinical references of the tooth crown for orthodontic mini-implant insertion: a guide-free technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010;110(5):e8-16.

Barros SEC. Avaliação da precisão de um guia radiográfico-cirúrgico para inserção de mini-implantes Bauru: Universidade de São Paulo; 2008.

Barros SEC, Janson G, Chiqueto K, de Freitas MR, Henriques JF, Pinzan A. A three-dimensional radiographic-surgical guide for mini-implant placement. *J Clin Orthod.* 2006;40(9):548-54.

Baumgaertel S. Quantitative investigation of palatal bone depth and cortical bone thickness for mini-implant placement in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(1):104-8.

Baumgaertel S, Hans MG. Buccal cortical bone thickness for mini-implant placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(2):230-5.

Beckmann SH, Kuitert RB, Prahl-Andersen B, Segner D, The RP, Tuinzing DB. Alveolar and skeletal dimensions associated with lower face height. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;113(5):498-506.

Bezerra F, Villela H, Laboissière JM, Dias L. Ancoragem absoluta utilizando microparafusos ortodônticos de titânio: Planejamento e protocolo cirúrgico (Trilogia - Parte I). *Implant News.* 2004;1(6):469-75.

Bishara S. Longitudinal cephalometric standards from 5 years of age to adulthood. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1981;79(1):35-44.

Bjerklin K, Ericson S. How a computerized tomography examination changed the treatment plans of 80 children with retained and ectopically positioned maxillary canines. *Angle Orthod.* 2006;76(1):43-51.

Block MS, Hoffman DR. A new device for absolute anchorage for orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;107(3):251-8.

Branemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindstrom J, Ohlsson A. Intraosseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1969;3(2):81-100.

Buchter A, Wiechmann D, Koerdt S, Wiesmann HP, Piffko J, Meyer U. Load-related implant reaction of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Clin Oral Implants Res.* 2005;16(4):473-9.

Buser D, Weber HP, Lang NP. Tissue integration of non-submerged implants. 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants. *Clin Oral Implants Res.* 1990;1(1):33-40.

Carano A, Velo S, Incorvati C, Poggio P. Clinical applications of the Mini-Screw-Anchorage-System (M.A.S.) in the maxillary alveolar bone. *Prog Orthod.* 2004;5(2):212-35.

Carano A, Velo S, Leone P, Giuseppe S. Clinical applications of the miniscrew anchorage system. *J Clin Orthod.* 2005;39(1):9-24.

Cattaneo PM, Melsen B. The use of cone-beam computed tomography in an orthodontic department in between research and daily clinic. *World J Orthod.* 2008;9(3):269-82.

Celenza F, Hochman MN. Absolute anchorage in orthodontics: Direct and indirect implant-assisted modalities. *J Clin Orthod.* 2000;34(7):397-402.

Cha JY, Kil JK, Yoon TM, Hwang CJ. Miniscrew stability evaluated with computerized tomography scanning. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(1):73-9.

Chaddad K, Ferreira AF, Geurs N, Reddy MS. Influence of surface characteristics on survival rates of mini-implants. *Angle Orthod.* 2008;78(1):107-13.

Chatzigianni A, Keilig L, Reimann S, Eliades T, Bourauel C. Effect of mini-implant length and diameter on primary stability under loading with two force levels. *Eur J Orthod.* 2010;1-7.

Chaushu S, Chaushu G, Becker A. Letter to the editor: misinterpreted citation. *J Orthod.* 2008;35(4):292, author reply -3.

Chen CH, Chang CS, Hsieh CH, Tseng YC, Shen YS, Huang IY, et al. The use of microimplants in orthodontic anchorage. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006;64(8):1209-13.

Chen J, Esterle M, Roberts WE. Mechanical response to functional loading around the threads of retromolar endosseous implants utilized for orthodontic anchorage: Coordinated histomorphometric and finite element analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1999;14(2):282-9.

Chen YH, Chang HH, Chen YJ, Lee D, Chiang HH, Yao CC. Root contact during insertion of miniscrews for orthodontic anchorage increases the failure rate: an animal study. *Clin Oral Implants Res*. 2008;19(1):99-106.

Chen YJ, Chang HH, Huang CY, Hung HC, Lai EH, Yao CC. A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems. *Clin Oral Implants Res*. 2007;18(6):768-75.

Chen YJ, Chen YH, Lin LD, Yao CC. Removal torque of miniscrews used for orthodontic anchorage--a preliminary report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2006;21(2):283-9.

Cheng SJ, Tseng IY, Lee JJ, Kok SH. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19(1):100-6.

Chin MY, Sandham A, de Vries J, van der Mei HC, Busscher HJ. Biofilm formation on surface characterized micro-implants for skeletal anchorage in orthodontics. *Biomaterials*. 2007;28(11):2032-40.

Choi JH, Park CH, Yi SW, Lim HJ, Hwang HS. Bone density measurement in interdental areas with simulated placement of orthodontic miniscrew implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;136(6):766 e1-12; discussion -7.

Chun Y, Lim W. Bone density at interradicular sites: implications for orthodontic mini-implant placement. *Orthod Craniofac Res*. 2009;12(1):25-32.

Chung K, Kim SH, Kook Y. C-orthodontic microimplant for distalization of mandibular dentition in Class III correction. *Angle Orthod*. 2005;75(1):119-28.

Cornelis MA, Scheffler NR, De Clerck HJ, Tulloch JF, Behets CN. Systematic review of the experimental use of temporary skeletal anchorage devices in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;131(4 Suppl):S52-8.

Covani U, Marconcini S, Crespi R, Barone A. Bacterial plaque colonization around dental implant surfaces. *Implant Dent*. 2006;15(3):298-304.

Creekmore TD, Eklund MK. The possibility of skeletal anchorage. *J Clin Orthod*. 1983;17(4):266-9.

Dahlberg G. Statistical methods for medical and biological students. New York: Interscience; 1940.

Damstra J, Fourie Z, Huddleston Slater JJ, Ren Y. Accuracy of linear measurements from cone-beam computed tomography-derived surface models of different voxel sizes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;137(1):16 e1-6; discussion -7.

Daskalogiannakis J. Glossary of orthodontic terms. Leipzig: Quintessence Publishing Co.; 2000.

De Clerck H, Geerinckx V, Siciliano S. The Zygoma Anchorage System. *J Clin Orthod*. 2002;36(8):455-9.

De Vos W, Casselman J, Swennen GR. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2009;38(6):609-25.

Deguchi T, Nasu M, Murakami K, Yabuuchi T, Kamioka H, Takano-Yamamoto T. Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006;129(6):721 e7-12.

Deguchi T, Takano-Yamamoto T, Kanomi R, Hartsfield JK, Jr., Roberts WE, Garetto LP. The use of small titanium screws for orthodontic anchorage. *J Dent Res*. 2003;82(5):377-81.

DeVincenzo JP. A new non-surgical approach for treatment of extreme dolichocephalic malocclusions. Part 2. Case selection and management. *J Clin Orthod*. 2006;40(4):250-60; quiz 32.

Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M, Kiliaridis S. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;135(4):434-7.

Eckfeldt A, Christiansson U, Eriksson T, Linden U, Lundqvist S, Rundcrantz T, et al. A retrospective analysis of factors associated with multiple implant failures in maxillae. *Clin Oral Implants Res*. 2001;12(5):462-7.

Enacar A, Giray B, Pehlivanoglu M, Iplikcioglu H. Facemask therapy with rigid anchorage in a patient with maxillary hypoplasia and severe oligodontia. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003;123(5):571-7.

Enlow D. Handbook of facial growth. Philadelphia; 1975.

Ericson S, Kurol PJ. Resorption of incisors after ectopic eruption of maxillary canines: a CT study. *Angle Orthod*. 2000;70(6):415-23.

Estelita S, Janson G, Chiqueto K, Janson M, de Freitas MR. Predictable drill-free screw positioning with a graduated 3-dimensional radiographic-surgical guide: a preliminary report. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;136(5):722-35.

Estelita S, Janson G, Chiquetto K. Inserção de mini-implantes baseada nas referências anatômicas da coroa dentária. *OrtodontiaSPO*. 2010;43(1):108.

Farman AG, Scarfe WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006;130(2):257-65.

Ferreira MC, Garib DG, Cotrim-Ferreira F. Methodology standardization for measuring buccal and lingual alveolar bone plates using Cone Beam Computed Tomography. *Dental Press J Orthod*. 2010;15(1):49-52

Florvaag B, Kneuert P, Lazar F, Koebke J, Zoller JE, Braumann B, et al. Biomechanical properties of orthodontic miniscrews. An in-vitro study. *J Orofac Orthop*. 2010;71(1):53-67.

Freire JN, Silva NR, Gil JN, Magini RS, Coelho PG. Histomorphologic and histomorphometric evaluation of immediately and early loaded mini-implants for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;131(6):704 e1-9.

Fuhrmann R. Three-dimensional cephalometry and three-dimensional skull models in orthodontic/surgical diagnosis and treatment planning. *Semin Orthod*. 2002;8(1):17-22.

Gahleitner A, Podesser B, Schick S, Watzek G, Imhof H. Dental CT and orthodontic implants: imaging technique and assessment of available bone volume in the hard palate. *Eur J Radiol*. 2004;51(3):257-62.

Gainsforth BL, Higley LB. A study of orthodontic anchorage possibilities in basal bone. *Am J Orthod Oral Surg.* 1945;31:406-17.

Garfinkle JS, Cunningham LL, Jr., Beeman CS, Kluemper GT, Hicks EP, Kim MO. Evaluation of orthodontic mini-implant anchorage in premolar extraction therapy in adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(5):642-53.

Garib DG, Henriques JF, Janson G, de Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(6):749-58.

Garib DG, Jr Raymundo R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *Rev Dent Press Ortodon Ortop.* 2007;12(2):Tópico especial.

Gedrange T, Hietschold V, Mai R, Wolf P, Nicklisch M, Harzer W. An evaluation of resonance frequency analysis for the determination of the primary stability of orthodontic palatal implants. A study in human cadavers. *Clin Oral Implants Res.* 2005;16(4):425-31.

Gigliotti M. Influência da proximidade entre o mini-implante e as raízes dentárias sobre o grau de estabilidade [mestrado]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2009.

Gracco A, Lombardo L, Mancuso G, Gravina V, Siciliani G. Upper incisor position and bony support in untreated patients as seen on CBCT. *Angle Orthod.* 2009;79(4):692-702.

Gracco A, Luca L, Cozzani M, Siciliani G. Assessment of palatal bone thickness in adults with cone beam computerised tomography. *Aust Orthod J.* 2007;23(2):109-13.

Halazonetis DJ. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;127(5):627-37.

Hassunuma CY. Avaliação cefalométrica do comportamento dos padrões extremos de crescimento facial anterior na tratamento da classe II 1a divisão com extração de 1os Pré-molares e aparelho fixo associado à ancoragem extrabucal. [Dissertação]. Bauru: Universidade de São Paulo; 2003.

Heidemann W, Gerlach KL. Clinical applications of drill free screws in maxillofacial surgery. *J Craniomaxillofac Surg.* 1999;27(4):252-5.

Heidemann W, Gerlach KL, Grobel KH, Kollner HG. Drill Free Screws: a new form of osteosynthesis screw. *J Craniomaxillofac Surg.* 1998;26(3):163-8.

Heidemann W, Terheyden H, Gerlach KL. [In vivo studies of screw-bone contact of drill-free screws and conventional self-tapping screws]. *Mund Kiefer Gesichtschir.* 2001;5(1):17-21.

Herman R, Cope J. Miniscrew Implants: IMTEC Mini Ortho Implants. *Semin Orthod.* 2005;11(1):32-9.

Hernandez LC, Montoto G, Puente Rodriguez M, Galban L, Martinez V. 'Bone map' for a safe placement of miniscrews generated by computed tomography. *Clin Oral Implants Res.* 2008;19(6):576-81.

Houston WJ. The analysis of errors in orthodontic measurements. *Am J Orthod.* 1983;83(5):382-90.

Howerton WB, Jr., Mora MA. Advancements in digital imaging: what is new and on the horizon? *J Am Dent Assoc.* 2008;139 Suppl:20S-4S.

Huang LH, Shotwell JL, Whang HL. Dental implants for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;127(6):713-22.

Inaba M. Evaluation of primary stability of inclined orthodontic mini-implants. *Journal of Oral Science.* 2009;51(3):347-53.

Interlandi S. [The standard cephalogram of the postgraduate course in orthodontics at the College of Dentistry of U. S. P.]. *Rev Fac Odontol Sao Paulo.* 1968;6(1):63-74.

Janson G, Brambilla Ada C, Henriques JF, de Freitas MR, Neves LS. Class II treatment success rate in 2- and 4-premolar extraction protocols. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125(4):472-9.

Janson G, Dainesi EA, Henriques JF, de Freitas MR, de Lima KJ. Class II subdivision treatment success rate with symmetric and asymmetric extraction protocols. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003;124(3):257-64; quiz 339.

Janson G, de Lima KJ, Woodside DG, Metaxas A, de Freitas MR, Henriques JF. Class II subdivision malocclusion types and evaluation of their asymmetries. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;131(1):57-66.

Janson GR, Metaxas A, Woodside DG. Variation in maxillary and mandibular molar and incisor vertical dimension in 12-year-old subjects with excess, normal, and short lower anterior face height. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1994;106(4):409-18.

Janssen KI, Raghoobar GM, Vissink A, Sandham A. Skeletal anchorage in orthodontics--a review of various systems in animal and human studies. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2008;23(1):75-88.

Kang S, Lee SJ, Ahn SJ, Heo MS, Kim TW. Bone thickness of the palate for orthodontic mini-implant anchorage in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;131(4 Suppl):S74-81.

Kang YG, Kim JY, Lee YJ, Chung KR, Park YG. Stability of mini-screws invading dental roots and their impact on the parodontal tissues in Beagles. *Angle Orthodontist*. 2009;79(2):248-55.

Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod*. 1997;31(11):763-7.

Karoussis IK, Bragger U, Salvi GE, Burgin W, Lang NP. Effect of implant design on survival and success rates of titanium oral implants: a 10-year prospective cohort study of the ITI Dental Implant System. *Clin Oral Implants Res*. 2004;15(1):8-17.

Kau CH, English JD, Muller-Delgado MG, Hamid H, Ellis RK, Winklemann S. Retrospective cone-beam computed tomography evaluation of temporary anchorage devices. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;137(2):166 e1-5; discussion -7.

Kim HJ, Yun HS, Park HD, Kim DH, Park YC. Soft-tissue and cortical-bone thickness at orthodontic implant sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006;130(2):177-82.

Kim JW, Ahn SJ, Chang YI. Histomorphometric and mechanical analyses of the drill-free screw as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005;128(2):190-4.

Kim SH, Kang JM, Choi B, Nelson G. Clinical application of a stereolithographic surgical guide for simple positioning of orthodontic mini-implants. *World J Orthod.* 2008;9(4):371-82.

Kim SH, Kang SM, Choi YS, Kook YA, Chung KR, Huang JC. Cone-beam computed tomography evaluation of mini-implants after placement: Is root proximity a major risk factor for failure? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138(3):264-76.

Kim SH, Yoon HG, Choi YS, Hwang EH, Kook YA, Nelson G. Evaluation of interdental space of the maxillary posterior area for orthodontic mini-implants with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(5):635-41.

Kim TW, Kim H, Lee SJ. Correction of deep overbite and gummy smile by using a mini-implant with a segmented wire in a growing Class II Division 2 patient. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(5):676-85.

Kravitz ND, Kusnoto B. Placement of mini-implants with topical anesthetic. *J Clin Orthod.* 2006;40(10):602-4; quiz 599.

Kravitz ND, Kusnoto B. Posterior impaction with orthodontic miniscrews for openbite closure and improvement of facial profile. *World J Orthod.* 2007a;8(2):157-66.

Kravitz ND, Kusnoto B. Risks and complications of orthodontic miniscrews. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007b;131(4 Suppl):S43-51.

Krogman WM, Sassouni V. Syllabus in roentgenographic cephalometry. Philadelphia; 1957.

Kuroda S, Katayama A, Yamamoto T. Severe anterior open-bite case treated using titanium screw anchorage. *Angle Orthod.* 2004;74(4):558-67.

Kuroda S, Sugawara Y, Deguchi T, Kyung HM, Takano-Yamamoto T. Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: success rates and postoperative discomfort. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007a;131(1):9-15.

Kuroda S, Sugawara Y, Yamashita K, Mano T, Yamamoto T. Skeletal Class III oligodontia treated with titanium screw anchorage and orthognatic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005;127(6):730-8.

Kuroda S, Yamada K, Deguchi T, Hashimoto T, Kyung HM, Takano-Yamamoto T. Root proximity is a major factor for screw failure in orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007b;131(4 Suppl):S68-73.

Kyung H, Park H, Bae S, Sung J, Kim I. Development of orthodontic micro-implants for intraoral anchorage. *J Clin Orthod*. 2003;37(6):321-8.

Kyung SH, Choi JH, Park YC. Miniscrew anchorage used to protract lower second molars into first molar extraction sites. *J Clin Orthod*. 2003;37(10):575-9.

Kyung SH, Hong SG, Park YC. Distalization of maxillary molars with a midpalatal miniscrew. *J Clin Orthod*. 2003;37(1):22-6.

Lamichane M, Anderson NK, Rigali PH, Seldin EB, Will LA. Accuracy of reconstructed images from cone-beam computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;136:156.e1-.e6.

Lee J, Kim D, Park Y, Kyung S, Kim T. The efficient use of midpalatal miniscrew implants. *Angle Orthod*. 2004;74(5):711-4.

Lee JS, Kim JK, Park YC, Vanarsdall Jr RL. Applications of orthodontic mini-implants. Canada: Quintessence Books; 2007.

Lee KJ, Joo E, Kim KD, Lee JS, Park YC, Yu HS. Computed tomographic analysis of tooth-bearing alveolar bone for orthodontic miniscrew placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;135(4):486-94.

Lee NK, Baek SH. Effects of the diameter and shape of orthodontic mini-implants on microdamage to the cortical bone. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;138(1):8 e1-8; discussion -9.

Leung MT, Lee TC, Rabie AB, Wong RW. Use of miniscrews and miniplates in orthodontics. *J Oral Maxillofac Surg*. 2008;66(7):1461-6.

Lim JE, Lee SJ, Kim YJ, Lim WH, Chun YS. Comparison of cortical bone thickness and root proximity at maxillary and mandibular interradicular sites for orthodontic mini-implant placement. *Orthod Craniofac Res*. 2009;12(4):299-304.

Lim JE, Lim WH, Chun YS. Quantitative evaluation of cortical bone thickness and root proximity at maxillary interradicular sites for orthodontic mini-implant placement. *Clin Anat*. 2008;21(6):486-91.

Lim SA, Cha JY, Hwang CJ. Insertion torque of orthodontic miniscrews according to changes in shape, diameter and length. *Angle Orthod*. 2008;78(2):234-40.

Lim WH, Lee SK, Wikesjo UM, Chun YS. A descriptive tissue evaluation at maxillary interradicular sites: implications for orthodontic mini-implant placement. *Clin Anat*. 2007;20(7):760-5.

Lin JC, Liou EJ, Yeh CL, Evans CA. A comparative evaluation of current orthodontic miniscrew systems. *World J Orthod*. 2007;8(2):136-44.

Lin JCY, Liou EJW. A new bone screw for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod*. 2003;37(12):676-81.

Linkow LI. Implant-Orthodontics. *J Clin Orthod*. 1970;4:685-90.

Liou EJ, Pai BC, Lin JC. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004;126(1):42-7.

Liu Y, Xu TM, Lin JX. [Stability of molar relationship after orthodontic treatment in Class II division 1 malocclusions treated by extraction]. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2004;22(4):298-301.

Lotzof LP, Fine HA, Cisneros GJ. Canine retraction: A comparison of two preadjusted bracket systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996;110:191-6.

Loubele M, Van Assche N, Carpentier K, Maes F, Jacobs R, van Steenberghe D, et al. Comparative localized linear accuracy of small-field cone-beam CT and multislice CT for alveolar bone measurements. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008;105(4):512-8.

Ludlow JB, Laster WS, See M, Bailey LJ, Hershey HG. Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103(4):534-42.

Lund H, Grondahl K, H-G. Gn. Accuracy and precision of linear measurements in cone beam computed tomography AccuitomoH tomograms obtained with different reconstruction techniques. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009;38:379-86.

Luzi C, Verna C, Melsen B. Immediate loading of orthodontic mini-implants: a histomorphometric evaluation of tissue reaction. *European Journal of Orthodontics.* 2009;31:21-9.

Mah J, Bergstrand F. Temporary anchorage devices: A status report. *J Clin Orthod.* 2005;39(3):132-6.

Marassi C, Leal A, Herdy JL, Chanelli O, Sobreira D. O uso de mini-implantes como auxiliares no tratamento ortodôntico. *Ortodontia SPO.* 2005;38(3):256-65.

Marassi C, Marassi C. Mini-implantes ortodônticos como auxiliares da fase de retração anterior. *Rev Clin Ortodon Dental Press.* 2008;13(5):57-75.

Marassi C, Marassi C, Cozer TB. Miniimplantes Ortodônticos. *OrtodontiaSPO.* 2008:199-206.

Masumoto T, Hayash T, Kawamura A, Tanaka K. Relationship among facial type, buccolingual molar inclination, and cortical bone thickness of the mandible. *European Journal of Orthodontics.* 2001;23:15-23.

McNamara JA, Jr. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod.* 1984;86(6):449-69.

Melsen B. Mini-implants: Where are we? *J Clin Orthod.* 2005;39(9):539-47; quiz 1-2.

Melsen B, Petersen JK, Costa A. Zygoma ligatures: an alternative form of maxillary anchorage. *J Clin Orthod.* 1998;32(3):154-8.

Menezes CC, Janson G, Massaro CS, Cambiaghi L, Garib DG. Reprodutibilidade das mensurações da espessura das tabuas ósseas na tomografia computadorizada

cone beam utilizando diferentes protocolos de aquisição de imagem. *Dental Press J Orthod*. 2010;15(5):143-9.

Meredith N, Alleyne D, Cawley P. Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. *Clin Oral Implants Res*. 1996;7(3):261-7.

Merrett SJ, Drage NA, Durning P. Cone beam computed tomography: a useful tool in orthodontic diagnosis and treatment planning. *J Orthod* 2009;36(3):202-10.

Misch CE. Bone classification, training keys to implant success. *Dent Today*. 1989;8(4):39-44.

Mischkowski RA, Kneuertz P, Florvaag B, Lazar F, Koebke J, Zoller JE. Biomechanical comparison of four different miniscrew types for skeletal anchorage in the mandibulo-maxillary area. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2008.

Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003;124(4):373-8.

Mizrahi E, Mizrahi B. Mini-screw implants (temporary anchorage devices): orthodontic and pre-prosthetic applications. *J Orthod*. 2007;34(2):80-94.

Molen AD. Considerations in the use of cone-beam computed tomography for buccal bone measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 137(4 Suppl):S130-5.

Mombelli A, van Oosten MA, Schurch E, Jr., Land NP. The microbiota associated with successful or failing osseointegrated titanium implants. *Oral Microbiol Immunol*. 1987;2(4):145-51.

Monnerat C, Restle L, Mucha JN. Tomographic mapping of mandibular interradicular spaces for placement of orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;135(4):428 e1-9; discussion -9.

Montes CC, Pereira FA, Thome G, Alves ED, Acedo RV, de Souza JR, et al. Failing factors associated with osseointegrated dental implant loss. *Implant Dent*. 2007;16(4):404-12.

Moon CH, Lee DG, Lee HS, Im JS, Baek SH. Factors associated with the success rate of orthodontic miniscrews placed in the upper and lower posterior buccal region. *Angle Orthod.* 2008;78(1):101-6.

Moon CH, Park HK, Nam JS, Im JS, Baek SH. Relationship between vertical skeletal pattern and success rate of orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138(1):51-7.

Morais LS, Serra GG, Muller CA, Andrade LR, Palermo EF, Elias CN, et al. Titanium alloy mini-implants for orthodontic anchorage: Immediate loading and metal ion release. *Acta Biomater.* 2007.

Morea C, Dominguez GC, Wuo Ado V, Tortamano A. Surgical guide for optimal positioning of mini-implants. *J Clin Orthod.* 2005;39(5):317-21.

Motoyoshi M, Hirabayashi M, Uemura M, Shimizu N. Recommended placement torque when tightening an orthodontic mini-implant. *Clin Oral Implants Res.* 2006;17(1):109-14.

Motoyoshi M, Inaba M, Ono A, Ueno N, Shimizu N. The effect of cortical bone thickness on the stability of orthodontic mini-implants and on the stress distribution in surrounding bone. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009a;38:13-8.

Motoyoshi M, Matsuoka M, Shimizu N. Application of orthodontic mini-implants in adolescents. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2007;36(8):695-9.

Motoyoshi M, Uemura M, Ono A, Okazaki K, Shigeeda T, Shimizu N. Factors affecting the long-term stability of orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007a;137(5):588 e1-5; discussion -9.

Motoyoshi M, Uemura M, Ono A, Okazaki K, Shigeeda T, Shimizu N. Factors affecting the long-term stability of orthodontic mini-implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(5):588 e1-5; discussion -9.

Motoyoshi M, Ueno S, Okazaki K, Shimizu N. Bone stress for a mini-implant close to the roots of adjacent teeth--3D finite element analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009b;38(4):363-8.

Motoyoshi M, Yoshida T, Ono A, Shimizu N. Effect of cortical bone thickness and implant placement torque on stability of orthodontic mini-implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007b;22(5):779-84.

Nascimento MHA, Araújo TM, Bezerra F. Micro-parafuso ortodôntico: instalação e protocolo de higiene periimplantar. *R Clin Ortodon Dental Press*. 2006;5(1):24-43.

Ohashi E, Pecho OE, Moron M, Lagravere MO. Implant vs screw loading protocols in orthodontics. *Angle Orthod*. 2006;76(4):721-7.

Ono A, Motoyoshi M, Shimizu N. Cortical bone thickness in the buccal posterior region for orthodontic mini-implants. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2008;37(4):334-40.

Orenstein IH, Tarnow DP, Morris HF, Ochi S. Factors affecting implant mobility at placement and integration of mobile implants at uncovering. *J Periodontol*. 1998;69(12):1404-12.

Papadopoulos MA, Tarawneh F. The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: A comprehensive review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007.

Park H, Kwon T, Kwon O. Treatment of open bite with micro-screw implant anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004;126(5):627-36.

Park H, Kyung H, Sung J. A simple method of molar uprighting with micro-implant anchorage. *J Clin Orthod*. 2002;36(10):592-6.

Park HS. The skeletal cortical anchorage using titanium micro-screw implant. *Korean J Orthod*. 1999;29:699-706.

Park HS. An anatomical study using CT images for the implantation of micro-implants. *Korea J Orthod*. 2002;32 S.I.(6):435-41.

Park HS. Clinical study of the success rate of micro-screw implants for orthodontic anchorage. *Korean J Orthod*. 2003;33:151-6.

Park HS, Bae SM, Kyung HM, Sung JH. Micro-implant anchorage for treatment of skeletal Class I bialveolar protrusion. *J Clin Orthod*. 2001;35(7):417-22.

Park HS, Jeong SH, Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006;130(1):18-25.

Park HS, Kim JB. The use of titanium microscrew implant as orthodontic anchorage. *Keimyung Med J*. 1999;18:509-15.

Park HS, Kwon OW, Sung JH. Micro-implant anchorage for forced eruption of impacted canines. *J Clin Orthod*. 2004;38(5):297-302.

Park HS, Lee YJ, Jeong SH, Kwon TG. Density of the alveolar and basal bones of the maxilla and the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;133(1):30-7.

Park J, Cho HJ. Three-dimensional evaluation of interradicular spaces and cortical bone thickness for the placement and initial stability of microimplants in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;136(3):314 e1-12; discussion -5.

Park Y, Lee S, Kim D, Jee S. Intrusion of posterior teeth using mini-screw implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003;123(6):690-4.

Parks ET. Computed tomography applications for dentistry. *Dent Clin North Am*. 2000;44(2):371-94.

Pilon JJ, Jagtman AM, Maltha JC. Magnitude of orthodontic forces and rate of bodily tooth movement. An experimental study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996;110(1):16-23.

Poggio PM, Incorvati C, Velo S, Carano A. "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. *Angle Orthod*. 2006;76(2):191-7.

Proff P, Bayerlein T, Gedrange T. Special features of planning and application of orthodontic miniscrews in cleft patients. *J Craniomaxillofac Surg*. 2006;34 Suppl 2:73-6.

Quirynen M, De Soete M, van Steenberghe D. Infectious risks for oral implants: a review of the literature. *Clin Oral Implants Res*. 2002;13(1):1-19.

Roberts WE, Marshall KJ, Mozsary PG. Rigid endosseous implant utilized as anchorage to protract molars and close an atrophic extraction site. *Angle Orthod.* 1990;60(2):135-52.

Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc.* 2006;72(1):75-80.

Schnelle MA, Beck FM, Jaynes RM, Huja SS. A radiographic evaluation of the availability of bone for placement of miniscrews. *Angle Orthod.* 2004;74(6):832-7.

Sheldon TA. Biostatistics and study design for evidence-based practice. *AACN Clin Issues.* 2001;12(4):546-59.

Smalley WM, Shapiro PA, Hohl TH, Kokich VG, Branemark PI. Osseointegrated titanium implants for maxillofacial protraction in monkeys. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;94(4):285-95.

Sugawara J. Dr. Junji Sugawara on the skeletal anchorage system. Interview by Dr. Larry W. White. *J Clin Orthod.* 1999;33(12):689-96.

Sung JH, Kyung HM, Bae SM, Park HS, Kwon OW, McNamara Jr. JA. Mini-implantes. Nova Odessa: Napoleão; 2007.

Sung SJ, Jang GW, Chun YS, Moon YS. Effective en-masse retraction design with orthodontic mini-implant anchorage: a finite element analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(5):648-57.

Suzuki EY, Buranastidporn B. An adjustable surgical guide for miniscrew placement. *J Clin Orthod.* 2005;39(10):588-90.

Swennen GR, Schutyser F. Three-dimensional cephalometry: spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(3):410-6.

Tsunori M, Mashita M, Kasai K. Relationship between facial types and tooth and bone characteristics of the mandible obtained by CT scanning. *Angle Orthod.* 1998;68(6):557-62.

Turkyilmaz I, McGlumphy EA. Influence of bone density on implant stability parameters and implant success: a retrospective clinical study. *BMC Oral Health*. 2008;8:32.

Tweed CH. Was the development of the diagnosis facial triangle as an accurate analysis based on fact or fancy? *Am J Orthod*. 1962;48:823-40.

Umemori M, Sugawara J, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H. Skeletal anchorage system for open-bite correction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999;115(2):166-74.

Upadhyay M, Yadav S, Nagaraj K, Nanda R. Dentoskeletal and soft tissue effects of mini-implants in Class II division 1 patients. *Angle Orthod*. 2009;79(2):240-7.

Upadhyay M, Yadav S, Nagaraj K, Patil S. Treatment effects of mini-implants for en-masse retraction of anterior teeth in bialveolar dental protrusion patients: a randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;134(1):18-29 e1.

Upadhyay M, Yadav S, Nanda R. Vertical-dimension control during en-masse retraction with mini-implant anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;138(1):96-108.

Veltri M, Balleri B, Goracci C, Giorgetti R, Balleri P, Ferrari M. Soft bone primary stability of 3 different miniscrews for orthodontic anchorage: a resonance frequency investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;135(5):642-8.

Wang YC, Liou EJ. Comparison of the loading behavior of self-drilling and predrilled miniscrews throughout orthodontic loading. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;133(1):38-43.

Wehrbein H, Merz BR, Diedrich P, Glatzmaier J. The use of palatal implants for orthodontic anchorage. Design and clinical application of the orthosystem. *Clin Oral Implants Res*. 1996;7(4):410-6.

Wilmes B, Olthoff G, Drescher D. Comparison of skeletal and conventional anchorage methods in conjunction with pre-operative decompensation of a skeletal class III malocclusion. *J Orofac Orthop*. 2009;70(4):297-305.

Wilmes B, Ottenstreuer S, Su YY, Drescher D. Impact of implant design on primary stability of orthodontic mini-implants. *J Orofac Orthop*. 2008;69(1):42-50.

Wilmes B, Rademacher C, Olthoff G, Drescher D. Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants. *J Orofac Orthop*. 2006a;67(3):162-74.

Wilmes B, Rademacher C, Olthoff G, Drescher D. Parameters Affecting Primary Stability of Orthodontic Mini-implants. *J Orofac Orthop*. 2006b;67(3):162-74.

Wilmes B, Su YY, Drescher D. Insertion angle impact on primary stability of orthodontic mini-implants. *Angle Orthod*. 2008;78(6):1065-70.

Wu TY, Kuang SH, Wu CH. Factors associated with the stability of mini-implants for orthodontic anchorage: a study of 414 samples in Taiwan. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009;67(8):1595-9.

Wu X, Deng F, Wang Z, Zhao Z, Wang J. Biomechanical and histomorphometric analyses of the osseointegration of microscrews with different surgical techniques in beagle dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008;106(5):644-50.

Wylie WL, Johnson EL. Rapid avaluation of facial dysplasia in the vertical plane. *Angle Orthodont*. 1952;22:165-82.

Yano S, Motoyoshi M, Uemura M, Ono A, Shimizu N. Tapered orthodontic miniscrews induce bone-screw cohesion following immediate loading. *Eur J Orthod*. 2006;28(6):541-6.

Youn SH. Midline correction with mini-screw anchorage and lingual appliances. *J Clin Orthod*. 2006;40(5):314-22; quiz 08.

Young KA, Melrose CA, Harrison JE. Skeletal anchorage systems in orthodontics: absolute anchorage. A dream or reality? *J Orthod*. 2007;34(2):101-10.

Zhao L, Xu Z, Yang Z, Wei X, Tang T, Zhao Z. Orthodontic mini-implant stability in different healing times before loading: A microscopic computerized tomographic and biomechanical analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009;108:196-202.

APÊNDICES

APÊNDICES

Apêndice A – Tabela referente aos valores individuais do padrão facial – valores para o FMA, utilizados no cálculo do erro do método.

PACIENTE	PADRÃO FACIAL -1 ^a mensuração	PADRÃO FACIAL – 2 ^a mensuração
3 - B.C.A.	23,2	22,5
4 - D.S.	20,5	20,5
5 - F.A.R.P.	18,7	19,9
20 - H.J.B.	24,8	24,4
7 - H.N.R.	20,3	19
8 - L.O.F.	20	20,5
9 - M.C.C.C.	20,4	20,4
10 - M.L.C.B.	22,5	22
11 - R.S.S.	13,7	14,5
2 - A.S.S.	21,9	22,1
16 - B.J.O.	28,5	27,6
19 - D.A.A.R.	31,9	30,4
24 - K.C.	30,6	29,5
17 - C.F.M.	27,5	27,6

Apêndice B – Tabelas referentes aos valores individuais das espessuras da cortical óssea alveolar vestibular e lingual, utilizados no cálculo do erro do método.

1ª mensuração								
PACIENTE	Esp. P/S V	Esp. A/S V	Esp. P/S L	Esp. A/S L	Esp. P/I V	Esp. A/I V	Esp. P/I L	Esp. A/I L
1 - A.A.L.	1,236667	1,444	1,813333	1,387	1,668333	1,105	2,269167	2,416
2 - A.S.S.	1,064	1,236	1,759167	1,502	1,508571	1,404	2,381667	1,674
3 - B.C.A.	1,342143	1,216	1,457857	1,425	1,325333	0,884	1,668	1,201
4 - D.S..	1,391667	1,316	1,576667	1,572	1,815625	1,171	2,175625	1,6661
5 - F.A.R.P.	1,31375	1,582	1,82625	1,82	1,808571	1,103	4,140714	3,166
6 - F.O.G.F	1,348333	1,211	1,483333	1,489	1,86875	1,486	1,398125	1,985
8 - L.O.F.	1,258333	1,313	1,525789	1,714	2,049412	1,366667	2,299412	1,925556
9 - M.C.	0,915625	1,345	1,280625	1,434	1,67	1,119	1,882308	1,409
10 - M.L.C.B.	1,081667	1,415	1,504167	1,414	2,112353	1,287	2,832353	2,604
15 - D.C.M.	1,176667	1,364	1,633333	1,477	1,590833	1,192	2,373333	1,654
16 - B.J.O.	1,270833	1,315	1,2975	1,118	1,732143	1,035	2,341429	1,789
18 - D.L.P.	1,458333	1,453	1,691667	1,173	1,325	1,204	2,4625	1,795
19 - D.A.A.P.	1,07	1,11	1,205	1,017	1,819231	1,245	2,254615	1,681
26 - M.S.L.	1,491429	1,469	1,974286	1,721	1,508333	0,968	2,408889	1,781
2ª mensuração								
PACIENTE	Esp. P/S V	Esp. A/S V	Esp. P/S L	Esp. A/S L	Esp. P/I V	Esp. A/I V	Esp. P/I L	Esp. A/I L
1 - A.A.L.	1,108333	1,37600	1,719167	1,2620	1,646667	1,193	2,269167	2,416000
2 - A.S.S.	1,110000	1,29400	1,484167	1,8180	1,766429	1,308	2,693333	1,570000
3 - B.C.A.	1,359286	1,43600	1,682857	1,9920	1,359333	1,043	1,558000	1,545000
4 - D.S..	1,553333	1,32900	1,589167	1,6380	1,865000	1,150	2,271875	1,992000
5 - F.A.R.P.	1,386250	1,54000	1,771250	1,7070	1,799286	1,264	4,035000	2,925000
6 - F.O.G.F	1,219167	1,15200	1,483333	1,5160	1,770000	1,394	1,358750	1,906000
8 - L.O.F.	1,181111	1,41300	1,690526	1,8060	2,114706	1,426667	2,491765	2,364444
9 - M.C.	1,125625	1,32500	1,473750	1,6120	1,641538	1,182	1,820000	1,444000
10 - M.L.C.B.	1,000833	1,29200	1,430833	1,3310	2,014375	1,191	2,813750	2,497000
15 - D.C.M.	1,454167	1,46100	1,835833	1,6180	1,752500	1,265	2,098333	1,384000
16 - B.J.O.	1,328333	1,38800	1,302500	1,0120	1,504286	0,908	2,085000	1,490000
18 - D.L.P.	1,436667	1,47300	1,502500	1,3940	1,703333	1,187	2,345833	1,519000
19 - D.A.A.P.	1,280833	1,27600	1,331667	1,2030	1,642308	1,189	2,076923	1,585000
26 - M.S.L.	1,434286	1,45600	1,946429	1,6590	1,571111	0,963	2,345556	1,793000

Apêndice C – Tabela referente à caracterização da amostra e ao valor individual da variável padrão facial (FMA) atribuídos a cada paciente mini-implante.

Pacientes	Padrão Facial - FMA	Grupo	Idade	Gênero	Técnica/ Operador
1	22,6	1	34,72	F	S.E.C.B.
2	21,9	1	37,50	M	C.C.M.
3	23,2	1	16,50	M	S.E.C.B.
4	20,5	1	17,01	M	S.E.C.B.
5	18,7	1	29,95	F	S.E.C.B.
6	11,1	1	17,55	M	S.E.C.B.
7	20,3	1	20,45	F	S.E.C.B.
8	20	1	19,56	M	S.E.C.B.
9	20,4	1	31,64	F	S.E.C.B.
10	22,5	1	16,50	F	S.E.C.B.
11	13,7	1	19,31	F	S.E.C.B.
12	22	1	32,00	F	C.C.M.
13	19,8	1	46,50	F	C.C.M.
14	16,1	1	20,29	F	S.E.C.B.
15	24	1	17,38	M	S.E.C.B.
16	28,5	2	18,63	M	S.E.C.B.
17	27,5	2	15,75	M	C.C.M.
18	28,3	2	18,73	F	S.E.C.B.
19	31,9	2	15,73	F	S.E.C.B.
20	24,8	2	16,08	M	S.E.C.B.
21	37,2	2	17,00	M	C.C.M.
22	26	2	16,84	M	S.E.C.B.
23	29,1	2	19,52	M	S.E.C.B.
24	30,6	2	24,17	F	C.C.M.
25	32	2	41,00	F	C.C.M.
26	29,2	2	16,42	F	S.E.C.B.
27	25,6	2	20,87	F	S.E.C.B.
28	26,1	2	43,75	F	C.C.M.
29	28	2	15,08	F	C.C.M.
30	29	2	17,00	M	C.C.M.

Apêndice D – Tabela referente à caracterização da amostra e ao valor individual das variáveis das espessuras das corticais ósseas alveolares atribuídos a cada paciente mini-implante.

Pacientes	Esp Post/Sup V	Esp Ant/Sup V	Esp Post/Sup L	Esp Ant/Sup L	Esp Post/Inf V	Esp Ant/Inf V	Esp Post/Inf L	Esp Ant/Inf L
1	1,236667	1,444	1,813333	1,387	1,668333	1,105	2,269167	2,416
2	1,064	1,236	1,759167	1,502	1,508571	1,404	2,381667	1,674
3	1,342143	1,216	1,457857	1,425	1,325333	0,884	1,668	1,201
4	1,391667	1,316	1,576667	1,572	1,815625	1,171	2,175625	1,6661
5	1,31375	1,582	1,82625	1,82	1,808571	1,103	4,140714	3,166
6	1,348333	1,211	1,483333	1,489	1,86875	1,486	1,398125	1,985
7	1,2175	1,427	1,860833	1,409	1,951429	1,473	2,716429	2,299
8	1,258333	1,313	1,525789	1,714	2,049412	1,366667	2,299412	1,925556
9	0,915625	1,345	1,280625	1,434	1,67	1,119	1,882308	1,409
10	1,081667	1,415	1,504167	1,414	2,112353	1,287	2,832353	2,604
11	1,201875	1,453	1,915625	1,019	1,85375	1,328	2,408125	2,708
12	1,104667	1,286	1,656	1,67	1,615	1,339	2,395	1,915
13	0,959167	1,109	1,180833	1,423	1,54625	1,180833	2,16375	1,943
14	1,194167	1,127143	1,414167	1,301429	1,5425	1,221	1,833125	1,573
15	1,176667	1,364	1,633333	1,477	1,590833	1,192	2,373333	1,654
16	1,270833	1,315	1,2975	1,118	1,732143	1,035	2,341429	1,789
17	1,292857	1,287	1,577143	1,419	1,189167	0,846	2,161667	1,315
18	1,458333	1,453	1,691667	1,173	1,325	1,204	2,4625	1,795
19	1,07	1,11	1,205	1,017	1,819231	1,245	2,254615	1,681
20	1,329167	1,27	1,715	1,224	1,580625	1,036	2,949375	2,651
21	1,125833	1,186	1,395	1,262	1,70125	1,122	2,395	1,776
22	1,120833	1,1	1,3275	1,05	1,470625	0,789	1,960625	1,792
23	1,469091	1,139	1,673636	1,782	2,138889	1,456	2,64	1,708
24	1,0175	0,79	1,479167	1,823	1,371818	1,122	2,574545	1,856
25	0,613333	0,778333	0,8625	1,134167	1,4325	0,751667	1,785	1,4925
26	1,491429	1,469	1,974286	1,721	1,508333	0,968	2,408889	1,781
27	1,285455	1,138	1,541667	1,465	1,511429	1,181	2,318571	1,532
28	0,972857	1,152	1,87	1,953333	1,48	0,934	2,323125	2,274
29	1,285	1,345	1,355833	1,345	1,265455	0,955	2,100909	1,616
30	1,022	1,039	1,12	0,636	1,139091	0,799	1,570909	1,088

Apêndice E – Tabela referente aos valores individuais de cada variável do grupo GH(MI)

MINI- IMPLANTE	PADRÃO FACIAL	GM	SUCESSO	SE	PO	Ipm	RI	MDR
1	22,6	0	S	0	9	1,85	GI	-0,3
2	22,6	0	S	0	9	2,14	GI	-0,2
3	23,2	0	S	0	11	0,50	GI	0,1
4	20,5	0	S	0	4	2,00	LMG	0,2
5	20,5	0	S	0	4	2,33	LMG	0,2
6	24	0	S	0	11	1,27	MA	0,5
7	24	0	S	0	11	1,18	MA	0,4
8	18,7	0	S	0	11	1,36	GI	0,5
9	18,7	0	S	0	11	1,45	GI	-0,2
10	11,1	0	S	0	10	1,66	LMG	0,2
11	20,3	0	S	0	8	2,33	GI	0,3
12	20,3	0	S	0	8	2,22	GI	0,4
13	20	0	S	0	9	0,62	LMG	0,7
14	20	0	S	0	9	0,62	GI	0,5
15	20,4	0	S	0	10	0,00	GI	-0,1
16	22,5	0	S	0	8	0,50	GI	-0,2
17	13,7	0	S	0	9	1,00	LMG	0,7
18	13,7	0	S	0	9	1,62	GI	0,8
19	21,9	0	S	0	11	1,00	MA	0,35
20	21,9	0	S	0	11	1,00	MA	0,56
21	22	0,21	N	3,00	2	3,00	GI	0,35
22	22	0	S	0	11	2,00	GI	0,71
23	19,8	0	S	0	5	1,00	GI	1,8
24	19,8	0	S	0	5	1,00	GI	0,56
25	16,1	0,88	N	2,00	2	2,00	GI	-0,2
26	16,1	0,00	S	0,00	9	0,25	GI	0,5

Apêndice F – Tabela referente aos valores individuais de cada variável do grupo GV(MI)

MINI- IMPLANTE	PADRÃO FACIAL	GM	SUCESSO	SE	PO	lpm	RI	MDR
27	28,5	0	S	0	12	1,75	MA	0,4
28	28,3	0	S	0	12	1,75	MA	0,5
29	28,3	0	S	0	11	1,10	GI	0,1
30	31,9	0	S	0	11	1,00	LMG	0,6
31	31,9	0,63	N	2,50	2	2,00	GI	0
32	26	0	S	0	12	2,00	LMG	0
33	26	0	S	0	11	2,25	MA	1
34	24,8	0	S	0	11	2,62	MA	0,2
35	24,8	0,76	N	2,00	2	2,00	MA	0
36	24,8	0	S	0	12	1,72	MA	-0,1
37	29,1	0	S	0	12	2,10	MA	0,5
38	29,1	0	S	0	12	0,00	GI	0
39	29,2	0	S	0	12	0,55	GI	-0,2
40	29,2	0	S	0	11	2,00	LMG	1,1
41	25,6	0	S	0	11	1,28	LMG	1,2
42	25,6	0,82	N	3,00	1	2,00	LMG	0,8
43	25,6	0	S	0	11	2,44	GI	0,5
44	27,5	0	S	0	11	2,00	LMG	0,1
45	28	0	S	0	10	2,29	LMG	0,79
46	32	0	S	0	10	1,00	LMG	0,9
47	32	0	S	0	10	2,00	MA	0,25
48	29	0	S	0	10	2,00	GI	0,35
49	29	0	S	0	10	2,00	GI	0,79
50	26,1	0	S	0	10	3,00	GI	0,25
51	30,6	0	S	0	6	2,00	GI	0,71
52	30,6	0	S	0	7	1,00	GI	0,56
53	30,6	0	S	0	7	1,00	GI	0,56
54	30,6	0	S	0	7	1,00	LMG	0,25
55	37,2	0,43	N	3,00	1	1,00	LMG	0
56	28,5	0	S	0	9	2,00	GI	0,25

ANEXOS

ANEXOS

Anexo I – Autorização do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

Universidade de São Paulo Faculdade de Odontologia de Bauru

Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (0XX14)3235-8000 – FAX (0XX14)3223-4679

Comitê de Ética em Pesquisa (14)3235-8356
mferrari@fob.usp.br

Processo nº 069/2009

Bauru, 27 de agosto de 2009.

Senhor Professor,

O projeto de pesquisa **"Influência do padrão de crescimento sobre a espessura da cortical óssea alveolar e a sua correlação com estabilidade dos mini-implantes"** de autoria de Carolina Carmo de Menezes, sob sua orientação, novamente encaminhado a este Comitê de Ética em Pesquisa, foi analisado por um Relator e considerado **APROVADO** em reunião deste Colegiado, realizada no dia 26 de agosto de 2009:

Informamos que qualquer alteração efetuada no trabalho de pesquisa, o pesquisador/orientador deverá comunicar ao CEP-FOB/USP, bem como ao final do trabalho enviar um Relatório para novo parecer; o qual será utilizado para publicação científica.

Atenciosamente,

Prof.ª Dr.ª Maria Teresa Atta
Coordenadora

Prof. Dr. Guilherme Janson
Docente do Departamento de Odontopediatria Ortodontia e Saúde Coletiva

Anexo II – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Esta pesquisa avaliará se o seu crescimento facial pode influenciar na estabilidade dos mini-implantes que serão instalados na sua boca para seu tratamento ortodôntico, eles são utilizados com a finalidade de suportar as forças ortodônticas em pacientes com más oclusões severas.

De acordo com esta pesquisa, você, sujeito/participante da pesquisa, será submetido inicialmente à tomografia computadorizada, exame que mostra melhor o local adequado para colocar os mini-implantes. Este exame será realizado no Departamento da Estomatologia desta faculdade, com isso, você, sujeito da pesquisa não terá nenhum gasto. Há necessidade de uma telerradiografia lateral, que já faz parte da documentação ortodôntica inicial de cada paciente e de responsabilidade do mesmo (o paciente que gasta com esta documentação inicial – sujeito ou não das pesquisas). O pesquisador avaliará estes exames posteriormente.

Será iniciado o tratamento ortodôntico indicado para o seu caso, incluindo a instalação dos mini-implantes, que serão colocados por um mesmo profissional, sob anestesia local e com o auxílio de um guia – instrumento que indica o local para a instalação dos mini-implantes.

A estabilidade (grau de mobilidade) inicial, chamada de estabilidade primária, logo após a instalação, será avaliada pelo profissional e após 4 meses também haverá uma nova avaliação pelo mesmo profissional.

Este estudo apresenta riscos mínimos aos pacientes, decorrentes da instalação dos mini-implantes, como um leve desconforto e sensibilidade alterada, mas se esta ocorrer um analgésico adequado será prescrito. Os demais riscos que o paciente se submete são apenas aqueles pertinentes ao tratamento ortodôntico, cujo paciente irá se submeter. São eles: 1) reabsorções radiculares; 2) descalcificações do esmalte; 3) cárie; 4) gengivite e periodontite; 5) fratura de raízes durante a exodontia com fim ortodôntico; 6) infecção pós-operatória. Contudo, considerando que os procedimentos ortodônticos que vem sendo realizados não são experimentais, estes riscos podem ser adequadamente reduzidos e controlados pelo profissional a partir de condutas clínicas adequadas quanto à biossegurança, prevenção, diagnóstico, planejamento e tratamento.

Desta forma, o paciente obterá como benefícios desta pesquisa o conhecimento da influência do seu tipo de crescimento facial na estabilidade do seu mini-implante, antecipando problemas que possam influenciar na perda precoce deste dispositivo. Sabendo disso, o paciente ficará mais atento da sua condição para que não ocorra a perda precoce dos mini-implantes e o comprometimento do seu tratamento, consequentemente.

O sujeito da pesquisa tem toda liberdade de desligar-se da pesquisa no momento que achar oportuno, sem maiores explicações ao pesquisador.

Quaisquer dúvidas sobre o tratamento (procedimentos, benefícios e riscos), bem como as que se referem ao andamento da pesquisa, serão prontamente esclarecidas diretamente com o pesquisador responsável (**Carolina Carmo de Menezes – 14-30115219**), ao passo que as reclamações e queixas não resolvidas deverão ser endereçadas ao CEP-FOB (**Comitê de Ética em Pesquisa – 14-32358356**) desta faculdade. Ressalta-se que todas as informações e registros relacionados ao planejamento e/ou tratamento poderão ser utilizados por esta Faculdade (FOB), para fins de pesquisa, ensino e de divulgação em jornais e/ou revistas nacionais e internacionais, desde que seja mantido sigilo com relação à identificação do sujeito da pesquisa.

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o Sr. (a)

_____,
portador da cédula de identidade _____, autoriza a participação do menor _____, portador da cédula de identidade _____, após leitura minuciosa das informações constantes neste **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**, devidamente explicada pelos profissionais em seus mínimos detalhes, ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** concordando em participar da pesquisa proposta.

Fica claro que o sujeito da pesquisa ou seu representante legal, pode a qualquer momento retirar seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** e deixar de participar desta pesquisa e ciente de que todas as informações prestadas tornar-se-ão confidenciais e guardadas por força de sigilo profissional (Art. 9º do Código de Ética Odontológica).

Por estarem de acordo assinam o presente termo.

Bauru-SP, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Sujeito da Pesquisa
e/ou Responsável

Assinatura do Autor