MICHELLE SENDYK

**Correlação entre inclinação dentária vestibulo-lingual e espessura óssea
alveolar em indivíduos com deformidade dentofacial de classe III**

São Paulo

2013

MICHELLE SENDYK

**Correlação entre inclinação dentária vestibulo-lingual e espessura óssea
alveolar em indivíduos com deformidade dentofacial de classe III**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas.

Área de Concentração: Ortodontia

Orientadora: Profa. Dra. Solange Mongelli de Fantini

São Paulo

2013

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Sendyk, Michelle.

Correlação entre inclinação dentária vestibulo-lingual e espessura óssea alveolar em indivíduos com deformidade dentofacial de classe III / Michelle Sendyk; orientadora Solange Mongelli de Fantini. -- São Paulo, 2013.

202 p. : fig., tab., graf.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Área de Concentração: Ortodontia. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida.

1. Ortodontia. 2. Deformidades dento-faciais. 3. Diagnóstico ortodôntico. 4. Tomografia computadorizada I. Fantini, Solange Mongelli de. II. Título.

Sendyk M. Correlação entre inclinação dentária vestibulo-lingual e espessura óssea alveolar em indivíduos com deformidade dentofacial de classe III. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.

Aprovado em: / /2013

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Susan e Wilson, que me deram a vida e me ensinaram a vivê-la com dignidade, que iluminam meus caminhos para que eles possam ser trilhados sem medo e com esperança. A vocês, meus pais, que são a minha inspiração de amor, bondade e verdade.

Aos meus irmãos, Alessandra e Daniel,
Obrigada por tornarem a nossa união familiar tão forte. Não teria conseguido buscar os meus sonhos sem o amor e o carinho que vocês me proporcionam.

Ao meu marido, Henrique, pelo companheirismo, amor e compreensão e por sempre acreditar e apoiar os meus sonhos.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. José Rino Neto, por guiar o meu percurso profissional e possibilitar a realização do sonho de efetuar a minha formação nesta Instituição. Obrigada por compartilhar a sua sabedoria, por fazer do aprendizado uma experiência estimulante e por sempre ter acreditado no futuro deste projeto. Essa rica convivência será sempre fonte de inspiração no meu constante aprendizado do “ser professor”.

AGRADECIMENTOS

À Deus por iluminar meu caminho e me orientar a seguir sempre em frente.

Ao Prof. Dr. João Batista de Paiva pelos ensinamentos, pela constante contribuição à minha vida profissional e pela oportunidade de ter a minha formação profissional nesta Universidade.

Aos Prof. Dr. João Batista de Paiva, José Rino Neto, Jorge Abrão, Solange Mongelli de Fantini, Gladys Cristina Dominguez, André Tortamano e Lylian Kanashiro pelos ensinamentos e carinho diário, e pelo crescimento profissional e pessoal que me foi proporcionado desde o início da minha formação profissional.

Ao Prof. Dr. Gilberto Vilanova Queiroz pela valiosa contribuição e dedicação a este trabalho.

Aos meus colegas de mestrado Giselle Guimarães, Julissa Robles, Lúcio Marcus Uchida e Maria Carolina Ballastreire pela amizade e companheirismo que estiveram presentes todos os dias nestes 2 anos de curso. Vocês são um exemplo de dedicação e foi especial trilhar este caminho juntamente a vocês, meus queridos amigos.

Aos meus colegas de doutorado André Abrão, José Valladares Neto, Luiz Carlos Marchi, Mariana Galvão e Paulo Augusto Leal de Carvalho pela amizade, incentivo e companheirismo.

À amiga Tarcila Trivino pela amizade, carinho e apoio em todos os momentos.

Às amigas Carolina Pedrinha de Almeida e Amanda Frasson pela amizade e ajuda em todos os momentos da realização deste trabalho. Obrigada pela oportunidade de continuar e finalizar um trabalho tão motivador como este. Vocês fazem parte disto! Obrigada!

Aos meus amigos da Clínica de Preparo Ortodôntico para Cirurgia Ortognática: Maria Fernanda Bozzini, Beatriz Ueti Lombardi, Leile Stavros Bassukos, Luciana Barrela, Annelise Cunha Ribeiro e Fernando Penteado, pelo companheirismo, amizade, dedicação e incentivo.

Aos amigos e estagiários da Disciplina de Ortodontia: Edson Illipronti, Soo Young Kim Weffort, Kamila Godoy, Renata Pilli Joias, Fabio Yanikian, Soraya Onishi Oshiro, Simone Peixe, Fabiana Mesquita e Daniella Prado Ferreira Gunther pela amizade e incentivo.

Às minhas amigas Leile Stavros Bassukos e Natália Maruyama pela amizade de todos os dias, palavras de incentivo e carinho. A amizade de vocês é um presente que eu ganhei da vida.

Ao Honório Cavaleiro Júnior pela amizade, receptividade e carinho e pelo aprendizado diário.

Aos meus queridos familiares e colegas de profissão Eliana Sendyk, Cláudio Sendyk e Vanessa Sendyk Masijah pelo apoio desde sempre, pela inspiração diária pela nossa profissão e pela compreensão da minha ausência do nosso convívio diário.

Aos Prof. Israel Chilvarquer, Carlos Alberto Adde e Luis Ronaldo Picosse pelo incentivo. Minha admiração e meu profundo agradecimento.

Aos funcionários do Departamento de Ortodontia Viviane Passiano, Edina Brito, Marinalva de Jesus, Edilson L. Rodrigues e Ronaldo Carvalho pelo carinho, suporte e apoio diário.

À bibliotecária Glauci Elaine Damasio Fidelis pelo valioso auxílio na formatação deste trabalho.

Ao Rogério Ruscitto do Prado pela análise e interpretação estatística.

A CAPES pela bolsa de Mestrado oferecida durante a elaboração deste trabalho.

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o
que ninguém pensou sobre aquilo que todo mundo vê”*

Arthur Schopenhauer

RESUMO

Sendyk M. Correlação entre inclinação dentária vestibulo-lingual e espessura óssea alveolar em indivíduos com deformidade dentofacial de classe III [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2013. Versão Corrigida.

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de identificar as inclinações dentárias vestibulo-linguais dos dentes superiores e inferiores e as espessuras ósseas alveolares maxilo-mandibulares em indivíduos com deformidade dentofacial de classe III e comparar com indivíduos com oclusão normal para verificar, a partir da correlação entre estas duas variáveis, se o processo natural de remodelação óssea provê uniformidade da espessura óssea, ou se a mesma varia em torno das raízes em função da inclinação dentária. A amostra constituiu-se de 70 indivíduos adultos, 35 com face equilibrada e oclusão normal, e 35 com deformidade dentofacial de classe III, não tratados ortodonticamente e com saúde periodontal. A partir de imagens tridimensionais geradas por exames de tomografia computadorizada de feixe cônico, foram mensuradas as inclinações vestibulo-linguais de todos elementos dentários e as espessuras ósseas alveolares maxilo-mandibulares em três alturas diferentes (3, 6 e 8 milímetros) a partir da junção amelocementária por meio do programa Dolphin 3D[®]. O erro do método foi avaliado por meio das correlações intraclases e pela fórmula de Dahlberg. O teste de Correlação de Pearson foi utilizado para verificar a relação entre inclinação dentária e espessura óssea. As espessuras médias nas alturas de 3 e 8 milímetros e as inclinações foram comparadas entre os dois grupos com uso de testes t-Student. As medidas apresentaram alta reprodutibilidade. A região alveolar correspondente ao canino superior apresentou-se mais delgada e a palatina dos incisivos centrais superiores mais espessa. Na mandíbula, as maiores medidas de espessura óssea alveolar foram observadas na região disto-vestibular do segundo molar inferior. Os dados observados mostram valores menores das medidas avaliadas na altura de 3 mm da junção amelocementária, para ambos grupos estudados. Nos indivíduos com oclusão normal, as maiores inclinações foram observadas nos incisivos e estes valores foram diminuindo progressivamente em direção posterior. Nos indivíduos

com deformidades dentofaciais de classe III, as maiores inclinações foram observadas nos incisivos superiores e nos caninos inferiores e as menores inclinações foram observadas nas raízes vestibulares dos segundos molares inferiores. Em relação à comparação entre os grupos estudados, os segundos pré-molares, incisivos laterais e os incisivos centrais superiores apresentaram maiores inclinações e os segundos molares, primeiros pré-molares e incisivos laterais e centrais inferiores apresentaram-se menos inclinados nos indivíduos classe III. Todas as espessuras médias em 3 mm foram estatisticamente menores nos indivíduos classe III em relação aos indivíduos com oclusão normal, e a maioria das espessuras avaliadas em 8 mm apresentou menor valor nos indivíduos classe III. Além disso, nos indivíduos classe III, foram encontradas mais correlações estatisticamente significativas positivas entre inclinação e espessura nos dentes inferiores, enquanto que nos indivíduos com oclusão normal, foram encontradas poucas correlações estatisticamente significativas entre estas duas variáveis.

Palavras-chave: Ortodontia. Tomografia. Diagnóstico.

ABSTRACT

Sendyk M. Correlation between buccolingual tooth inclination and alveolar bone thickness in subjects with class III dentofacial deformity [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2013. Versão Corrigida.

This research was conducted with the purposes of identifying the buccolingual inclinations of the upper and lower teeth and the maxillo-mandibular alveolar bone thickness in patients with Class III dentofacial deformities and of comparing these measurements with those from individuals with normal occlusions to verify, based on the correlation between these two variables, whether the natural process of bone remodeling provides uniformity of bone thickness or whether it varies around the roots due to tooth inclination. The sample consisted of 70 periodontally healthy adults, 35 with balanced faces and normal occlusions and 35 with Class III dentofacial deformities, with no history of previous orthodontic treatment. The buccolingual inclinations of all of the teeth and the maxillo-mandibular alveolar bone thickness were measured at three different heights (3, 6 and 8 mm) from the cemento-enamel junction, using Dolphin® 3D software, from three-dimensional images generated by cone beam computed tomography. The error of the method was evaluated by means of intraclass correlations and Dahlberg's formula. Pearson's correlation test was used to verify the relationship between tooth inclination and bone thickness. The average thickness at 3 and 8 millimeters apical from cemento-enamel junction, and the tooth inclinations were compared between the two groups using Student's t-test. The measures showed high reproducibility. The alveolar region corresponding to the upper cuspids appeared thinner, and the palatal area of the maxillary central incisors appeared thicker. In the mandible, the greatest measures of alveolar bone thickness were observed in the distobuccal region of the second molar. The data clearly showed lower values of the measurements evaluated at 3 mm from the cemento-enamel junction for both groups. In individuals with normal occlusions, greater tooth inclinations were observed on the incisors, and these values decreased gradually toward the posterior region. In subjects with Class III dentofacial deformities, greater tooth inclinations were observed in the upper incisors and lower cuspids, and smaller tooth inclinations were observed on the buccal roots of the

lower second molars. Regarding comparison between the groups, the second premolars, maxillary lateral and central incisors showed greater inclinations, and the second molars, first premolars and lower lateral and central incisors were less inclined in individuals with Class III deformities. All of the average values regarding alveolar bone thickness at 3 mm from cemento-enamel junction were statistically lower in Class III subjects, compared to subjects with normal occlusions, and the majority of the evaluated values at 8 mm showed smaller values in individuals with Class III deformities. In addition, in individuals with Class III deformities, more positive statistically significant correlations were found between inclination and thickness in the lower teeth, whereas in subjects with normal occlusions, few statistically significant correlations were found between these two variables.

Keywords: Orthodontics. Tomography. Diagnosis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Relação molar de classe III com inclinação axial dos incisivos não-compensados (cor branca) e compensados (cor preta) (Sperry et al., 1977)	26
Figura 2.2 - Envelopes de discrepância dos dentes inferiores (Proffit e Ackerman, 1982)	27
Figura 2.3 - Média de inclinação das coroas dos dentes superiores (Andrews, 1989)	29
Figura 2.4 - Média de inclinação das coroas dos dentes inferiores (Andrews, 1989)	29
Figura 2.5 - Cortes coronais pré (a) e pós (b) tratamento demonstrando posicionamento vestibulo-lingual dos pré-molares e sua relação com a cortical óssea (Kapila et al., 2011)	35
Figura 2.6 - Cortes sagital (c) e oclusal (d) demonstrando condições limítrofes do posicionamento dos dentes no osso alveolar (Kapila et al., 2011)	35
Figura 2.7 - Mensurações obtidas no incisivo inferior: IE: borda incisal; GM: margem gengival; ABR: crista óssea alveolar (Patcas et al., 2012b).....	52
Figura 2.8 - Imagem do mesmo cadáver e na mesma região, obtida por tomografia computadorizada (a) e TCFC (b) (Patcas et al., 2012b)	53
Figura 2.9 - Locais onde foram mensuradas as espessuras ósseas (Sarikaya et al., 2002)	56
Figura 2.10 - (A) Vista horizontal mostrando a orientação do corte interdental; (B) Corte interdental mostrando osso cortical (branco) e trabecular (cinza) com as mensurações (Baumgaertel;Hans, 2009)	59
Figura 2.11 - Espessura óssea cortical em cada área interdental: vermelho é a menor mensuração em um local, amarelo é a mensuração média e verde é a maior mensuração (Baumgaertel;Hans, 2009)	59
Figura 2.12 - Amostras seccionadas do arco superior de 1 a 10 mm da cervical em direção ao ápice radicular (Hu et al., 2009)	60
Figura 2.13 - Amostras seccionadas do arco inferior de 1 a 10 mm da cervical em direção ao ápice radicular (Hu et al., 2009)	61

Figura 2.14 - Cortes axiais com a espessura média das corticais ósseas vestibular e lingual dos dentes superiores e inferiores em diferentes alturas da junção amelocementária (Ferreira, 2010)	64
Figura 2.15 - Imagens sagitais dos dentes anteriores inferiores de um paciente mostrando a perda de altura óssea durante o tratamento ortodôntico (Lund et al., 2012)	68
Figura 2.16 - Ilustração da mensuração da inclinação do incisivo inferior (Nauert; Berg, 1999).....	74
Figura 2.17 - Secções mandibulares usadas na tomografia computadorizada: eixo central dos primeiros (M1) e segundos molares (M2) passando pelo ponto médio da largura coronária mesio-distal e ponto médio entre o terço apical das raízes mesial e distal (linha tracejada); a linha sólida foi inserida paralela aos eixos passando pelas cúspides mesiais para obter radiografias de cada raiz mesial (Masumoto et al., 2001).....	75
Figura 2.18 - Corte tomográfico do segundo molar (Masumoto et al., 2001)	75
Figura 2.19 - Mensuração angular da inclinação dentária entre a linha basal (borda inferior da mandíbula direita e esquerda) e o eixo dentário (fossa central ao ponto médio no terço apical) (Masumoto et al., 2001)	76
Figura 2.20 - Mensurações realizadas nos molares superiores (Podesser et al., 2004)	77
Figura 2.21 - Mensurações realizadas nos caninos superiores (Podesser et al., 2004)	78
Figura 2.22 - Cortes axial, coronal e sagital do incisivo inferior direito (Marinho, 2010)	81
Figura 2.23 - Mensurações das espessuras alveolares vestibular e lingual do incisivo central inferior (Marinho, 2010)	82
Figura 2.24 - Análise estatística descritiva para o incisivo central inferior esquerdo (Marinho, 2010)	82
Figura 2.25 - Análise estatística descritiva para o incisivo central inferior direito (Marinho, 2010)	82
Figura 2.26 - (A) Localização do canino no corte axial; (B) No corte sagital, posicionamento da linha que representa o corte coronal no longo eixo do dente; (C) No corte coronal, colocação da linha de referência na borda inferior da mandíbula e mensuração da inclinação do canino (Shewinvanakitkul et al., 2011)	84

Figura 2.27 - (A) Localização do molar no corte axial; (B) No corte sagital, posicionamento da linha que representa o corte coronal na ponta de cúspide mesial e no ápice da raiz mesial; (C) No corte coronal, colocação da linha de referência na borda inferior da mandíbula e mensuração da inclinação do molar (Shewinvanakitkul et al., 2011)...	85
Figura 2.28 - Imagem ilustrativa das oscilações intra-arcos da inclinação vestibulo-lingual dos dentes anteriores e posteriores - C: inclinação vestibulo-lingual dos dentes superiores; D: inclinação vestibulo-lingual dos dentes inferiores. ★: dentes com diferenças significantes entre os lados direito e esquerdo (Tong et al, 2012b).	88
Figura 2.29 - Imagem ilustrativa das comparações das oscilações dente a dente das inclinações vestibulo-lingual entre os 120 indivíduos da amostra de Andrews e os 13 indivíduos da amostra de Tong - C: inclinação vestibulo-lingual dos dentes superiores; D: inclinação vestibulo-lingual dos dentes inferiores (Tong et al, 2012b).	88
Figura 4.1 - Fotografias de indivíduo com face equilibrada: (A) Frontal (B) Perfil...	91
Figura 4.2 - Fotos intraorais de indivíduo com oclusão em classe I de Angle.....	91
Figura 4.3 - Fotografias de indivíduo com má oclusão de classe III: (A) Frontal (B) Perfil	92
Figura 4.4 - Fotos intraorais de indivíduo com oclusão em classe III de Angle.....	93
Figura 4.5 - Imagem obtida por meio do Programa Dolphin 3D	95
Figura 4.6 - Reorientação da imagem 3D dos tecidos moles no plano frontal	98
Figura 4.7 - Reorientação da imagem 3D no plano frontal.....	98
Figura 4.8 - Reorientação da imagem 3D dos tecidos moles no plano sagital.....	99
Figura 4.9 - Reorientação da imagem 3D no plano sagital	99
Figura 4.10 - Reorientação da imagem 3D dos tecidos moles no plano axial.....	100
Figura 4.11 - Reorientação da imagem 3D no plano axial	100
Figura 4.12 - Imagem do programa Dolphin. Cortes sagital e coronal, imagem do crânio em 3D e o corte axial ampliado	101
Figura 4.13 - Corte sagital ampliado para seleção da junção amelocementária do primeiro molar superior direito.....	102
Figura 4.14 - Corte sagital ampliado para seleção da altura que serão realizadas as mensurações na maxila - a linha azul demarca a altura a 3 mm da crista óssea alveolar.....	102

Figura 4.15 - Mensurações realizadas - corte axial na altura de 3 mm.....	103
Figura 4.16 - Corte sagital ampliado demarcando a altura a 6 mm da crista óssea alveolar	104
Figura 4.17 - Mensurações realizadas - corte axial na altura de 6 mm.....	104
Figura 4.18 - Corte sagital ampliado demarcando a altura a 8 mm da crista óssea alveolar	105
Figura 4.19 - Mensurações realizadas - corte axial na altura de 8 mm.....	105
Figura 4.20 - Corte sagital ampliado para seleção da junção amelocementária do primeiro molar inferior direito.....	106
Figura 4.21 - Corte sagital demarcando a altura a 3 mm da crista óssea alveolar .	106
Figura 4.22 - Mensurações realizadas - corte axial na altura de 3 mm.....	107
Figura 4.23 - Corte sagital demarcando a altura a 6 mm da crista óssea alveolar .	108
Figura 4.24 - Mensurações realizadas - corte axial na altura de 6 mm.....	108
Figura 4.25 - Corte sagital demarcando a altura a 8 mm da crista óssea alveolar .	109
Figura 4.26 - Mensurações realizadas - corte axial na altura de 8 mm.....	109
Figura 4.27 - Mensuração da inclinação dos molares superiores	110
Figura 4.28 - Mensuração da inclinação dos pré-molares superiores.....	110
Figura 4.29 - Mensuração da inclinação dos caninos superiores.....	111
Figura 4.30 - Mensuração da inclinação dos molares inferiores	111
Figura 4.31 - Mensuração da inclinação dos pré-molares inferiores.....	112
Figura 4.32 - Mensuração da inclinação dos caninos inferiores.....	112
Figura 4.33 - Mensuração da inclinação dos incisivos superiores	113
Figura 4.34 - Mensuração da inclinação dos incisivos inferiores	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Inclinação dos caninos e primeiros molares em todos os indivíduos (n=78) (Shewinvanakitkul et al., 2011)	85
Tabela 5.1 - Descrição das idades e gênero segundo grupos e resultado dos testes estatísticos	116
Tabela 5.2 - Testes de normalidade para as médias das medidas realizadas na altura de 3 mm	117
Tabela 5.3 - Testes de normalidade para as médias das medidas realizadas na altura de 6 mm	118
Tabela 5.4 - Testes de normalidade para as médias das medidas realizadas na altura de 8 mm	119
Tabela 5.5 - Avaliação do erro do método para as medidas de espessura na altura de 3 mm	120
Tabela 5.6 - Avaliação do erro do método para as medidas de espessura na altura de 6 mm	122
Tabela 5.7 - Avaliação do erro do método para as medidas de espessura na altura de 8 mm	124
Tabela 5.8 - Avaliação do erro do método para as medidas de inclinação dentária	126
Tabela 5.9 - Descrição das médias das medidas de espessura óssea alveolar dos indivíduos do grupo 1 (oclusão normal) na altura de 3 mm	127
Tabela 5.10 -Descrição das médias das medidas de espessura óssea alveolar dos indivíduos do grupo 1 (oclusão normal) na altura de 6 mm	128
Tabela 5.11 -Descrição das médias das medidas de espessura óssea alveolar dos indivíduos do grupo 1 (oclusão normal) na altura de 8mm	129
Tabela 5.12 -Descrição das médias das medidas de espessura óssea alveolar nos indivíduos do grupo 2 (classe III) na altura de 3mm	130

Tabela 5.13 -Descrição das médias das medidas de espessura óssea alveolar nos indivíduos do grupo 2 (classe III) na altura de 6mm	131
Tabela 5.14 -Descrição das médias das medidas de espessura óssea alveolar nos indivíduos do grupo 2 (classe III) na altura de 8mm	132
Tabela 5.15 -Estatística descritiva das inclinações nos indivíduos do grupo 1 (oclusão normal).....	133
Tabela 5.16 -Estatística descritiva das inclinações nos indivíduos do grupo 2 (classe III)	134
Tabela 5.17 -Correlações entre inclinações dos dentes superiores e as respectivas espessuras alveolares nos indivíduos do grupo 1 (oclusão normal)..	135
Tabela 5.18 -Correlações entre inclinações dos dentes inferiores e as respectivas espessuras alveolares nos indivíduos do grupo 1 (oclusão normal)..	136
Tabela 5.19 -Correlações entre inclinações dos dentes superiores e as respectivas espessuras alveolares nos indivíduos do grupo 2 (classe III).....	137
Tabela 5.20 -Correlações entre inclinações dos dentes inferiores e as respectivas espessuras alveolares nos indivíduos do grupo 2 (classe III).....	139
Tabela 5.21 -Descrição das espessuras alveolares em 3mm segundo grupos e resultado do teste t-Student.	140
Tabela 5.22 -Descrição das espessuras alveolares em 8mm segundo grupos e resultado do teste t-Student.	141
Tabela 5.23 -Descrição das inclinações dentárias segundo grupos e resultado do teste t-Student	142

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1 - Comparação entre as inclinações dos incisivos entre os grupos (G1 e G2)	143
Gráfico 5.2 - Comparação entre as inclinações dos segundos pré-molares superiores entre os grupos (G1 e G2).....	143
Gráfico 5.3 - Comparação entre as inclinações dos incisivos laterais superiores entre os grupos (G1 e G2).....	144
Gráfico 5.4 - Comparação entre as inclinações dos incisivos centrais superiores entre os grupos (G1 e G2)	144
Gráfico 5.5 - Comparação entre as inclinações das raízes méso-vestibulares do segundos molares inferiores entre os grupos (G1 e G2)	145
Gráfico 5.6 - Comparação entre as inclinações das raízes méso-vestibulares do primeiros molares inferiores entre os grupos (G1 e G2)	145
Gráfico 5.7 - Comparação entre as inclinações dos primeiros pré-molares inferiores entre os grupos (G1 e G2)	146
Gráfico 5.8 - Comparação entre as inclinações dos incisivos laterais inferiores entre os grupos (G1 e G2).....	146
Gráfico 5.9 - Comparação entre as inclinações dos incisivos centrais inferiores entre os grupos (G1 e G2).....	147

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Bits	Binary digit
Cone beam	Feixe cônico
TCFC	Tomografia computadorizada por feixe cônico
TC	Tomografia computadorizada
TC multislice	Tomografia computadorizada helicoidal
cm	centímetro
mm	milímetro
μSv	Microsieverts
kVp	Quilovoltagem pico
mA	Miliamperagem
mAs	Miliamperagem por segundo
μm	Micrometro
3D	Tridimensional
PNC	Posição natural da cabeça
<i>DICOM</i>	<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i>
<i>Voxel</i>	<i>Volume element</i>
FOV	<i>Field of view</i>
HU	Unidades Hounsfield
MS	Molar superior
MI	Molar inferior
PMS	Pré-molar superior
PMI	Pré-molar inferior
CS	Canino superior
CI	Canino inferior
ILS	Incisivo lateral superior
ILI	Incisivo lateral inferior
ICS	Incisivo central superior
ICI	Incisivo central inferior

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 REVISÃO DA LITERATURA	24
2.1 Morfologia do osso alveolar e movimento dentário	24
2.2 Tomografia computadorizada de feixe cônico	31
2.2.1 Histórico e aplicações	31
2.2.2 Precisão nas mensurações	37
2.2.3 Mensuração da espessura óssea alveolar	55
2.2.4 Mensuração das inclinações dentárias	72
3 PROPOSIÇÃO	89
4 MATERIAL E MÉTODOS	90
4.1 Seleção da amostra	90
4.2 Material	94
4.2.1 Documentação Ortodôntica Inicial	94
4.2.2 Material para obtenção das Tomografias Computadorizadas de Feixe Cônico	94
4.2.3 Material para mensuração das variáveis estudadas	95
4.3 Métodos	96
4.3.1 Método para a obtenção das Tomografias Computadorizadas de Feixe Cônico	96
4.3.2 Orientação da imagem no programa de visualização de imagens	97
4.3.3 Medidas nas imagens de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico	100
4.3.4 Análise Estatística	114
5 RESULTADOS	116
6 DISCUSSÃO	148
6.1 Considerações finais	158
7 CONCLUSÕES	160
REFERÊNCIAS	162
APÊNDICES	175
ANEXOS	199

1 INTRODUÇÃO

A avaliação das relações anatômicas entre as estruturas craniofaciais, desde longa data, provê os dados necessários para o planejamento do tratamento ortodôntico. Porém, quando planejamos especificamente a extensão do movimento ortodôntico a ser realizado para que os objetivos do tratamento sejam alcançados, independente da técnica ortodôntica utilizada, o respeito aos limites biológicos do paciente é extremamente importante. A importância da avaliação da morfologia óssea alveolar maxilo-mandibular se dá pelo fato de que esta define os limites da movimentação ortodôntica e ultrapassá-los pode redundar em efeitos colaterais iatrogênicos para o periodonto de sustentação e proteção como a ocorrência de deiscências e fenestrações (Proffit; Ackerman, 1982; Handelman, 1996; Fuhrmann, 2002). O delineamento dos limites da movimentação ortodôntica é fator importante a ser considerado em todos os tratamentos ortodônticos, mas principalmente nos casos de compensação dentária e de cirurgia ortognática.

O conhecimento das relações entre as raízes dentárias e as respectivas corticais ósseas alveolares e da inclinação dos dentes superiores e inferiores com suas respectivas bases ósseas é importante para gerar prognóstico favorável, saúde e estabilidade ao final do tratamento. A longevidade do dente depende da saúde do periodonto, a qual, entre outros fatores, pode ser prejudicada pela perda óssea progressiva decorrente de movimento dentário induzido ortodonticamente. Tratamentos ortodônticos que resultam em acentuadas inclinações dos dentes constituem fatores de risco para deiscências e fenestrações (Enhos et al., 2012). Um dos possíveis fatores relacionados a estas ocorrências é a reduzida espessura do osso alveolar adjacente às raízes, a qual pode ser quantificada durante o processo de diagnóstico.

Os primeiros esforços para definir a repercussão da movimentação dentária em direção às tábuas ósseas vestibular e lingual concentraram-se em estudos em animais (Engelking; Zachrisson, 1982; Thilander et al., 1983) e estudos em humanos utilizando radiografias cefalométricas laterais e frontais (Ten Hove; Mulie, 1976; Edwards, 1976; Handelman, 1996), no entanto, os métodos radiográficos são susceptíveis a erros intrínsecos devido à sobreposição de estruturas anatômicas,

dificuldades na identificação individual de elementos dentários e erros de magnificação, devido à divergência do feixe de radiação. Entretanto, apesar das limitações metodológicas, os resultados destes estudos evidenciaram que as corticais ósseas constituem-se em barreiras anatômicas naturais ao movimento dentário.

O advento da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) na Odontologia por Mozzo et al. em 1998 possibilitou a inclusão de uma nova dimensão nas documentações ortodônticas, tornando possível a obtenção de imagens tridimensionais dos dentes e do osso alveolar com alta definição e distorções clinicamente insignificantes, fatores que permitem mensurações tão precisas quanto as realizadas nos objetos originais (Mengel et al., 2005).

Os estudos a respeito da mensuração da espessura óssea alveolar vestibular e lingual experimentaram grande avanço com a introdução da TCFC, uma vez que tal método possibilita o exame da morfologia óssea alveolar com qualidade, pois as imagens além de tridimensionais, não estão sujeitas a distorção ou sobreposição, e as reconstruções computadorizadas secundárias também facilitam a avaliação quantitativa e qualitativa das superfícies ósseas e da relação entre osso alveolar e dente. A repercussão da movimentação dentária sobre o osso alveolar avaliada em imagens de tomografia computadorizada pode alterar planejamentos usuais, apontando limites das possibilidades terapêuticas em Ortodontia (Yamada et al., 2007; Gracco et al., 2009; Swasty et al., 2009; Ferreira, 2010; Enhos et al., 2012).

A alta reprodutibilidade e precisão de mensurações lineares e angulares em TCFC impulsionaram estudos avaliando as espessuras ósseas alveolares e inclinações dentárias, no entanto, nenhum estudo na literatura ortodôntica correlacionou esses dois fatores a fim de verificar se inclinações dentárias acentuadas para vestibular ou lingual são acompanhadas por redução na espessura alveolar em indivíduos com deformidades dentofaciais de classe III com indicação para o tratamento ortodôntico-cirúrgico. Este fato motivou-nos a realizar este trabalho com o objetivo de determinar as inclinações vestibulo-linguais de todos os dentes dos arcos dentários, superior e inferior, e das espessuras ósseas alveolares, nas regiões vestibular e lingual, correspondentes a cada um dos dentes medidos e comparar estes resultados com indivíduos com boas relações dentárias,

esqueléticas e saúde periodontal, para verificar se o processo natural de remodelação óssea provê uniformidade na espessura alveolar, ou se a mesma varia em torno das raízes em função da inclinação dentária.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Morfologia do osso alveolar e movimento dentário

Larato (1970) avaliou a incidência e distribuição de deiscências e fenestrações em 108 crânios humanos de origem mexicana. O autor relatou que dos 3.416 dentes examinados, 149 (4,3%) exibiram fenestrações da cortical alveolar vestibular e 109 (3,2%) tiveram deiscências. Portanto, 7,5% de todos os dentes examinados exibiram defeitos ósseos. Os dentes anteriores exibiram uma porcentagem maior de fenestrações e deiscências que a região posterior. Os caninos e primeiros molares superiores e os caninos inferiores frequentemente exibiram defeitos ósseos. As deiscências e fenestrações não foram observadas nas corticais linguais da maxila e mandíbula. Além disso, estes defeitos ósseos foram associados a raízes proeminentes.

Lines e Steinhauser (1974) relataram que a mais frequente indicação para a cirurgia ortognática é o paciente com deformidade dentofacial de classe III. O fator etiológico da má oclusão de classe III pode ser tanto a retrusão maxilar quanto a protrusão mandibular, ou uma combinação de ambas. Os autores afirmaram que a utilização da cirurgia ortognática como adjunta da terapia ortodôntica, permite que não existam limitações causadas pelas barreiras anatômicas na obtenção dos resultados ideais, o que poderia comprometer o resultado em casos mais severos.

Edwards (1976) investigou o processo de remodelação óssea na porção anterior do palato, nas corticais vestibular e palatina, decorrente da mecânica ortodôntica, por meio de um estudo cefalométrico radiográfico. O autor utilizou amostra de 188 indivíduos, 128 com idades entre 11 e 14 anos e 60 entre 21 e 28 anos, portadores de má oclusão de classe II divisão 1 de Angle e severa protrusão dentoalveolar, tratados ortodonticamente com retração dos incisivos superiores. A fim de avaliar as alterações da porção anterior do palato ósseo e dos incisivos superiores, foram traçadas telerradiografias pré e pós-tratamento ortodôntico. O autor concluiu que a porção anterior do palato ósseo não se move em direção lingual na mesma proporção do movimento dos incisivos. Embora o osso alveolar que

suporta o dente possa ser movido para lingual, parece não ser possível mover o ápice radicular mais para lingual do que a posição da parede interna da cortical palatina ao início do tratamento, havendo, portanto, uma limitação anatômica ao movimento lingual dos incisivos superiores, imposta pela cortical palatina na altura dos ápices radiculares dos incisivos superiores.

Ten Hoeve e Mulie (1976) estudaram o efeito do posicionamento anteroposterior dos incisivos centrais superiores em relação à cortical alveolar palatina da maxila. Os autores utilizaram amostra de 23 pacientes com idades entre 11 e 15 anos, portadores de má oclusão de classe II divisão 1 e 2 de Angle e tratados com a técnica de Begg. Os pacientes foram avaliados por meio de 5 laminografias, sendo a primeira obtida no início do estágio III da mecânica de Begg, e as demais, ao término, 6 meses, 12 a 24 meses e 2 a 5 anos após o término do tratamento. Os autores concluíram que imediatamente ao término do tratamento ortodôntico, a cortical alveolar palatina pode não ser detectada, devido à extensão e tipo do movimento dentário realizado e que somente a aproximadamente seis meses após essa data, uma nova cortical, delgada e irregular pôde ser observada. A análise das laminografias mostrou que não existe limite anatômico para o movimento dentário na área marginal do processo alveolar, entretanto, há um limite bem definido do movimento dentário do ápice radicular contra a cortical palatina. No período de 1 a 5 anos pós-tratamento, a cortical alveolar palatina apresentou-se remodelada e com aspecto normal, com forte evidência de que esse achado está relacionado à recidiva do posicionamento dentário.

Solow e Tallgren (1977) discutiram a influência do mecanismo dentoalveolar compensatório nas dimensões dos arcos dentários, nas inclinações dentárias e nas relações oclusais. Quando este mecanismo é satisfatório, desvios nas relações sagitais, verticais e transversais das arcadas são compensadas por mudanças correspondentes nas relações dentárias para que a oclusão normal seja mantida.

Sperry et al. (1977) afirmaram que compensações dentárias anteroposteriores estão presentes nos pacientes com prognatismo mandibular. Estas compensações incluem: tendência de vestibularização dos incisivos superiores, lingualização dos incisivos inferiores e trespasse negativo (Figura 2.1). Os autores avaliaram clínica e cefalometricamente 36 pacientes com prognatismo mandibular que foram tratados

ortodonticamente. Um grupo controle de 32 pacientes foi igualmente analisado. Os autores observaram aumento da recessão gengival vestibular e mobilidade dentária nos dentes anteriores superiores e inferiores no grupo estudado.

Figura 2.1 - Relação molar de classe III com inclinação axial dos incisivos não-compensados (cor branca) e compensados (cor preta) (Sperry et al., 1977)

Solow (1980) afirmou que o mecanismo dentoalveolar compensatório é o sistema que mantém relações interarcos normais sob várias relações entre as arcadas. Este mecanismo coordena a erupção e posição dos dentes em relação às suas respectivas bases ósseas para a manutenção de uma relação normal entre os arcos dentários. O autor relatou que os fatores responsáveis pela adaptação dentoalveolar a várias relações entre as arcadas são: sistema eruptivo normal, que fornece erupção contínua dos dentes durante o crescimento; forças exercidas aos arcos dentários pelos tecidos moles circundantes, como língua, lábios e bochechas, permitindo o equilíbrio da posição dentária; e o mecanismo dentoalveolar compensatório, caracterizado pela influência na posição dentária exercida pelos dentes vizinhos durante a erupção, oclusão e mastigação. A interdigitação dos arcos dentários superior e inferior pode manter a oclusão sagital apesar de mudanças na relação sagital entre as arcadas, o que é benéfico nos pacientes com oclusão normal porém desvantajoso em pacientes com más oclusões de classe II ou III.

Engelking e Zachrisson (1982) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a condição periodontal após a movimentação vestibulo-lingual de incisivos de macacos. Para isto, dentes anteriores de 5 macacos foram lingualizados para corrigir um deslocamento vestibular induzido previamente, onde as raízes foram movidas em direção ao osso vestibular para criar deiscências ósseas, perda de inserção e recessão gengival. Após 8 meses, os dentes foram reposicionados com aparelhos fixos e mantidos nesta posição por 5 meses. Mensurações foram realizadas para registrar as mudanças nos níveis de gengiva marginal, junção mucogengival, osso marginal e largura de gengiva inserida. Os autores concluíram que nos macacos a neoformação de osso vestibular pode ocorrer quando dentes extremamente vestibularizados são movimentados para uma posição correta.

Proffit e Ackerman (1982) apresentaram um gráfico ilustrativo das limitações da correção ortodôntica, denominado “envelopes de discrepância”, o qual representa os limites do movimento dentário em três círculos concêntricos. O invólucro interno, mais central, representa os limites de movimentação dentária ortodôntica, o mediano alterações possíveis com o crescimento; e o mais externo, as possibilidades que podem ser alcançados por meio da cirurgia ortognática. A observação destes limites durante o diagnóstico e elaboração do plano de tratamento pode contribuir para a escolha da modalidade de tratamento a ser indicada (Figura 2.2).

Figura 2.2 - Envelopes de discrepância dos dentes inferiores (Proffit e Ackerman, 1982)

Thilander et al. (1983) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar se há neoformação óssea em deiscências criadas pela vestibularização dentária em seis cães (3 cães para o grupo experimental e 3 cães para o grupo controle), quando os dentes são reposicionados em seu alvéolo por meio da movimentação ortodôntica. Para isto, aparelhos ortodônticos foram inseridos nos cães experimentais e durante um período de 5 meses os incisivos superiores foram vestibularizados, resultando em perda óssea alveolar. Após isso, os dentes foram movimentados para suas posições originais. Os autores observaram que as deiscências e fenestrações podem ser produzidas na cortical óssea alveolar vestibular decorrente da vestibularização dentária, porém há neoformação óssea quando os dentes são movimentados para sua posição original.

Artun e Krogstad (1987) analisaram se a vestibularização excessiva dos incisivos resulta em recessão gengival em pacientes que foram tratados cirurgicamente para o prognatismo mandibular. Foram selecionados 21 pacientes que apresentaram inclinação acentuada dos incisivos inferiores e 19 pacientes com mudanças mínimas na inclinação incisal pós-tratamento ortodôntico. Estes pacientes foram avaliados clinicamente quanto ao índice de placa, sangramento gengival e profundidade de sondagem. Os resultados demonstraram aumento da altura da coroa clínica e recessão gengival durante o tratamento ortodôntico e durante o período de retenção nos pacientes com inclinações dentárias excessivas. Os resultados deste estudo demonstraram que a inclinação excessiva dos incisivos inferiores pode levar à recessão gengival, principalmente quando o processo alveolar na sínfise é estreito.

Andrews (1989) observou seis características oclusais, presentes em 120 modelos de gesso de indivíduos com oclusão normal não tratados ortodonticamente. Essas características foram denominadas de “Seis Chaves para a Oclusão Normal” e serviram como base para o desenvolvimento do aparelho *Straight-wire*. São elas: relação molar; angulação de coroa; inclinação de coroa; rotação; contatos interproximais justos e curva de *Spee*. A inclinação da coroa é determinada pelo ângulo formado entre uma linha perpendicular ao plano oclusal e uma linha que está paralela e tangente ao eixo vestibular da coroa clínica no seu ponto médio. A inclinação da coroa é considerada positiva se sua porção incisal ou oclusal está para

vestibular em relação à sua porção gengival, e negativa se lingual. As inclinações das coroas dos incisivos superiores são geralmente positivas. Caninos e pré-molares são negativos e quase similares. Os dentes superiores posteriores apresentam inclinação lingual. Nos dentes inferiores, a inclinação das coroas aumenta progressivamente para lingual até os segundos molares (Figuras 2.3 e 2.4).

Figura 2.3 - Média de inclinação das coroas dos dentes superiores (Andrews, 1989)

Figura 2.4 - Média de inclinação das coroas dos dentes inferiores (Andrews, 1989)

Jacobs (1991) relatou que a inclinação dentária e a sua relação com a base esquelética são determinantes do grau de complexidade do caso. A medida que ocorrem desvios da harmonia da base esquelética, os dentes sofrem alterações em sua inclinação axial e posição vertical. Estas alterações ocorrem devido à influência dos lábios, bochechas e língua. Estas alterações nas posições axiais e verticais em resposta ao crescimento esquelético desarmonioso são chamadas de compensações dentárias. O plano de tratamento para a cirurgia ortognática visa remover estas compensações dentárias para que o cirurgião possa realizar os movimentos cirúrgicos adequados obtendo uma relação de classe I entre molares, caninos e incisivos.

Handelman (1996) afirmou que a observação dos limites do tratamento ortodôntico em indivíduos adultos é importante em casos ortodôntico-cirúrgico limítrofes. As corticais ósseas vestibulares e linguais ao nível apical dos incisivos podem representar os limites anatômicos do movimento dentário. Os incisivos inferiores, apresentam, frequentemente, maior limitação no tratamento do que os incisivos superiores, devido à pequena largura de seus processos alveolares. Um processo alveolar estreito pode ser encontrado em qualquer padrão esquelético, mas é mais frequentemente encontrado em pacientes com altura facial inferior aumentada e biprotrusão severa. O autor mensurou as espessuras do osso alveolar vestibular e lingual no ápice dos incisivos superiores e inferiores a partir de telerradiografias em norma lateral de 107 indivíduos adultos. Dividiu a amostra do estudo de acordo com a classificação de Angle (classe I, II e III) e de acordo com a divergência do plano mandibular (baixa, média e alta). Pequena espessura de osso alveolar foi encontrada nas faces vestibular e lingual dos incisivos inferiores em pacientes classe I, II ou III com discrepância alta, em um grupo classe III com discrepância média, e na face lingual dos incisivos superiores em pacientes classe II com discrepância alta. Casos clínicos foram apresentados mostrando que o movimento ortodôntico pode ser limitado em pacientes com larguras ósseas alveolares estreitas e que estes pacientes podem apresentar maior incidência de sequelas iatrogênicas.

Ishikawa et al. (2000) investigaram a compensação dentoalveolar em casos com trespasse horizontal negativo em 88 telerradiografias laterais de adultos do gênero feminino com más oclusões de classe I ou III. Na amostra estudada, 44 pacientes apresentavam mordida cruzada anterior e os outros 44 apresentavam relação incisal normal. Quatro parâmetros cefalométricos foram estudados: relação entre as arcadas, inclinação incisal superior e inferior e angulação do plano oclusal. Mudanças compensatórias para as discrepâncias sagitais dos maxilares nos casos de trespasse negativo foram confirmados para inclinação incisal e angulação do plano oclusal. No entanto, os efeitos compensatórios foram mais fracos do que nos casos de trespasse normal, visto que o trespasse negativo resulta de compensação dentoalveolar insuficiente devido a variações na relação entre as arcadas.

Garcia et al. (2005) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a espessura do processo alveolar da região anterior da maxila e mandíbula em

pacientes com discrepâncias anteroposteriores por meio de telerradiografias laterais de 52 pacientes. Os autores observaram que os pacientes portadores de má oclusão de classe III apresentaram maior porcentagem de redução de osso vestibular da região anterior da maxila quando comparados aos pacientes classe II. Os autores relataram que a espessura óssea alveolar pode limitar a movimentação dentária, visto que os dentes anteriores apresentam maior porcentagem de fenestrações e deiscências. A altura e a espessura das corticais vestibulares e linguais são afetadas pelo alinhamento dos dentes, pela angulação das raízes nos ossos e pelas forças oclusais.

Garib et al. (2010) discutiram a morfologia do osso alveolar em tomografia computadorizada. Os autores afirmaram que a morfologia do rebordo alveolar é fator limitante para a movimentação dentária e deve ser considerada no plano de tratamento ortodôntico. A cortical óssea vestibular mostra-se delgada na região posterior e anterior da maxila, principalmente nos caninos e na raiz mésio-vestibular dos molares superiores. A espessura óssea na face palatina dos dentes anteriores superiores é a mais consistente. Na mandíbula, a cortical óssea vestibular é mais espessa na região dos segundos e terceiros molares. Os incisivos inferiores detêm as menores espessuras alveolares tanto por vestibular quanto por lingual.

2.2 Tomografia computadorizada de feixe cônico

2.2.1 Histórico e aplicações

Mozzo et al. (1998) apresentaram um tipo de tomografia computadorizada volumétrica que utilizava o feixe cônico ao invés da técnica tradicional, para a obtenção de imagens dentomaxilofaciais. Este aparelho, chamado de NewTom 9000® (QR, Verona, Itália) utilizava um feixe em forma de cone centralizado no detector de raios X, possibilitando ao sistema tubo-detector realizar uma única rotação de 360° em torno da cabeça do paciente de maneira a realizar uma exposição a cada grau movimentado. Portanto, uma única rotação da fonte de

radiação permite a captura da região de interesse. Os autores relataram que este novo sistema pareceu ser promissor devido à boa proporção entre a performance e o baixo custo, além da menor dose de radiação.

Holberg et al. (2005) afirmaram que muitas questões odontológicas podem ser respondidas por meio da avaliação de radiografias convencionais, entretanto a avaliação de dentes impactados, espessura da cortical óssea alveolar e anquilose dentária são alguns exemplos de situações que requerem avaliação por meio de tomografias, pois possibilita a reconstrução de cortes tomográficos nas três dimensões.

Ludlow et al. (2006) compararam a dose efetiva de radiação para três aparelhos com campo de visão estendido (12 polegadas), disponíveis no mercado: CB Mercuray[®], NewTom 3G[®] e i-CAT[®]. Concluíram que a dose de radiação varia substancialmente dependendo do aparelho, campo de visão e tempo de exposição. O amplo campo de visão permite simultaneamente obtenção da imagem da base do crânio e da anatomia maxilofacial, se estendendo desde o processo frontal até a base do queixo. Este campo de visão é muito utilizado em mensurações cefalométricas para o diagnóstico e plano de tratamento ortodôntico. Os autores afirmaram que no aparelho i-CAT[®], o kVp, mA e tempo de exposição são estabelecidos pelo fabricante e não variam de paciente para paciente.

Rino Neto et al. (2006) relataram que na avaliação ortodôntica, os princípios ideais das imagens craniofaciais devem incluir a determinação da anatomia o mais próximo do real com relação à precisão, localização espacial, tamanho, forma e relacionamento com as estruturas anatômicas adjacentes. Os autores revisaram a literatura com o objetivo de fornecer ao clínico uma visão geral sobre a evolução das imagens craniofaciais em Ortodontia, dos métodos de uso corrente na obtenção de imagens e suas limitações, assim como as inovações na avaliação do complexo craniofacial. Segundo os autores, a TCFC permite a observação de algumas áreas da dentição que não são observadas com clareza nos exames bidimensionais, como por exemplo, a posição radicular dos incisivos superiores com relação à cortical palatina, para se planejar a retração destes dentes. Além disso, a TCFC possibilita a avaliação da quantidade de tecido ósseo na região distal aos molares, para a

indicação da distalização, assim como o volume ósseo no segmento vestibular maxilar para a viabilização de uma expansão.

Grauer et al. (2009) relataram conceitos referentes a exames de TCFC. Os autores apresentaram possibilidades de obtenção de imagens, mensurações, criação de imagens bidimensionais, previsão cirúrgica com imagens 3D e possibilidade de utilizar filtros de imagem para melhor visualização de estruturas bilaterais. Para isso deve-se reorientar a posição da cabeça de forma semelhante ao posicionamento do paciente no cefalostato em uma aquisição de radiografia convencional. A vantagem da orientação virtual disponível em diversos programas de visualização de imagens, é a possibilidade de utilizar uma imagem semitransparente aplicada ao tecido mole para visualizar o tecido duro subjacente, para coincidir estruturas bilaterais e obter a correta rotação da cabeça.

Merrett et al. (2009) descreveram cinco casos ilustrando a vantagem diagnóstica da TCFC sobre radiografia convencional, possibilitando um plano de tratamento apropriado aos pacientes. A TCFC utiliza um feixe de raios X cônico para obter dados volumétricos da região de interesse por meio de uma única rotação ao redor da cabeça do paciente. Os dados volumétricos de TCFC compreendem blocos tridimensionais de estruturas cúbicas conhecidas como *voxels*, e cada *voxel* representa um grau específico de absorção do feixe de raios X. Os autores relataram que a TCFC é utilizada na detecção de dentes impactados, anormalidades dentárias, avaliação da altura óssea alveolar e volume ósseo, e análise do espaço aéreo.

Rino Neto et al. (2010) descreveram o atual estágio de desenvolvimento tecnológico das imagens craniofaciais geradas por Tomografia Computadorizada Helicoidal Multislice e por Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, bem como suas aplicações em Ortodontia, Ortopedia Facial e Cirurgia Ortognática, apresentando as múltiplas aplicações clínicas e potenciais para pesquisas científicas das imagens tridimensionais em Ortodontia. Os autores afirmaram que a TCFC é adequada para a obtenção de imagens da região craniofacial, fornecendo imagens nítidas de estruturas altamente contrastadas. Além disso, a dose eficaz de radiação (escala média variando de 36,9 a 50,3 microsieverts – μSv) é significativamente reduzida em até 98%, comparada com a de sistemas de tomografia

computadorizada médica (escala média para a mandíbula de 1320 a 3324 μSv ; escala média para a maxila de 1031 a 1420 μSv), reduzindo a dose efetiva ao paciente a aproximadamente aquela de um levantamento radiográfico periapical (13 a 100 μSv) ou de 4 a 15 vezes a dose de radiografia panorâmica (2,9 a 11 μSv). As aplicações clínicas da TCFC são a avaliação da morfologia óssea dos maxilares, visualização de deiscências, avaliação da ATM, patologias ósseas e dentárias, seios maxilares e vias aéreas.

Torres et al. (2010) realizaram um estudo com o objetivo de definir as doses de radiação emitidas pelo aparelho de TCFC (i-CAT[®]), empregando protocolos com tamanhos de *voxel/s* diferentes. Quatro protocolos foram testados: (1) 40 segundos, *voxel* de 0,2 mm e 46,72 mAs; (2) 40 segundos, *voxel* de 0,25 mm e 46,72 mAs; (3) 20 segundos, *voxel* de 0,3 mm e 23,87 mAs; (4) 20 segundos, *voxel* de 0,4 mm e 23,87 mAs. A quilovoltagem permaneceu constante (120 kVp). Quanto menor o tamanho do *voxel* e mais longo o tempo de varredura, melhores serão a resolução e os detalhes. No entanto, um tamanho menor de *voxel* está atrelado a um tempo de varredura mais longo, o que proporciona algumas desvantagens como maiores possibilidades de movimentação do paciente durante o exame, doses mais elevadas de radiação e tempo de reconstrução mais longo. Os autores concluíram que o tamanho do *voxel* isoladamente não influencia na dose de radiação em exames de TCFC, ou seja, quando os fatores de exposição (kVp e mAs) são mantidos, a simples alteração do tamanho do *voxel* não influencia de maneira significativa a dose de radiação. No entanto, os protocolos atrelam o uso de *voxel/s* menores a tempos de exposição e miliamperagem maiores, o que invariavelmente provoca o aumento da dose de radiação. Isso ocorre já que os protocolos são totalmente pré-estabelecidos pelo fabricante no i-CAT[®]. Um tamanho de *voxel* maior, associado a baixa mAs e tempo de exposição reduzido, é capaz de diminuir a dose de radiação em até 50%.

Kapila et al. (2011) relataram fatores relevantes associados à indicação, aplicação e interpretação dos exames complementares de TCFC na Ortodontia. Os autores afirmaram a possibilidade de se avaliar a morfologia radicular, e sua relação com o osso alveolar com exatidão. A Figura 2.5 (a) mostra corte coronal de TCFC pré-tratamento da inclinação lingual dos pré-molares superiores e a proximidade das raízes vestibulares à cortical óssea; (b) corte coronal pós-tratamento mostrando que

as limitações oferecidas pelas condições limítrofes entre osso e raiz foram contornadas pela realização de torque lingual das raízes. A Figura 2.6 mostra cortes sagital (c) e oclusal (d) de TCFC de um paciente com limitações severas visto que as corticais ósseas são incapazes de sustentar movimentos ortodônticos em qualquer plano do espaço.

Figura 2.5 – Cortes coronais pré (a) e pós (b) tratamento demonstrando posicionamento vestibulo-lingual dos pré-molares e sua relação com a cortical óssea (Kapila et al., 2011)

Figura 2.6 – Cortes sagital (c) e oclusal (d) demonstrando condições limítrofes do posicionamento dos dentes no osso alveolar (Kapila et al., 2011)

Mohan et al. (2011) realizaram uma revisão que discute vários aspectos da TCFC. Os autores defendem que a TCFC fornece melhor diagnóstico e informação quantitativa dos níveis de osso periodontal em três dimensões em comparação com a radiografia convencional. A TCFC é tão precisa quanto mensurações diretas com sonda periodontal e tão confiável quanto radiografias interproximais, principalmente na detecção de defeitos ósseos vestibulares e linguais. A TCFC também possibilita a mensuração de áreas localizadas como defeitos ósseos verticais ou avaliação da remodelação óssea após a colocação de enxertos. Os autores concluíram que a TCFC com sua alta resolução espacial, acessibilidade e menor exposição à radiação faz com que este exame seja ideal para imagem em Periodontia.

Rino Neto e Bengtson (2011) afirmaram que, na TCFC, o aparelho gira em torno de um volume anatômico, representado pela cabeça do indivíduo, e um feixe de raios X em forma de cone é emitido em pulsos enquanto ocorre essa rotação. Em geral, o exame é rápido e seguro. Após a aquisição dos dados originais que são chamadas “imagens base” e se assemelham visualmente a telerradiografias de perfil, é necessária que seja realizada a reconstrução dos dados pela *workstation* do tomógrafo gerando assim os arquivos universais conhecidos como *DICOM*. Quanto mais a área de interesse (FOV), maior será o tamanho do *voxel* e menor a definição da imagem, como por exemplo, nos exames de rotina em Ortodontia, que são as aquisições de face total. Quando precisamos visualizar detalhes específicos em determinados dentes, como anquiloses, fraturas ou reabsorções radiculares, por exemplo, se faz necessário solicitar uma aquisição com um protocolo específico e/ou área de interesse menor.

Davies et al. (2012) realizaram um estudo com o objetivo de calcular a dose efetiva de radiação emitida pelo i-CAT® para a visualização de estruturas do complexo craniofacial. A dose efetiva foi calculada em seis protocolos diferentes de aquisição de imagem: (1) campo de visão completo em 120 kVp, 2,1 mA, 8,9 segundos e *voxel* de 0,4 mm; (2) escaneamento da maxila e mandíbula (FOV de 13 cm) em 120 kVp, 2,1 mA, 8,9 segundos e *voxel* de 0,4 mm; (3) escaneamento da mandíbula (FOV de 6 cm) em 120 kVp, 2,1 mA, 8,9 segundos e *voxel* de 0,4 mm; (4) escaneamento de alta resolução da mandíbula (FOV de 6 cm) em 120 kVp, 1,4 mA, 26,9 segundos e *voxel* de 0,2 mm; (5) escaneamento da maxila (FOV de 6 cm) em 120 kVp, 2,1 mA, 8,9 segundos e *voxel* de 0,4 mm; (6) escaneamento de alta

resolução da maxila (FOV de 6 cm) em 120 kVp, 1,4 mA, 26,9 segundos e voxel de 0,2 mm. Os autores afirmaram que o aparelho i-CAT[®] de última geração permite a utilização de diferentes tamanhos de voxel (0,125 mm, 0,2 mm, 0,25 mm, 0,3 mm e 0,4 mm). A utilização de voxels de 0,125 mm somente deve ser utilizada quando for absolutamente necessária, como a localização de canais radiculares, visto que a radiação é maior. Os autores observaram que a dose efetiva de radiação em exames realizados nos diferentes protocolos foram, respectivamente: (1) 78 μ Sv; (2) 77 μ Sv; (3) 58 μ Sv; (4) 113 μ Sv; (5) 32 μ Sv; (6) 60 μ Sv.

2.2.2 Precisão nas mensurações

Rino Neto (2003) avaliou a reprodutibilidade da posição natural da cabeça, demonstrando ser essa posição confiável para a obtenção da telerradiografia lateral, principalmente quando a orientação natural da cabeça é feita por um profissional capacitado.

Lascale et al. (2004) avaliaram a precisão de mensurações lineares em imagens geradas a partir de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) em áreas dentomaxilofaciais e cranianas e concluíram que as medidas lineares são precisas para estruturas associadas às estruturas dentárias e maxilofaciais. Os autores utilizaram o aparelho NewTom 9000[®] com o protocolo de 7 mA e 85 kVp e com um único escaneamento de 70 segundos.

Mengel et al. (2005) realizaram um estudo em mandíbulas de porcos e humanas com o objetivo de investigar a precisão e qualidade de imagens de defeitos periodontais (deiscências, fenestrações, defeitos infra-ósseos de 2 e 3 paredes e lesões de furca) em radiografias intraorais, panorâmicas, tomografia computadorizada (TC) e tomografia volumétrica em comparação com espécimes histológicos. A tomografia volumétrica foi realizada sob o protocolo de 60 kVp, 2 mA e tempo de exposição de 17 segundos. A TC e a tomografia volumétrica permitiram a obtenção de imagens de estruturas ósseas anatômicas nos três planos do espaço, em uma proporção de 1:1, sem sobreposição ou distorção. A tomografia volumétrica

mostrou a melhor qualidade de imagem em relação aos outros métodos e permitiu boa visualização mesmo com espessuras e larguras ósseas reduzidas.

Misch et al. (2006) realizaram um estudo com o objetivo de comparar mensurações de defeitos periodontais obtidas a partir de TCFC, de radiografias periapicais e de medidas diretas usando uma sonda periodontal. Os dados foram obtidos com uma resolução de 0,4 mm, utilizando um tempo de exposição de 20 segundos (120 kVp e 47.74 mAs). Os autores observaram que a TCFC é tão precisa quanto as mensurações diretas e mais precisas que as radiografias na detecção de defeitos periodontais vestibulares e linguais.

Pinsky et al. (2006) realizaram um estudo de validação *in vitro* para estabelecer se as mensurações volumétricas e lineares obtidas a partir de TCFC são precisas na determinação da dimensão dos defeitos ósseos. O escaneamento das amostras foi realizado pelo aparelho iCAT® com 98 mAs e 120 kVp. O tamanho de voxel utilizado foi de 0,2 mm. Os autores concluíram que a TCFC têm potencial de ser um método prático, não invasivo e preciso de determinação do tamanho e volume de lesões ósseas.

Lopes et al. (2007) avaliaram a precisão e acurácia de medidas cefalométricas lineares em imagens reconstruídas em terceira dimensão (3D), pela técnica de volume, a partir da tomografia computadorizada *multislice*. A amostra se constituiu de 10 crânios secos que foram submetidos a tomografia computadorizada *multislice* com 16 cortes de 0,5 mm de espessura. Posteriormente, os dados obtidos foram enviados para uma estação de trabalho independente, contendo o programa Vitrea®. Os pontos cefalométricos foram localizados e as respectivas medidas ósseas lineares foram realizadas por examinadores. As medidas físicas foram obtidas por um terceiro examinador utilizando um paquímetro digital. Os autores concluíram que todas as medidas cefalométricas lineares foram consideradas precisas e acuradas utilizando a técnica de volume em 3D por meio da tomografia computadorizada *multislice*.

Ballrick et al. (2008) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar imagens produzidas pela TCFC (i-CAT®) para mensurações com diferentes ajustes. A TCFC é capaz de obter níveis de dose de radiação equivalentes a periapicais de boca toda ou ainda a duas radiografias panorâmicas. Apesar do pequeno aumento da dose de

radiação, todas as radiografias necessárias podem ser obtidas em uma só rotação do aparelho em menos de um minuto. Além disso, é possível a visualização de locais impossíveis previamente, como a visão de cortes axiais, sagitais e coronais e visualização separada dos lados direito e esquerdo. Todas as imagens foram obtidas com protocolo de 120 kVp e 5 mA. Os autores observaram que a TCFC é aceitável para a realização de mensurações lineares em todos os ajustes (voxel de 0,2, 0,3 e 0,4 mm) em todos os planos de espaço. As medidas diferiram das mensurações realizadas por um paquímetro digital em menos de 0,1 mm, o que foi considerado clinicamente insignificante.

Cattaneo et al. (2008) realizaram um estudo com o objetivo de determinar se mensurações cefalométricas obtidas a partir de TCFC (voxel 0,3 mm) são comparáveis com mensurações realizadas em telerradiografias convencionais e se estas medidas são reproduzíveis. Três examinadores participaram do estudo e identificaram pontos de referência nas imagens de 34 pacientes. Os autores observaram que telerradiografias obtidas a partir de TCFC podem substituir com sucesso as telerradiografias convencionais bidimensionais.

Kwong et al. (2008) relataram que a TCFC fornece excelente contraste tecidual, reduz imagens desfocadas e indefinidas, além de eliminar a sobreposição de dentes adjacentes. A quantidade de radiação depende dos ajustes de kilovoltagem (kVp) e de miliamperagem (mA). A possibilidade de se utilizar a menor quantidade de radiação possível depende da obtenção de imagens baseadas nas necessidades específicas do paciente, além da utilização do sensor mais rápido possível compatível com a proposta diagnóstica, colimação do feixe a uma dimensão mais próxima possível e utilização de avental de chumbo e proteção da tireóide. Os autores utilizaram várias imagens de TCFC do crânio de um cadáver e avaliaram a qualidade de imagem em diferentes ajustes e em três campos de visualização diferentes. As variáveis consistiram de quatro ajustes de mA e de kVp. Os autores observaram que imagens obtidas de menores ajustes de miliamperagem na TCFC mostraram boa qualidade diagnóstica.

Mol e Balasundaram (2008) avaliaram a acurácia de imagens geradas pelo aparelho de TCFC NewTom 9000® com tamanho de voxel de 0,3 mm para a detecção de defeitos ósseos periodontais em três dimensões, utilizando 5 crânios

secos. Seis observadores mensuraram a altura óssea de cada local e avaliaram a presença de perda óssea. Os autores observaram que a TCFC fornece diagnóstico acurado e informação quantitativa importante nos níveis ósseos periodontais do que as radiografias convencionais.

Ozmeric et al. (2008) compararam a TCFC à radiografia convencional na avaliação do espaço do ligamento periodontal. Um protótipo com espaço do ligamento periodontal artificial (0, 100, 200, 300 e 400 μm) foi confeccionado e utilizado como modelo. Os exames foram realizados simultaneamente com radiografia convencional e tomografia volumétrica NewTom 9000® (110 kVp e 10 mA). Essas imagens foram apresentadas para julgamento para 20 dentistas, 20 assistentes dentais e 20 estudantes de Odontologia. A amostra mostrou que na radiografia convencional, espaços maiores que 200 μm puderam ser corretamente identificados por todos os participantes com alta precisão. Os autores observaram uma diferença significativa entre as duas modalidades onde as radiografias convencionais mostraram-se melhor que as TCFC na avaliação do espaço do ligamento periodontal criado artificialmente.

Periago et al. (2008) estudaram a precisão de medidas lineares obtidas a partir de TCFC. Vinte medidas lineares entre pontos de referência anatômicos de 23 crânios humanos foram mensuradas por dois observadores utilizando um paquímetro digital. Os crânios foram submetidos à TCFC por meio do aparelho iCAT®, sob o protocolo de 20 segundos, com campo de visão de 17 cm de diâmetro por 13,2 cm de altura, e foram geradas reconstruções volumétricas tridimensionais com o auxílio do programa Dolphin 3D®. Os autores observaram que apesar de que algumas medidas lineares entre pontos cefalométricos obtidos pela TCFC podem ser significativamente diferentes das dimensões anatômicas, a maioria pode ser considerada suficientemente precisa para a análise craniofacial.

Vandenberghe et al. (2008) afirmaram que as radiografias periapicais fornecem poucas informações da morfologia tridimensional dos defeitos ósseos, e por este motivo a utilização da TCFC pode trazer novas perspectivas à avaliação de lesões periodontais. Os autores realizaram um estudo com o objetivo de explorar se é possível o diagnóstico de perda óssea alveolar, defeitos infra-ósseos e envolvimento de furca por meio de radiografias digitais intraorais e TCFC em 71

cadáveres humanos, avaliados por três observadores. As imagens tridimensionais foram obtidas com um protocolo de 120 kVp e 23,87 mAs e o tamanho de *voxel* utilizado foi de 0,4 mm. Os autores concluíram que ambas técnicas de imagem permitiram avaliação precisa da perda óssea, porém a TCFC possibilitou a avaliação mais acurada e confiável de defeitos ósseos não lineares que a radiografia intraoral.

Veyre-Goulet et al. (2008) avaliaram a acurácia de mensurações lineares obtidas por TCFC com o aparelho NewTom 9000® (7 mA e 85 kVp) para a colocação de implantes da região posterior da maxila. Quatorze mensurações foram obtidas em três maxilares secos. A altura e largura óssea foram também avaliadas utilizando-se um paquímetro digital. A análise clínica demonstrou que não há diferenças entre as mensurações reais e as imagens tridimensionais obtidas. Os autores observaram que a densidade óssea dos cadáveres pode não corresponder à densidade do osso real, porém, as imagens de TCFC podem ser consideradas confiáveis para definir o volume ósseo na região posterior da maxila.

Baumgaertel et al. (2009) investigaram a precisão de mensurações dentárias realizadas a partir de TCFC em 30 crânios humanos. Dez medidas (sobremordida, sobressaliência, largura intermolar e intercanino maxilar e mandibular, e comprimento do arco presente e requerido) foram feitas diretamente nas dentições dos crânios com um paquímetro digital e simultaneamente em reconstruções digitais por meio de programas específicos de visualização de imagens tridimensionais. Os crânios foram escaneados com o aparelho Hitachi CB Mercuray® com campo de visão de 9 polegadas, 100 kVp e 10 mA, resultando em um tamanho de *voxel* de 0,3 mm. Os autores observaram que ambos métodos apresentaram-se altamente precisos, apesar de que as medições feitas na TCFC tenderam a subestimar a verdadeira dimensão anatômica.

Berco et al. (2009) realizaram um estudo com o objetivo de determinar a acurácia de mensurações obtidas a partir de TCFC de um crânio humano seco. Os autores identificaram 17 pontos de referência no crânio. Foi realizada a TCFC com dois tipos de orientação do crânio e protocolo de aquisição de imagem de 120 kVp, 3-8 mA, varredura de 20 segundos, campo de visão de 17 cm de diâmetro por 13,2 cm de altura e tamanho de *voxel* de 0,4 mm. Para a tomada radiográfica inicial, o crânio foi posicionado com o plano horizontal de Frankfurt paralelo ao solo e o plano

sagital mediano perpendicular ao solo. Foi realizada uma segunda tomada radiográfica do mesmo crânio com o plano horizontal de Frankfurt aproximadamente 45° ao solo e o plano sagital mediano perpendicular ao solo. Vinte e nove mensurações lineares foram realizadas diretamente no crânio e comparadas com as mesmas medidas realizadas na TCFC por meio do programa Dolphin 3D®. Todas as mensurações foram realizadas por dois operadores. Os resultados sugeriram que a precisão de mensurações lineares de TCFC está dentro de 0,3 mm. A TCFC permitiu mensurações lineares precisas tridimensionais do complexo craniofacial. Além disso a orientação da cabeça durante a tomada radiográfica não afetou a precisão destas mensurações. Estes resultados são importantes e tem uma significativa vantagem sobre as radiografias bidimensionais tradicionais, visto que alterações na posição do paciente não resultam em magnificação das imagens.

Cevidanes et al. (2009) determinaram a precisão na obtenção de mensurações cefalométricas tridimensionais utilizando duas orientações virtuais da cabeça a partir de TCFC de 12 pacientes, obtidas com campo de visão de 12 polegadas e tamanho de *voxel* de 0,3 mm. As imagens foram orientadas por um ortodontista, um radiologista e um estudante na posição natural da cabeça ou por meio de planos de referência intracranianos. A orientação da cabeça é importante na mensuração de distâncias e ângulos. A posição natural da cabeça foi obtida sem o uso de planos guia, e sim pela interpretação subjetiva do observador do plano de visão que melhor definiria o plano horizontal verdadeiro. O plano de referência intracraniano foi obtido utilizando-se o plano horizontal de Frankfurt, sagital mediano e transporiano. Os autores encontraram boa confiabilidade nos dois métodos de orientação da cabeça na TCFC. Mensurações significativamente diferentes entre os dois métodos sugeriram que a orientação da cabeça nas imagens de TCFC podem não somente afetar a precisão das mensurações como também a sua localização anatômica, o diagnóstico e plano de tratamento.

Hassan et al. (2009) relataram que a posição do paciente, durante a realização do exame tomográfico, pode se desviar de uma orientação correta horizontal e/ou vertical. Os autores realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a precisão de mensurações lineares craniofaciais obtidas a partir de imagens tridimensionais geradas por TCFC, e investigar a influência da posição da cabeça do paciente na acurácia das mensurações. O tomógrafo utilizado foi o NewTom 3G® e o

protocolo de aquisição de imagem foi de 3,24 mAs, 110 kVp, tempo de exposição de 20 segundos e campo de visão de 9 polegadas. Os autores observaram que mensurações lineares realizadas nas TCFC são precisas e que pequenas variações na posição da cabeça do paciente não influenciam esta acurácia.

Liedke et al. (2009) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar *in vitro* a habilidade diagnóstica da TCFC com diferentes resoluções de *voxel* na detecção de reabsorção radicular externa simulada. Para este objetivo, imagens tridimensionais de 59 dentes foram obtidas pelo tomógrafo i-CAT® com resoluções *voxel* de 0,4 mm (campo de visão de 8 cm e tempo de aquisição de 20 segundos), 0,3 mm (campo de visão de 8 cm e tempo de aquisição de 20 segundos) e 0,2 mm (campo de visão de 8 cm e tempo de aquisição de 40 segundos). Os resultados indicaram que os valores de sensibilidade e especificidade foram similares e não dependeram dos valores de *voxel* adotados. Os autores concluíram que a TCFC é um método confiável para a investigação de reabsorção radicular externa e que os três valores de *voxels* adotados produziram os mesmos resultados para o diagnóstico da reabsorção radicular externa. Apesar disso, o diagnóstico foi mais facilmente realizado com *voxels* de 0,2 e 0,3 mm, portanto, o *voxel* de 0,3 mm parece ser o melhor protocolo, associando bom diagnóstico com menor exposição à radiação.

Moreira et al. (2009) realizaram um estudo com o objetivo de fornecer evidências para demonstrar a precisão de mensurações maxilofaciais lineares e angulares obtidas a partir de TCFC em quinze crânios secos humanos. Os exames foram realizados por meio do aparelho i-CAT®, utilizando o protocolo de 40 segundos para a aquisição dos dados, com tamanho de *voxel* de 0,25 mm. Após a obtenção das TCFC, imagens tridimensionais foram geradas, pontos de referência foram identificados e mensurações lineares e angulares foram realizadas por dois radiologistas. Mensurações físicas foram realizadas por um terceiro examinador utilizando um paquímetro digital. Os autores concluíram que as mensurações apresentaram alta acurácia.

Damstra et al. (2010a) relataram que o posicionamento da cabeça na TCFC é difícil visto que o tempo necessário para a rotação completa do aparelho e obtenção da imagem é relativamente longo (20 a 40 segundos), o que requer que a cabeça do paciente fique fixa para evitar sua movimentação. Os autores desenvolveram uma

técnica modificada com laser para registrar a posição natural da cabeça nos três planos do espaço.

Damstra et al. (2010b) realizaram um estudo com o objetivo de determinar a precisão de modelos de superfície tridimensionais derivados de TCFC e investigar a influência da resolução de *voxel*. O modelo de superfície 3D permite marcações de pontos de referência, medições e osteotomias virtuais. A precisão do modelo de superfície é, portanto, importante não só para fins de diagnóstico, mas também para o planejamento do tratamento e sua evolução. Um fator que poderia influenciar a precisão de modelos de superfície é resolução de *voxels*. Volume é composto por *voxels* que são pequenos cubos dispostos próximos uns aos outros. Cada *voxel* é um valor (brilho ou cor em escala de cinza) que representa a densidade de raio X da estrutura correspondente. Reduzir a resolução de *voxel* pode resultar em uma menor qualidade de imagem, mais artefatos e informações anatômicas menos detalhadas. Maior resolução de *voxel* é acompanhada de maior tempo de obtenção de imagem, expondo o paciente a uma maior dose de radiação, além de um maior risco movimentação do paciente durante a realização do exame. Os autores utilizaram imagens de 10 mandíbulas obtidas com resoluções de *voxel* de 0,40 mm (120 kVp, 18,54 mAs e tempo de varredura de 8,9 segundos) e 0,25 mm (120 kVp, 37,07 mAs e tempo de varredura de 26,9 segundos) em três sessões semanais. As mandíbulas foram também mensuradas com um paquímetro digital. Todas as mensurações em TCFC foram precisas comparadas com as mensurações realizadas com paquímetro digital e não houve diferenças entre *voxels* de 0,40 e 0,25 mm, ou seja, maior resolução de *voxel* não resultou em maior precisão das mensuração de modelos de superfície.

Grauer et al. (2010) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar as diferenças sistemáticas no posicionamento dos pontos de referência entre cefalogramas gerados a partir de TCFC e cefalogramas digitais convencionais, e estimar a variabilidade que deve ser considerada quando ambas modalidades são usadas no mesmo estudo longitudinal de 46 pacientes. O critério de inclusão para este estudo foram exames obtidos com campo de visão médio ou completo que permitisse a visualização da base craniana e da face. As imagens foram importadas para o programa Dolphin 3D® e foram traçadas por um único operador. Os autores concluíram que não há erros sistemáticos na identificação dos pontos de referência

entre os dois tipos de imagens, porém em estudos longitudinais para avaliação do tratamento e do crescimento, quando ambas modalidades são utilizadas em um mesmo paciente, o erro do método pode produzir diferenças clinicamente significantes.

Lagravere et al. (2010) compararam a precisão intra e inter-examinadores na localização de pontos cefalométricos comumente utilizados em telerradiografias laterais digitalizadas e imagens de TCFC. As imagens tridimensionais foram obtidas por meio do aparelho NewTom 3G®, utilizando campo de visão de 12 polegadas, 110 kVp e 6,19 mAs e espessura de corte de 0,5 mm. Os autores concluíram que confiabilidades intra e inter-examinadores foram elevadas para a maioria dos pontos de referência.

Leung et al. (2010) avaliaram a acurácia e a precisão de TCFC no diagnóstico de fenestrações e deiscências ósseas em treze crânios secos humanos. Mensurações foram realizadas em cada dente da cúspide ou borda incisal até a junção amelocementária e cúspide ou borda incisal até a margem óssea. Os autores concluíram que usando um voxel de 0,4 mm e 2 mA, a altura óssea alveolar visualizada pela TCFC pode ser mensurada com uma precisão de 0,6 mm e que fenestrações podem ser identificadas com maior acurácia do que deiscências ósseas.

Lund et al. (2010) avaliaram a acurácia e precisão da TCFC com relação às mensurações de comprimento radicular e nível ósseo marginal *in vitro* e *in vivo* no tratamento ortodôntico. Os autores avaliaram treze pacientes e um crânio humano por meio de TCFC, sob protocolo de 17,5 segundos, 75 kVp e 5,5 mA, e concluíram que exames gerados por TCFC fornecem imagens de alta resolução combinadas com reconstruções multiplanares, permitindo avaliação exata e precisa de encurtamento de raiz e alterações no nível ósseo durante o tratamento ortodôntico.

Menezes et al. (2010) avaliaram e compararam a reprodutibilidade da mensuração da espessura das corticais ósseas vestibular e lingual mandibulares em TCFC com variações da dimensão do voxel (0,2, 0,3 e 0,4 mm), no aparelho i-CAT® Cone-Beam 3D Dental Imaging System, em doze mandíbulas humanas secas. Os seguintes protocolos de aquisição de imagem foram utilizados para cada espécime: protocolo 1: campo de visão (FOV) de 8 cm, 120 kVp, 36,12 mAs, voxel de 0,2 mm e

tempo de exame de 40 segundos; protocolo 2: campo de visão (FOV) de 8 cm, 120 kVp, 18,45 mAs, voxel de 0,3 mm e tempo de exame de 20 segundos; e protocolo 3: campo de visão (FOV) de 8 cm, 120 kVp, 18,45 mAs, voxel de 0,4 mm e tempo de exame de 20 segundos. As espessuras ósseas vestibular e lingual foram mensuradas no programa iCAT Viewer® em um corte axial passando 12 mm do forame mentoniano. A mensuração das espessuras vestibular e lingual mostrou boa precisão para os três protocolos testados, porém a reprodutibilidade das medidas na região anterior foi mais crítica do que na região posterior.

Molen (2010) relatou que previamente à interpretação de um estudo avaliando a espessura óssea alveolar a partir de TCFC, a qualidade da imagem deve ser analisada. A resolução espacial é a distância mínima necessária para diferenciar dois objetos e depende, entre outros fatores, da dimensão do voxel, que representa a menor unidade de imagem. Quanto menor a dimensão do voxel, maior a resolução da imagem e maior a dose de radiação que o paciente será submetido durante o exame. Fatores que impossibilitam uma boa resolução são os artefatos metálicos e uma propriedade chamada de “média de volume parcial”, definido como a situação quando o limite entre dois tecidos encontra-se no meio de um voxel, sua densidade corresponderá à média da densidade das duas estruturas por ele englobadas.

Sherrard et al. (2010) avaliaram a precisão do comprimento dentário e radicular a partir de dados volumétricos de TCFC em sete cabeças de porcos com o aparelho i-CAT® com voxels de 0,2, 0,3 e 0,4 mm. O tempo de exposição foi 40 segundos para protocolo de 0,2 mm e 20 segundos para 0,3 e 0,4 mm, 120 kVp e 3-8 mA. Radiografias periapicais também foram obtidas. As tomadas radiográficas foram obtidas duas vezes, importadas para o programa Dolphin® e comparadas com mensurações reais realizadas nos dentes com paquímetro digital. Os autores observaram que os comprimentos dentário e radicular foram precisos e não foram diferentes dos comprimentos reais; as diferenças médias entre as mensurações de TCFC em todos os tamanhos de voxel e as mensurações reais foram menores que 0,3 mm. As mensurações realizadas na radiografia periapical foram menos precisas que a TCFC para comprimento dentário e radicular devido à magnificação e dificuldades na identificação de pontos. As diferenças médias para comprimento radicular foram entre 0,13 e 0,09 de superestimação (para os tamanhos de voxel de

0,2 e 0,4 mm respectivamente). As mensurações em TCFC para comprimento dentário e radicular foram similares entre os três tamanhos de *voxel*.

Cremonini et al. (2011) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a influência de artefatos metálicos dentários utilizando TCFC e tomografia *multislice*. Os autores utilizaram dez mandíbulas humanas secas que foram escaneadas duas vezes em cada técnica com e sem artefatos metálicos dentários. Para as imagens tridimensionais obtidas por meio da TCFC, foi utilizado o aparelho iCAT® com tamanho de *voxel* de 0,25 mm, protocolo de 40 segundos, campo de visão de 8 cm, 90 kVp e 7 mA. Foram realizadas mensurações lineares de altura e espessura na região do forame mental. Os autores observaram que na técnica de tomografia *multislice*, os artefatos dentários metálicos produziram um aumento de 5% na espessura óssea e uma redução de 6% na altura óssea. Na TCFC, os artefatos dentários metálicos produziram um aumento de 6% na espessura óssea e uma redução de 0,68% na altura óssea, porém estas diferenças não foram estatisticamente significantes quando comparadas com as mensurações realizadas sem artefatos metálicos. Os autores concluíram que a presença de artefatos metálicos não alterou mensurações lineares obtidas por ambas as técnicas, apesar de que sua presença tornou a localização da crista óssea alveolar mais difícil.

Damstra et al. (2011) realizaram um estudo com o objetivo de determinar a precisão e o erro de 17 mensurações cefalométricas comumente utilizadas em imagens tridimensionais obtidas a partir da TCFC. As imagens tridimensionais foi obtidas com resolução de *voxel* de 0,3 mm. Os autores observaram que os erros de mensurações em medidas cefalométricas tridimensionais (exceto o ângulo ANB) podem ser consideradas clinicamente relevantes. Isso questiona o uso de mensurações lineares e angulares para detectar efeitos reais do tratamento quando um nível alto de precisão é requerido.

El-Beialy et al. (2011) determinaram a acurácia e confiabilidade de mensurações obtidas a partir de TCFC com diferentes orientações da cabeça e protocolo de aquisição de imagem de 85 kVp e 21 mA. Foi utilizado um crânio seco fixado em um tripé com 6 posições diferentes (central, inclinação posterior, inclinação lateral, torsão, combinação entre movimentos de torsão e inclinação anteroposterior e lateral; e deslocado para o lado direito). Mensurações lineares

realizadas nas imagens tridimensionais foram comparadas às obtidas fisicamente no crânio. Os autores observaram concordância elevada entre as mensurações físicas e as tridimensionais nas posições centrais e entre as diferentes posições do crânio. A partir destes resultados, os autores concluíram que a acurácia e confiabilidade das mensurações de TCFC não são afetadas pelas modificações na orientação do crânio, porém é importante que na obtenção do exame, a cabeça do paciente fique estável.

Ganguly et al. (2011) realizaram um estudo com o objetivo de determinar a precisão de mensurações lineares de altura óssea obtidas a partir de TCFC na presença de tecidos moles. Os autores relataram que existem alguns estudos na literatura que mostraram que mensurações lineares são precisas em imagens obtidas a partir de TCFC, porém estes estudos utilizam crânios secos sem o componente de tecido mole e portanto esta acurácia pode ser devido ao aumento do contraste quando os tecidos moles são substituídos por ar, e diminuição da dispersão devido à falta dos tecidos moles. Os autores acreditam ser importante determinar se a precisão das mensurações é mantida com os tecidos moles intactos, simulando uma situação clínica. Para isso, foram utilizadas imagens de seis cabeças de cadáveres embalsamados obtidas com o aparelho de TCFC *Galileus*® após a colocação dos marcadores radiopacos sobre as corticais vestibular e lingual. As imagens tridimensionais foram obtidas com o protocolo de 85 kVp e 42 mAs. O tempo de exposição foi de 14 segundos e o campo de visão foi de 15 cm. Mensurações lineares de altura óssea foram realizadas com o programa Siron® e mensurações físicas foram obtidas com paquímetros digitais. Os autores concluíram que as mensurações lineares com a presença de tecidos moles são suficientemente precisas para uso clínico.

Sun et al. (2011) investigaram a acurácia das mensurações de altura óssea alveolar em imagens obtidas de TCFC com espessuras ósseas variadas e diferentes *voxels* (0,4 mm e 0,25 mm) em onze porcos. Para as mensurações das imagens tridimensionais foi utilizado o programa Dolphin 3D® (*Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, Calif*). O osso alveolar foi então reduzido para 0,5 a 1,5 mm e novos exames de tomografia foram realizados com os mesmos tamanhos de *voxel*. Previamente à redução óssea alveolar, a espessura mensurada foi maior que o tamanho de *voxel* da TCFC (0,4 mm) e as medidas de altura óssea

foram superestimadas em 0,5 a 1 mm. Após a redução óssea, a espessura foi próxima ou menor que o tamanho do voxel (0,4 mm), e as medidas de altura óssea foram subestimadas em 0,9 a 1,2 mm. Isto acontece porque quando a espessura óssea alveolar é reduzida para um nível menor que o tamanho de voxel, os voxels refletem a densidade média do osso alveolar, e não o tamanho real do osso. As imprecisões nas mensurações melhoraram com a diminuição do tamanho do voxel para 0,25 mm.

Timock et al. (2011) investigaram a precisão e acurácia de mensurações de altura e espessura óssea alveolar a partir de mensurações de TCFC. Os autores utilizaram imagens de 12 cabeças de cadáveres embalsamados obtidas com o aparelho i-CAT® com o protocolo de 120 kVp, 3-8 mA, tempo de exposição de 8,9 segundos e tamanho de voxel de 0,3 mm. Altura e espessura óssea vestibular de 65 dentes foram comparadas com mensurações diretas feitas por dissecação. Todas as mensurações foram repetidas três vezes por dois operadores independentes. Os autores concluíram que as mensurações de TCFC não diferiram significativamente das mensurações diretas, e não ocorreu padrão de sub ou superestimação. As diferenças médias foram de 0,3 mm na altura óssea vestibular e de 0,13 mm na espessura óssea alveolar, portanto a TCFC pode ser usada quantitativamente para avaliar estas duas variáveis com alta precisão e acurácia.

Tomasi et al. (2011) avaliaram a influência da inclinação do objeto na acurácia e reprodutibilidade de mensurações lineares de estruturas anatômicas na mandíbula em imagens obtidas a partir de TCFC (56 kVp, 3 mA e tempo de exposição de 18 segundos). Os autores mensuraram dez dimensões lineares entre pontos de referência anatômica em uma mandíbula seca. As mensurações foram realizadas com um paquímetro três vezes por três operadores. A mandíbula foi radiografada com sua base paralela e inclinada 45° em relação ao plano horizontal. Os resultados revelaram alta confiabilidade das mensurações realizadas em TCFC independentemente da posição do objeto e experiência profissional. Este resultado confirma que o posicionamento do paciente não é crucial na TCFC visto que todas as estruturas de interesse são incluídas no volume digitalizado.

Benninger et al. (2012) avaliaram a acurácia da mensuração dentária em imagens obtidas por TCFC da região de cabeça e pescoço de doze cadáveres

embalsamados. Foram realizadas mensurações lineares nas imagens com o auxílio do programa iCAT Vision®. Posteriormente, estes dentes foram extraídos e mensurados novamente com um paquímetro digital. Não foi relatado o protocolo de aquisição das imagens tridimensionais. Os autores não observaram diferenças estatisticamente significantes entre as mensurações realizadas no programa e as mensurações reais.

de Faria Vasconcelos et al. (2012) compararam as radiografias periapicais com imagens de TCFC (i-CAT® com tamanhos de *voxel* de 0,2 mm) na detecção e localização de perda óssea alveolar por meio da realização de mensurações lineares de altura, profundidade e largura de defeitos ósseos em 51 locais, avaliados por três examinadores calibrados. Os resultados mostraram que não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os dois métodos em termos de identificação de padrões de perda óssea. No entanto, foram observadas diferenças entre os dois métodos quando a distância entre a junção amelocementária e a crista alveolar foram mensuradas. Somente por meio da TCFC, foi possível a avaliação das superfícies vestibulares e linguais e uma melhor visualização da morfologia do defeito.

Gerlach et al. (2012) realizaram um estudo com o objetivo de determinar a precisão das reconstruções de TCFC em relação ao tamanho da superfície óssea e espessura óssea cortical. Foram utilizados duas cabeças de cadáveres, que foram escaneadas utilizando-se a TCFC (i-CAT®) sob protocolo de 120 kVp, 1,2 mA, tempo de exposição de 40 segundos, campo de visão de 22 cm e tamanho de *voxel* de 0,4 mm. As mandíbulas foram seccionadas para avaliação histológica, onde foram mensuradas e posteriormente comparadas com medidas obtidas por meio da TCFC. Os autores concluíram que imagens obtidas de TCFC tendem a ser superestimadas, ou seja, a espessura óssea cortical mensurada na TCFC é maior que seu tamanho real.

Ising et al. (2012) validaram a utilização de imagem de renderização de superfícies tridimensionais para quantificar a altura de deiscências alveolares. Para isso, vinte e quatro deiscências foram criadas em 9 incisivos, 9 caninos e 6 pré-molares em quatro crânios de cadáveres. Cada deiscência foi avaliada por 21 residentes de Ortodontia por meio do aparelho i-CAT® com tamanhos de *voxel* de

0,2 mm. Os autores concluíram que as imagens renderizadas de TCFC podem ser usadas para a mensuração de deiscências do periodonto com precisão.

Neves et al. (2012) avaliaram o diagnóstico de reabsorção radicular externa em superfícies radiculares de 20 pré-molares unirradiculares a partir de imagens obtidas de TCFC com diferentes tamanhos de *voxel* (0,25 e 0,30 mm). Todas as imagens foram reconstruídas com tamanho de *voxel* 0,25 mm. Os autores concluíram que as imagens obtidas com o tamanho de *voxel* de 0,30 mm e reconstruídas com tamanho de *voxel* de 0,25 mm foram o melhor protocolo, porque os valores diagnósticos foram similares ao tamanho de *voxel* 0,25 mm, porém o paciente foi submetido a menores doses de radiação.

Patcas et al. (2012a) afirmaram que um fator adicional que pode influenciar a acurácia nas mensurações em imagens digitais é a resolução dos dados volumétricos obtidos. Os dados de imagem obtidos por TCFC são adquiridos em formato digital a partir de uma única rotação de 360°. A reconstrução de imagem, a partir dessas projeções, é feita por meio de um algoritmo para a tomografia volumétrica que processa as informações em imagens tridimensionais, que consistem nos elementos de *voxel*. O tamanho de cada *voxel* é determinado por sua altura, largura e espessura. Os autores determinaram a acurácia da TCFC com diferentes tamanhos de *voxel* (0,125 mm e 0,4 mm) e protocolo de aquisição de imagem de 120 kVp e 5 mA. As mensurações foram realizadas no osso alveolar da região anterior inferior em oito cabeças de cadáveres intactas. A posição vertical da junção mucogengival foi avaliada clinicamente. Após a remoção da gengiva, mensurações ósseas verticais e horizontais foram realizadas e a crista óssea alveolar foi determinada. As mensurações ósseas foram então comparadas com as imagens obtidas de TCFC. Os autores observaram que as mensurações ósseas obtidas por TCFC foram acuradas e diferiram levemente das medidas físicas. A partir destes resultados, foi concluído que a TCFC processa medidas anatômicas confiáveis em ambos protocolos de tamanhos de *voxels* e é uma ferramenta apropriada para mensurações lineares. A presença de tecidos moles assim como tamanhos diferentes de *voxel* afetam a precisão dos dados. No entanto, até mesmo o protocolo de tamanho de *voxel* de 0,125 mm não retrata a fina camada de osso alveolar vestibular com precisão e pode superestimar fenestrações e deiscências.

Patcas et al. (2012b) compararam a precisão de mensurações ósseas lineares de TCFC e tomografia computadorizada para validar as mensurações de tecidos moles intraorais na TCFC (120 kVp, 37,07 mAs e tamanho de *voxel* de 0,4 mm) em oito cabeças de cadáveres intactas. As posições anatômicas da margem gengival e crista óssea alveolar foram determinadas. Os autores observaram que a TCFC é ligeiramente mais precisa para a mensuração linear que a tomografia computadorizada e menos afetada por artefatos metálicos. A acurácia da TCFC para mensurações lineares de tecidos moles é similar à acurácia para mensurações ósseas (Figura 2.7 e 2.8).

Figura 2.7 - Mensurações obtidas no incisivo inferior: IE: borda incisal; GM: margem gengival; ABR: crista óssea alveolar (Patcas et al., 2012b)

Figura 2.8 - Imagem do mesmo cadáver e na mesma região, obtida por tomografia computadorizada (a) e TCFC (b) (Patcas et al., 2012b)

Schlicher et al. (2012) realizaram um estudo com o objetivo de quantificar a consistência e precisão na localização de pontos de referência anatômicos tridimensionais. As hipóteses testadas são de que esses pontos de referência têm características e padrões variáveis de erro associados ao seu tipo e sua localização. A consistência e precisão de nove ortodontistas identificando 32 pontos de referência foram analisadas. Antes da realização do estudo, todos os examinadores foram calibrados com relação às definições dos pontos e quanto à utilização do programa Dolphin® na identificação destes pontos. A amostra constituiu-se de 19 pacientes que foram submetidos à TCFC previamente ao tratamento ortodôntico. As imagens tridimensionais foram obtidas sob o protocolo de 120 kVp e 15 mA. As imagens destes pacientes foram importadas no programa Dolphin® e previamente à realização do estudo, as posições da cabeça foram padronizadas, criando uniformidade para permitir uma identificação dos pontos mais fácil. Os autores observaram que a consistência na localização dos pontos e sua precisão não diferiu significativamente entre os nove examinadores.

Sheikhi et al. (2012) realizaram um estudo com o objetivo de determinar a precisão de mensurações lineares vestibulo-linguais e méso-distais em seis crânios secos humanos em posição ideal e em diferentes posições desviadas do crânio (10 a 15° de rotação, inclinação, flexão e extensão) por meio de mensurações físicas e tomográficas. O protocolo de aquisição das imagens tridimensionais foi de 7 mA, 85 kVp, tempo de exposição de 14 segundos, campo de visão de 15 cm e tamanho de *voxel* de 0,15 mm. Os autores observaram que há diferenças nas mensurações entre as posições normais e desviadas, no entanto, visto que a diferença média foi menor que 0,5 mm, não foram consideradas clinicamente significantes.

Ye et al. (2012) realizaram um estudo com o objetivo de determinar a acurácia de mensurações volumétricas de dentes *in vitro* a partir de TCFC. A amostra consistiu de imagens de coroas e raízes dentárias obtidas por TCFC (com tamanhos de *voxel* de 0,125, 0,2, 0,25, 0,3 e 0,4 mm) e por laser. Os autores observaram diferenças estatisticamente significantes entre a imagem volumétrica de coroa e de raiz obtida por laser e cada tamanho de *voxel* das imagens obtidas por TCFC. As imagens obtidas com tamanhos de *voxel* de 0,3 e 0,4 mm foram significativamente distintas das obtidas com *voxels* de 0,125, 0,2 e 0,25 mm. Os autores concluíram que com o aumento do tamanho de *voxels*, as medidas volumétricas dentárias tenderam a ser maiores.

Waltrick et al. (2013) afirmaram que a TCFC permite a visualização de estruturas dentárias e ósseas da região maxilofacial por meio de imagens precisas com alta resolução e qualidade, visto que mostram uma amplitude de detalhes anatômicos que são muito úteis para o diagnóstico. Os autores realizaram um estudo *in vitro* com o objetivo de verificar a precisão de mensurações lineares utilizando diferentes tamanhos de *voxel* (0,2, 0,3 e 0,4 mm) em doze hemimandíbulas humanas secas, usando protocolo de 120 kVp e 3 a 8 mA. Para a aquisição da imagem, cada mandíbula foi escaneada 3 vezes de acordo com o tamanho do *voxel* selecionado: *voxel* de 0,4 mm (campo de visão de 8 cm e tempo de aquisição de 20 segundos), *voxel* de 0,3 mm (campo de visão de 8 cm e tempo de aquisição de 20 segundos) e *voxel* de 0,2 mm (campo de visão de 8 cm e tempo de aquisição de 40 segundos). Os autores não observaram diferenças estatisticamente significantes na precisão entre as mensurações obtidas com os tamanhos de *voxels* utilizados. O *voxel* de 0,3 mm é um bom equilíbrio entre

qualidade de imagem e baixa dose de radiação.

2.2.3 Mensuração da espessura óssea alveolar

Fuhrmann (2002) avaliou exames de imagem obtidos de tomografia computadorizada (120 kVp e 125 a 165 mA) em 21 pacientes adultos com tecidos ósseos periodontais reduzidos (processos alveolares estreitos, seio maxilar estendido e perda óssea alveolar avançada), previamente, durante e após o tratamento ortodôntico com aparelhos fixos, para avaliar, tridimensionalmente, remodelação periodontal. A incidência de lesões periodontais, como deiscências e fenestrações ósseas e reabsorções radiculares foram analisadas em relação à situação periodontal inicial e após a aplicação da mecânica ortodôntica. Os resultados mostraram ausência de evidências clínicas de periodontites marginais ou de recessões periodontais nos dentes movimentados ortodonticamente, porém nas imagens obtidas por tomografia computadorizada, foram observadas reabsorções da cortical óssea vestibular. Em movimento de retrusão dos incisivos, evidenciou-se início de reabsorções radiculares. O autor concluiu que os movimentos dentários devem ser confinados aos limites anatômicos do processo alveolar. A seleção de biomecânicas controladas pode reduzir riscos ao periodonto. A utilização de arcos resilientes contínuos do início do tratamento com o sistema *straight-wire* fica sujeito a críticas devido ao risco de diminuição da inserção óssea. As deiscências induzidas pelo tratamento ortodôntico são parcialmente reparadas por ação osteoblástica, ou pela reorientação espontânea do dente, no período de retenção.

Sarikaya et al. (2002) afirmaram que em casos de protrusão bimaxilar, extração de pré-molares é a modalidade de tratamento constantemente utilizada em Ortodontia, porém há controvérsias se as mudanças que ocorrem no osso alveolar anterior seguem a direção e quantidade de movimento dentário. Os autores avaliaram 19 pacientes por meio de telerradiografias em norma lateral e tomografia computadorizada obtidas previamente ao tratamento e 3 meses após a retração dos incisivos. Foram mensuradas as corticais alveolares vestibular e lingual na crista óssea, terço médio da raiz e nível apical (com distâncias de 3 mm entre cada

referência) para avaliação das mudanças em espessura óssea durante a retração dos incisivos. No arco mandibular, o osso vestibular manteve sua espessura original, exceto na crista óssea, que diminuiu significativamente. Na maxila, a espessura óssea alveolar permaneceu inalterada. Foram observadas diminuições significativas no osso lingual em ambos maxilares após a retração dos incisivos. Alguns pacientes demonstraram deiscências ósseas (Figura 2.9).

Figura 2.9 - Locais onde foram mensuradas as espessuras ósseas (Sarikaya et al., 2002)

Jin et al. (2005) mensuraram as distâncias do ápice à cortical óssea vestibular por meio de tomografia computadorizada de 1806 dentes de 66 pacientes asiáticos. As imagens foram criadas com cortes de 1 mm de espessura obtidos a partir de protocolo de aquisição de imagem de 200 mA e 120 kVp por 1 segundo, com um campo de visão de 9,6 cm de diâmetro. Na mandíbula, a distância média do ápice da raiz distal do segundo molar inferior à cortical óssea vestibular foi a maior distância mensurada (8,51 mm), seguida pela distância da raiz mesial à cortical vestibular (7,34 mm). No primeiro molar inferior, as espessuras ósseas distal e mesial foram 5,18 mm e 4,09 mm, respectivamente. Na raízes vestibulares maxilares, a distância da raiz méso-vestibular e disto-vestibular dos segundos molares à cortical óssea vestibular foram as maiores, 4,63 e 3,61 mm respectivamente. As distâncias médias do ápice palatino dos primeiros e segundos molares à cortical óssea palatina foi de 3,15 e 3,08 mm.

Deguchi et al. (2006) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar quantitativamente a espessura óssea cortical em vários locais na maxila e

mandíbula por meio da tomografia computadorizada. As distâncias da superfície da cortical óssea à superfície radicular e as distâncias entre as raízes dos pré-molares e molares também foram mensuradas para determinar o diâmetro e comprimento ideal dos mini-implantes para ancoragem ortodôntica. Os autores não observaram diferenças significantes entre gênero, idade ou lado na espessura óssea cortical. Além disso, foi observada menor espessura óssea distal aos segundos molares superiores e maior quantidade de osso cortical na região posterior da mandíbula.

Garib et al. (2006) avaliaram as mudanças periodontais por meio da tomografia computadorizada (120 kVp e 100 mA) após a expansão rápida da maxila com expansores dentossuportados e dentomucossuportados em oito meninas. Os autores concluíram que a expansão rápida da maxila reduziu a espessura óssea da face vestibular dos dentes de suporte do aparelho expensor de 0,6 a 0,9 mm e aumentou a espessura óssea lingual de 0,8 a 1,3 mm. A expansão rápida da maxila induziu a deiscências ósseas na face vestibular dos dentes de ancoragem.

Poggio et al. (2006) realizaram um estudo com o objetivo de mapear a anatomia da maxila e da mandíbula para selecionar os locais mais seguros para a inserção de mini-implantes de ancoragem ortodôntica. Para isso, imagens de tomografia volumétrica de 25 maxilas e mandíbulas foram obtidas e examinadas. Cada espaço interradicular, foi mensurado a 2, 5, 8 e 11 mm da crista óssea alveolar. Não foi descrito o protocolo de obtenção das imagens tridimensionais. Os autores observaram que na maxila e na mandíbula, a maior espessura óssea no sentido vestibulo-lingual foi observada entre os primeiros e segundos molares, enquanto que as menores espessuras observadas na maxila foram na tuberosidade e na mandíbula, entre o primeiro pré-molar e o canino.

Katranji et al. (2007) determinaram a espessura óssea cortical média em diferentes dentes (molares, pré-molares, região anterior e regiões edêntulas) em 28 cabeças de cadáveres com média de 73,1 anos, por meio de mensurações diretas realizadas com um paquímetro digital. Os autores observaram que a espessura média da cortical óssea vestibular variou de 1 a 2,1 mm na maxila e na mandíbula edêntula, com a área mais fina na região anterior da maxila e a área mais espessa na região posterior da mandíbula. A cortical vestibular da maxila e mandíbula dentada variou de 1,6 a 2,2 mm em espessura, com a região mais fina na região

anterior inferior e a mais espessa na região posterior superior. Além disso, os autores observaram que a mandíbula tende a perder espessura óssea cortical mais lentamente que a maxila.

Rocha (2007) avaliou por meio de tomografia computadorizada a espessura do osso cortical nos espaços interradiculares dos arcos dentários. Os exames foram realizados pelo tomógrafo NewTom® (110 kVp e 16 mAs). Na região posterior, a espessura do osso cortical foi mensurada a 3 e 9 mm da crista óssea alveolar e na região anterior a 3, 9 e 15 mm. Os autores observaram que a face palatina dos pré-molares superiores na altura de 9 mm, apresentou maior espessura óssea. Na região anterior, maior espessura óssea foi encontrada nas alturas de 9 e 15 mm. O lado palatino apresentou-se mais espesso, em relação ao vestibular. Na mandíbula, a maior espessura óssea foi encontrada por vestibular na região distal ao segundo molar. Na região anterior, a porção apical apresentou maior espessura óssea, tanto por vestibular como por lingual.

Ono et al. (2008) realizaram um estudo com o objetivo de investigar a espessura óssea cortical na região posterior e vestibular, mesial e distal, ao primeiro molar em 43 pacientes, visto que esta é uma área comum à instalação de mini-implantes de ancoragem ortodôntica. Tomografia computadorizada foi usada como diagnóstico nas áreas circundantes a colocação do mini-implante, com tamanhos de *voxel* de 0,125 mm. Espessura óssea cortical foi mensurada de 1 a 15 mm da crista óssea alveolar em intervalos de 1 mm. A espessura média da cortical óssea variou de 1,09 a 2,12 mm na maxila e 1,59 a 3,03 na mandíbula. Os autores observaram que quanto maior a altura, mais espessa foi a cortical óssea, e a cortical mandibular foi significativamente mais espessa que a maxilar. Todas as mensurações na maxila foram significativamente menores que as da mandíbula. O osso cortical distal ao primeiro molar foi significativamente maior que na mesial do primeiro molar nas alturas de 6 a 15 mm na maxila e em todas as alturas na mandíbula.

Baumgaertel e Hans (2009) avaliaram a espessura óssea cortical vestibular de cada área interdentária para auxiliar no planejamento da colocação de mini-implantes de ancoragem ortodôntica, por meio de exames de TCFC, de 30 crânios secos humanos. O protocolo de aquisição das imagens tridimensionais foi de 100 kVp, 10 mA e campo de visão de 9 polegadas. A partir das imagens geradas pela

TCFC, as espessuras ósseas foram mensuradas a 2, 4 e 6 mm da crista alveolar. Os resultados demonstraram que a espessura óssea vestibular foi maior na mandíbula do que na maxila e que a região posterior apresentou maior quantidade de osso que a região anterior. Na região posterior superior e inferior, a espessura óssea apresentou-se maior na altura de 6 mm e menor na altura de 4 mm. Na região anterior superior e inferior, a espessura aumentou progressivamente com o aumento da distância da crista alveolar. A espessura óssea aumentou em ambos maxilares com o aumento da distância do plano sagital mediano, exceto na região distal aos segundos molares superiores (Figuras 2.10 e 2.11).

Figura 2.10 - (A) Vista horizontal mostrando a orientação do corte interdental; (B) Corte interdental mostrando osso cortical (branco) e trabecular (cinza) com as mensurações (Baumgaertel; Hans, 2009)

Figura 2.11 - Espessura óssea cortical em cada área interdental: vermelho é a menor mensuração em um local, amarelo é a mensuração média e verde é a maior mensuração (Baumgaertel; Hans, 2009)

Hu et al. (2009) elucidaram as relações entre as raízes dentárias e os tecidos circundantes com o objetivo de prevenir complicações após a inserção de mini-implantes de ancoragem ortodôntica. Os autores utilizaram 20 mandíbulas e maxilas humanas e realizaram 200 cortes em cada peça anatômica. O osso cortical maxilar, na face vestibular, apresentou-se mais espesso na região posterior do que na região anterior, porém esta diferença foi pequena (0,2 mm) e não mudou significativamente da cervical para apical. A espessura óssea cortical maxilar, na face palatina, foi similar à vestibular, no entanto aumentou 0,5 mm da cervical para apical. Na mandíbula, a espessura óssea cortical aumentou da região anterior para posterior e da cervical para apical. Na região anterior, a espessura óssea mandibular foi maior na face lingual do que na vestibular, e na região posterior, foi maior na região vestibular do que na lingual. A maior espessura óssea foi encontrada no arco mandibular na região posterior (Figuras 2.12 e 2.13).

Figura 2.12 - Amostras seccionadas do arco superior de 1 a 10 mm da cervical em direção ao ápice radicular (Hu et al., 2009)

Figura 2.13 - Amostras seccionadas do arco inferior de 1 a 10 mm da cervical em direção ao ápice radicular (Hu et al., 2009)

Kim et al. (2009) afirmaram que deiscências, fenestrações e recessão gengival podem ser encontradas em pacientes após a cirurgia ortognática especialmente nos dentes anteriores inferiores, visto que pacientes com má oclusão de classe III apresentam um alvéolo pouco espesso. Radiografias periapicais, interproximais e telerradiografias laterais são difíceis de padronizar e a distorção da imagem é inevitável devido às várias angulações do feixe de raios X. Além disso, visto que as corticais ósseas palatinas e a sínfise traçadas na telerradiografia representam uma visualização bidimensional de uma superfície côncava, o limite real destas estruturas pode ser mais estreito que a imagem traçada na radiografia. Por este motivo, os autores realizaram um estudo para avaliar a espessura óssea alveolar em incisivos superiores e inferiores de 20 adultos coreanos com má oclusão de classe III esquelética por meio da TCFC (tamanho de *voxel* de 0,4 mm), um mês antes da cirurgia ortognática. Os autores observaram que a espessura óssea alveolar foi significativamente maior na palatina dos incisivos superiores, enquanto que os incisivos inferiores exibiram o resultado oposto. A espessura óssea alveolar média no ápice mostrou diferença estatisticamente significativa entre as faces

vestibular e lingual. Além disso, a espessura vestibulo-lingual no ápice do incisivo inferior foi mais estreita que a espessura na junção amelocementária. No incisivo superior, a espessura óssea no ápice foi maior do que na junção amelocementária.

Lee et al. (2009) utilizaram 30 tomografias computadorizadas de maxila e mandíbula de indivíduos adultos com oclusão normal para avaliar espessura alveolar nas alturas de 2, 4, 6 e 8 mm em direção apical a partir da junção amelocementária. O protocolo de aquisição das imagens tridimensionais foi 200 mA, 120 kVp e tempo de exposição de 1 segundo. A espessura alveolar foi definida como a mínima profundidade da superfície de osso alveolar até a superfície radicular. Os autores observaram que a espessura óssea na face vestibular de cada raiz foi maior na região posterior do que na região anterior. A espessura média dos incisivos e primeiros pré-molares foi menor que 1 mm, até mesmo na altura de 8 mm, na maxila e mandíbula. A maior espessura alveolar encontrada foi na raiz mesial do segundo molar superior. Nos pré-molares superiores, a espessura óssea aumentou somente na altura de 4 mm e 6 mm nos molares. Na mandíbula, um aumento gradual da espessura óssea na face vestibular foi notada na região posterior. A maior espessura óssea foi observada na raiz distal dos segundos molares inferiores.

Park e Cho (2009) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a espessura do osso cortical da região de caninos a segundos molares por meio de TCFC de 60 pacientes adultos, em três alturas (5, 7 e 9 mm) a partir da junção amelocementária. Os autores não descreveram o protocolo de aquisição das imagens tridimensionais. A junção amelocementária foi utilizada ao invés da crista alveolar como ponto de referência, porque a periodontite poderia alterar a altura da crista alveolar, tornando essa estrutura pouco confiável. Os exames foram realizados no aparelho iCAT® e suas imagens exportadas e avaliadas no programa In VivoDental®. Os autores relataram que na TCFC, todas as imagens do crânio devem ser reorientadas no programa de visualização de imagens, antes da realização de medidas, para minimizar os erros provocados por falta de padronização da postura da cabeça durante a aquisição da imagem tomográfica. Os autores utilizaram o ponto násio, fronto-zigomático esquerdo e direito e plano horizontal de Frankfurt como referência. Os resultados mostraram que a espessura de osso cortical maxilar e mandibular tende a aumentar da junção amelocementária até o ápice radicular,

porém um aumento mais marcante foi encontrado na mandíbula. Enquanto o osso cortical vestibular superior mostrou uma espessura relativamente constante na maioria dos locais, a espessura óssea cortical vestibular inferior aumentou de canino a segundo molar. A espessura óssea maxilar média foi de 1,17 a 1,31 mm e a mandibular foi de 1,26 a 2,91 mm.

Swasty et al. (2009) avaliaram a espessura da cortical vestibular e lingual da mandíbula a partir de TCFC para determinar sua relação com a idade em 113 indivíduos. O protocolo de aquisição das imagens foi de 110 kVp, 10 mA e tempo de exposição de 10 segundos. Na face vestibular, a cortical óssea mais espessa foi observada na região posterior da mandíbula e diminuiu em direção à região anterior. A base da mandíbula mostrou-se a região com maior espessura óssea. Em todas as regiões, a espessura óssea tornou-se mais estreita próxima à sínfise. Com relação à idade, os autores observaram que indivíduos de 10 a 19 anos de idade apresentaram corticais ósseas menos espessas e que as maiores espessuras foram observadas nos pacientes entre 40 e 49 anos de idade. Estes resultados sugerem que a mandíbula ainda está se desenvolvendo em indivíduos com menos de 20 anos de idade e que as corticais ósseas continuam a maturar em espessura até os 40 a 49 anos. A cortical óssea perde espessura após os 50 anos de idade.

Ferreira (2010) mensurou as espessuras das corticais ósseas vestibular e lingual dos dentes superiores e inferiores previamente ao tratamento ortodôntico a partir de imagens obtidas de TCFC, com tamanhos de *voxel* de 0,4 mm. Antes da realização do exame, o tomógrafo foi ajustado segundo as seguintes especificações: 120 kVp, 8 mA, tempo de exposição de 20 segundos e campo de visão de face estendida. Para a maxila foram utilizados cortes axiais a 3 e 6 mm da junção amelocementária e para a mandíbula, a 4 e 8 mm apicalmente à junção amelocementária dos dentes inferiores. A espessura da cortical óssea alveolar vestibular, na maxila e mandíbula, mostrou-se menos espessa do que as linguais. Por outro lado, a maxila possui cortical óssea vestibular e lingual mais espessa em comparação com a mandíbula, para o corte mais cervical. As menores espessuras das corticais ósseas foram observadas nos cortes mais cervicais (Figura 2.14). Na maioria dos dentes, a espessura das corticais ósseas vestibular e lingual não diferiu entre os padrões faciais avaliados. Além disso, não se observaram dimorfismo

sexual e poucas diferenças foram observadas na quantidade de osso alveolar entre pacientes jovens (até 18 anos) e adultos (18 anos ou mais).

Figura 2.14 - Cortes axiais com a espessura média das corticais ósseas vestibular e lingual dos dentes superiores e inferiores em diferentes alturas da junção ameloementária (Ferreira, 2010)

Nowzari et al. (2010) mensurou a largura do osso alveolar vestibular dos incisivos centrais, por meio de TCFC com tamanhos de voxel de 0,3 mm, para determinar a prevalência de espessuras ósseas maiores ou iguais a 2 mm. Para isso, foram utilizadas imagens tridimensionais de 101 pacientes que foram avaliados por dois observadores independentes. As avaliações foram realizadas na largura óssea vestibular nas alturas de 1 a 10 mm apical à crista óssea. Os autores observaram que, de um modo geral, a espessura média foi de 1,05 mm para os incisivos centrais e que a ocorrência de espessuras ósseas maiores que 2 mm aumentou com o aumento da altura em relação à crista óssea. Não foram encontradas diferenças significantes na espessura óssea entre diferentes etnias, gênero e idade. Os autores concluíram que a partir de imagens obtidas de TCFC, ocorrências de osso alveolar na vestibular maiores ou iguais que 2 mm foram encontrados em não mais que 3% das superfícies radiculares de 1 a 5 mm apical à crista óssea em incisivos centrais superiores. A prevalência de osso alveolar vestibular fino (menor que 2 mm) pode contribuir para o risco de fenestração óssea, deiscências e recessão gengival.

Braut et al. (2011) analisaram a espessura da cortical óssea vestibular na

região anterior por meio de imagens obtidas por TCFC em uma amostra de 498 dentes. A espessura da cortical óssea vestibular foi mensurada perpendicular ao longo eixo do dente em dois locais: crista alveolar (4 mm apical a junção amelocementária) e no ponto médio da raiz. A maioria dos dentes avaliados apresentou cortical óssea vestibular final (menor que 1 mm). Corticais ósseas mais espessas (maiores que 1 mm) foram encontradas em 11,4% dos dentes na altura da crista alveolar e em 9,8% dos dentes no meio da raiz. Os autores observaram diminuição estatisticamente significativa a partir dos pré-molares em direção aos incisivos centrais. Para as mensurações na crista alveolar, o gênero não foi um parâmetro estatisticamente significativo, no entanto, com o aumento da idade, ocorreu uma redução significativa da espessura óssea. No terço médio da raiz, as variáveis de gênero e idade não foram significantes.

Farnsworth et al. (2011) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar idade, gênero e diferenças regionais na espessura do osso cortical na maxila e mandíbula, por meio da avaliação, no programa Dolphin®, de imagens obtidas a partir de TCFC de 52 pacientes (26 adolescentes e 26 adultos) obtidas com *voxel* de 0,4 mm. Foram avaliados 16 locais (palato, crista infrazigomática, espessura interradicular mandibular na face vestibular e interradicular maxilar nas faces vestibular e lingual). As mensurações interradiculares foram realizadas 4 mm apical à crista alveolar. Para cada paciente, somente o lado direito ou esquerdo da maxila e da mandíbula foi escolhido para a realização das mensurações, visto que não há diferenças na espessura óssea entre os lados dos maxilares. Não foram encontradas diferenças significantes na espessura óssea cortical entre os gêneros, porém entre as idades, foi concluído que as corticais dos adultos são significativamente mais espessas, com exceção da crista infrazigomática, região molar mandibular na face vestibular e palato. A espessura óssea foi maior na região posterior que na anterior na mandíbula, e corticais ósseas mais espessas foram encontradas na mandíbula do que na maxila.

Januario et al. (2011) determinaram a espessura óssea alveolar vestibular dos dentes anteriores superiores em 250 indivíduos, com idades entre 17 e 66 anos por meio da TCFC, com tamanho de *voxel* de 0,2 mm, em três diferentes locais, apicais a junção amelocementária (1, 3 e 5 mm). Os autores observaram que a espessura óssea alveolar vestibular na maioria dos locais avaliados apresentava-se ≤ 1 mm e

que em 50% dos locais, a espessura óssea era $\leq 0,5$ mm.

Al-Jandan et al. (2012) determinaram o comprimento mais seguro de parafusos monocorticais que podem ser inseridos para o tratamento de fraturas mandibulares, por meio da avaliação das espessuras das corticais vestibulares de imagens de TCFC de 50 hemi-mandíbulas, obtidas com voxels de 0,4 mm. Mensurações lineares foram obtidas da cortical óssea vestibular até o ápice radicular, do canino ao segundo pré-molar e na região dos molares. Os valores mínimos das distâncias horizontais ao nível dos ápices dentários nos segundos molares foram 4 mm, o que foi um valor maior do que o encontrado para o primeiro molar. Nos caninos, primeiros e segundos pré-molares, os valores mínimos encontrados nas distâncias horizontais no nível apical foi de 2 mm, 2,33 mm e 2 mm respectivamente. A espessura de osso cortical nos diferentes locais avaliados não mostrou diferença significativa entre os gêneros dos pacientes.

Enhos et al. (2012) afirmaram que o movimento dentário ortodôntico induzido por estímulos mecânicos é facilitado pela remodelação do ligamento periodontal e osso alveolar. A ausência ou insuficiência de espessura óssea alveolar é um fator complicador para o tratamento ortodôntico. A ocorrência de deiscências e fenestrações durante o tratamento ortodôntico depende de alguns fatores como: direção do movimento, frequência e magnitude das forças ortodônticas, volume e integridade anatômica dos tecidos periodontais. Previamente ao tratamento, a morfologia alveolar deve ser avaliada por meio da TCFC. Os autores testaram a hipótese nula de que a presença de defeitos alveolares não é diferente entre pacientes com diferentes padrões de crescimento vertical. A amostra consistiu de 26 pacientes hiperdivergentes, 27 hipodivergentes e 25 normodivergentes, que não apresentavam histórico de tratamento ortodôntico, e que foram submetidos a TCFC com o aparelho iCAT® e tamanho de voxel de 0,3 mm para avaliação da presença de deiscências e fenestrações nas superfícies vestibulares e linguais. O protocolo de aquisição das imagens foi 5 mA, 120 kVp com tempo de exposição de 4 segundos. Os autores observaram que os pacientes hipodivergentes apresentaram menor prevalência de deiscências que os outros grupos. As superfícies vestibulares dos dentes apresentaram as maiores prevalências de fenestrações e deiscências. A maioria das fenestrações foram encontradas na maxila (nos primeiros pré-molares) e a maioria das deiscências foram encontradas na mandíbula (incisivos centrais).

Ghassemian et al. (2012) relataram que pequena espessura óssea recobrindo a superfície dentária pode contribuir para o aparecimento de fenestração, deiscência e recessão gengival. Os autores mensuraram a distância entre a junção amelocementária e a crista óssea alveolar, e a espessura óssea vestibular em diferentes alturas da crista óssea alveolar (de 1 a 5 mm) nos seis dentes superiores anteriores. Os autores utilizaram sessenta e seis exames tomográficos de maxilas intactas de pacientes com idades entre 17 e 69 anos que foram avaliadas por dois examinadores calibrados e independentes. O protocolo de aquisição das imagens foi 120 kVp, 100 mAs e campo de visão de 250 mm. Não foram observadas diferenças entre os gêneros. O incisivo lateral superior apresentou a maior espessura óssea vestibular nas alturas de 2, 3 e 4 mm da crista óssea alveolar. As maiores quantidades de fenestrações foram observadas nos incisivos centrais superiores do lado direito e caninos superiores do lado esquerdo e a menor quantidade de fenestrações nos incisivos laterais superiores esquerdos. Isto pode ser explicado pelo menor diâmetro da raiz dos incisivos laterais e uma reduzida proeminência óssea comparada aos incisivos centrais e caninos. A maioria das fenestrações foi detectada a 5 mm da crista óssea.

Lund et al. (2012) investigaram a distância entre a junção amelocementária e a crista óssea marginal nas superfícies vestibular, lingual, mesial e distal dos incisivos aos primeiros molares em adolescentes com má oclusão de classe I antes e após o tratamento ortodôntico realizado com extração de pré-molares, por meio da TCFC, utilizando tamanho de *voxel* de 0,125 mm. Os parâmetros utilizados foram 75 kVp, 4 a 5,5 mA e tempo de exposição de 17,5 segundos. Os autores observaram que durante o tratamento ortodôntico, mudanças na altura óssea entre os dentes puderam ser observadas, principalmente nas superfícies linguais, seguidas pelas superfícies vestibulares. Os autores observaram que 84% das superfícies linguais dos incisivos centrais inferiores exibiram diminuição da altura óssea maior que 2 mm (Figura 2.15). Os autores concluíram que mesmo que estes resultados possam ser explicados por outros motivos além do tratamento ortodôntico, a perda de altura óssea marginal pode ser um efeito colateral do tratamento ortodôntico com extrações dentárias, visto que a retração dos dentes anteriores causa remodelação do osso alveolar.

Figura 2.15 - Imagens sagitais dos dentes anteriores inferiores de um paciente mostrando a perda de altura óssea durante o tratamento ortodôntico (Lund et al., 2012)

Horner et al. (2012) avaliaram as diferenças na espessura da cortical óssea dentoalveolar entre adultos jovens por meio de imagens de TCFC com o aparelho i-CAT® (i-CAT Classic; Imaging Sciences International, Hatfield, PA) e tamanho de *voxel* de 0,4 mm, em 57 pacientes, utilizando o programa Dolphin®. As imagens foram obtidas a partir de uma única rotação de 360° do aparelho em 20 segundos com 120 kVp. Os indivíduos foram classificados como hiper ou hipodivergentes se apresentassem ângulo do plano mandibular maiores que 29° ou menores que 21°, respectivamente. As corticais ósseas vestibular e lingual foram mensuradas a 5 mm da crista óssea alveolar. Os autores observaram que os indivíduos hipodivergentes apresentaram corticais vestibulares e linguais da maxila mais espessas que nos pacientes hiperdivergentes. A cortical óssea lingual foi mais espessa que a vestibular na maxila e mandíbula, exceto entre os primeiros e segundos molares inferiores. As regiões posteriores apresentaram corticais mais espessas que as regiões anteriores. O osso cortical mandibular é mais espesso que o maxilar.

Jin et al. (2012) investigaram a espessura óssea alveolar vestibular e lingual dos caninos e pré-molares superiores por meio de TCFC em uma amostra de 20 pacientes com oclusão normal. As imagens foram obtidas com campo de visão de 200x179 mm, 80 kVp e 50 mA, resultando em uma resolução de *voxel* de 0,4 mm. A espessura vestibular e palatina, perpendicularmente ao longo eixo radicular foram

avaliados a 3 e 5 mm apicais a junção amelocementária e no ápice radicular. Os autores observaram espessuras ósseas menores que 2 mm e que a frequência de corticais ósseas mais espessas aumentaram do canino em direção aos segundos pré-molares

Kook et al. (2012) testaram a hipótese que não há diferença na perda óssea alveolar vertical e espessura óssea alveolar ao redor dos incisivos centrais superiores e inferiores em indivíduos com oclusão normal e má oclusão esquelética de classe III, por meio da TCFC, obtida com tamanhos de voxels de 0,4 mm. A amostra consistiu de 20 indivíduos coreanos com oclusão normal e 20 pacientes com má oclusão esquelética de classe III com mordida aberta anterior. A quantidade de perda óssea alveolar vertical e espessura óssea alveolar nas corticais vestibulares e linguais no ápice radicular foram mensurados. Os autores observaram que os pacientes com má oclusão de classe III apresentaram maior perda óssea vertical que os pacientes com oclusão normal. Nos pacientes classe III, o osso alveolar na região apical foi significativamente mais fino, exceto dos incisivos superiores. Os incisivos inferiores mostraram maior perda óssea alveolar que os superiores em ambos os grupos, especialmente na face lingual dos pacientes classe III. De um modo geral, a espessura óssea alveolar na região apical foi maior que a junção amelocementária, exceto nos incisivos inferiores nos pacientes classe III. A espessura óssea alveolar na região apical foi maior nos pacientes com oclusão normal que nos pacientes classe III, exceto na vestibular dos incisivos superiores. Os autores rejeitaram a hipótese e concluíram que cuidado especial deve ser tomado para evitar o agravamento da perda óssea alveolar pré-existente nos dentes anteriores inferiores nos pacientes classe III.

Lee et al. (2012) afirmaram que o tratamento ortodôntico-cirúrgico de pacientes com má oclusão de classe III inclui descompensação ortodôntica pré-cirúrgica da má oclusão, seguida pela correção cirúrgica da má oclusão esquelética e detalhamento e finalização pós-cirúrgica da oclusão. Os autores avaliaram a perda óssea alveolar ao redor dos incisivos inferiores em 25 pacientes com prognatismo mandibular tratados com cirurgia de recuo mandibular e tratamento ortodôntico. Telerradiografias laterais, frontais e TCFC foram obtidas previamente ao tratamento, na fase pré-cirúrgica e após o tratamento. O protocolo de aquisição das imagens foi 90 kVp, 4 mA, tempo de exposição de 24 segundos e campo de visão de 20 x 19

cm. Os incisivos centrais e laterais inferiores mostraram redução do nível de osso alveolar vertical e da espessura óssea alveolar, nas corticais vestibulares e linguais, após o tratamento ortodôntico pré-cirúrgico, porém não deterioraram durante a fase pós-cirúrgica. Não houve correlação estatisticamente significativa entre o grau de inclinação do incisivo e a extensão de mudança óssea alveolar do incisivo central e lateral. A modificação óssea alveolar está relacionada a fenômenos biomecânicos e é influenciada por muitos fatores como características periodontais, tipo gengival e hábitos orais do paciente. Os autores concluíram que a protrusão excessiva dos incisivos inferiores durante a fase ortodôntica pré-cirúrgica pode causar perda óssea alveolar.

Silva (2012) propôs a utilização de um novo método tomográfico de avaliação das espessuras ósseas alveolares, maxilares e mandibulares, por meio do AutoCAD para a realização das medições. Um total de 72 grandezas lineares foram previamente definidas e testadas em sua qualidade de inspeção, identificação e medição, a partir da avaliação de sete operadores independentes. Os resultados indicaram significativa confiabilidade geral no método proposto. O autor concluiu que a utilização de imagens provenientes do tomógrafo iCAT[®], com resolução de voxel de 0,25 mm, em humanos vivos e a partir de cortes trans-axiais sistematicamente operacionalizados com auxílio do programa AutoCAD[®], propicia a geração de condições metodológicas favoráveis à obtenção do mapeamento quantitativo linear de espessuras ósseas alveolares maxilares e mandibulares.

Vera et al. (2012) avaliaram a espessura óssea alveolar vestibular nos primeiros pré-molares superiores e dentes anteriores por meio da TCFC (tamanho de voxel de 0,3 mm) em 43 pacientes. Dois examinadores manualmente mensuraram a distância da junção amelocementária à crista óssea alveolar e a espessura óssea alveolar na crista, ponto médio da raiz e ápice. Os autores observaram que a espessura óssea alveolar vestibular média 1 mm apical da crista óssea alveolar foi de 1,13 mm nos pré-molares e 0,83 mm nos dentes anteriores; no ponto médio da raiz foi de 1,03 mm nos pré-molares e 0,70 mm nos dentes anteriores; e a 1 mm do ápice radicular foi similar em todas as posições dentárias com uma espessura média de 0,88 mm. Os autores concluíram que poucos dentes anteriores superiores apresentaram espessura óssea alveolar maior que 1 mm.

Yagci et al. (2012) testaram a hipótese nula de que a presença de deiscências e fenestrações não são diferentes entre os pacientes com má oclusões esqueléticas de classe I, II ou III. Para isto, foram avaliados 123 imagens de TCFC (i-CAT® com tamanhos de voxel de 0,3 mm) de pacientes com padrões verticais normais, classificados segundo sua má oclusão: 41 pacientes classe I, 42 pacientes classe II e 40 pacientes classe III. O protocolo de aquisição das imagens tridimensionais foi 5 mA, 120 kVp e tempo de exposição de 9,6 segundos. Os autores relataram que previamente à introdução da tomografia computadorizada, a visualização das corticais vestibulares e linguais não era possível devido à sobreposição de imagens associada às radiografias convencionais. Os autores observaram que os pacientes classe II tiveram maior prevalência de fenestrações e que não foram observadas diferenças na prevalência de deiscências entre os grupos. Apesar de que fenestração foi mais encontrada na maxila, mais deiscências foram observadas nos incisivos inferiores. Pacientes classe II e III apresentaram mais defeitos alveolares na mandíbula. A maioria dos casos de fenestração na maxila foram observados nos primeiros pré-molares e primeiros molares, devido ao fato que os primeiros pré-molares se localizam em uma área que se torna mais estreita quanto mais apical. Além disso, os defeitos alveolares foram predominantes nas superfícies radiculares vestibulares. Os pacientes classe III tiveram menores quantidades de fenestração e maior prevalência de deiscências. Os autores concluíram que diferenças significantes da presença de fenestrações foram encontradas entre indivíduos com diferentes má oclusões.

Ozdemir et al. (2013) determinaram a espessura óssea cortical vestibular do processo alveolar na maxila e mandíbula a partir de TCFC (tamanho de voxel de 0,1 mm) de 155 adultos com alturas faciais distintas (aumentada, normal e diminuída). Os autores não observaram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos com relação a idade, gênero e tipo facial sagital. Porém, pacientes com altura facial aumentada apresentaram menores valores que pacientes com altura facial diminuída em todos os locais de inserção de mini-implantes na maxila e mandíbula. Os autores concluíram que existe a probabilidade de corticais ósseas mais delgadas e risco de falha nos mini-implantes na região vestibular maxilar com pacientes com altura facial aumentada e na região vestibular mandibular entre canino e primeiro pré-molar em pacientes com altura facial normal ou diminuída.

2.2.4 Mensuração das inclinações dentárias

Tsunori et al. (1998) avaliaram as relações entre as características morfológicas da mandíbula, espessura óssea alveolar, inclinação dentária e tipo facial em 39 crânios secos de pacientes asiáticos do gênero masculino com oclusão classe I e classe II. Os pacientes foram avaliados por meio de telerradiografias laterais e imagens de tomografia computadorizada do corpo da mandíbula (espessura de corte de 1 mm, tempo de exposição de 3 segundos e 120 kVp). Os indivíduos foram divididos em três grupos de acordo com o padrão facial (9 braquifaciais, 23 mesofaciais e 7 dolicofaciais). Os dentes avaliados foram incisivos inferiores, segundos pré-molares inferiores, primeiros molares inferiores e segundos molares inferiores. As espessuras ósseas vestibular e lingual nos pacientes braquifaciais foram maiores que os meso e dolicofaciais. Com relação à inclinação dentária, os segundos pré-molares e os primeiros e segundos molares foram significativamente menores nos indivíduos braquifaciais que nos meso e dolicofaciais, ou seja, estes dentes inclinam mais para lingual nos braquifaciais.

Ishikawa et al. (1999) investigaram a compensação dentoalveolar para variações na relação entre os maxilares em 44 indivíduos adultos, do gênero feminino, com relação de incisivos normais e relação entre as arcadas de classe I ou classe III esquelética. Foram realizadas análises cefalométricas, a partir de telerradiografias laterais, para avaliar a relação sagital entre os maxilares, inclinação dos incisivos superiores e inferiores e inclinação do plano oclusal. Dentre as mudanças compensatórias dentoalveolares, a inclinação do incisivo inferior foi fortemente relacionada às relações entre as arcadas e teve papel importante na obtenção da relação normal entre os incisivos. Os resultados demonstraram que conforme a relação sagital entre os maxilares piora em relação ao prognatismo mandibular, os incisivos superiores inclinam para vestibular e os incisivos inferiores mais para lingual.

Nauert e Berg (1999) avaliaram o volume e a densidade óssea em adultos não tratados ortodonticamente utilizando a tomografia computadorizada nos incisivos inferiores (120 kVp, 100 a 140 mAs e tempo de exposição de 2 segundos).

Para a avaliação quantitativa e qualitativa do suporte ósseo vestibular e lingual dos incisivos inferiores, 20 imagens de tomografia computadorizada de homens com incisivos e caninos em classe I ou classe II de topo, quantidade máxima de trespassse horizontal de 6 mm e situação periodontal saudável foram analisadas. O osso alveolar foi avaliado nas faces vestibular e lingual perpendicularmente ao longo eixo do dente em intervalos correspondentes a 10% do comprimento da raiz. As fenestrações e deiscências ósseas foram visualizadas na face vestibular. As deiscências foram mais observadas na face lingual. A densidade óssea aumentou da gengival para o terço apical, com valores menores na lingual do que vestibular. O registro linear do suporte ósseo aumentou a partir da junção amelocementária, em direção apical, em 0,5 mm. Este valor geralmente permaneceu constante no terço médio da raiz, seguido por um aumento contínuo no terço apical. No limite entre o terço médio e apical, o suporte ósseo foi perdido em 25% de todos os dentes. Na lingual do incisivo central inferior direito, foram encontrados valores baixos de suporte ósseo. A correlação entre a quantidade de suporte ósseo vestibular e a inclinação dos incisivos em relação à linha A-Pog não foi significativa. Em relação ao plano mandibular, no entanto, alguma associação foi encontrada: no nível superior da raiz houve correlação negativa entre o grau de inclinação vestibular e a quantidade de suporte ósseo (Figura 2.16). Não houve significância estatística em todos os dentes, nem em todos os níveis radiculares.

Figura 2.16 - Ilustração da mensuração da inclinação do incisivo inferior (Nauert; Berg, 1999)

Masumoto et al. (2001) avaliaram as relações entre diferentes tipos faciais, inclinações vestibulo-linguais e espessura óssea alveolar dos molares inferiores em imagens obtidas a partir de tomografia computadorizada (120 kVp, 80 mA e tempo de exposição de 3 segundos) de 31 crânios secos de japoneses do gênero masculino. Todos os pacientes apresentavam oclusão normal com discrepância dentária mínima e ausência de mordida cruzada ou assimetria facial. Os autores observaram que a inclinação vestibulo-lingual dos segundos molares nos pacientes dolicofaciais foi significativamente menor que nos pacientes meso ou braquifaciais. Além disso, os dentes dos pacientes dolicofaciais se apresentaram mais inclinados para lingual do que nos pacientes braquifaciais. A espessura óssea cortical dos primeiros e segundos molares se apresentaram maiores nos braquifaciais que nos meso e dolicofaciais. Os resultados deste estudo fornecem evidências de que uma relação significativa existe entre estruturas do corpo mandibular e tipos faciais. Indivíduos dolicofaciais apresentaram primeiros molares mais inclinados (média 77,7°) para lingual do que indivíduos braquifaciais (79,4°) enquanto os mesofaciais apresentarem inclinação média de 78,2° (Figuras 2.17 a 2.19).

Figura 2.17 - Secções mandibulares usadas na tomografia computadorizada: eixo central dos primeiros (M1) e segundos molares (M2) passando pelo ponto médio da largura coronária mesio-distal e ponto médio entre o terço apical das raízes mesial e distal (linha tracejada); a linha sólida foi inserida paralela aos eixos passando pelas cúspides mesiais para obter radiografias de cada raiz mesial (Masumoto et al., 2001)

Figura 2.18 - Corte tomográfico do segundo molar (Masumoto et al., 2001)

Figura 2.19 - Mensuração angular da inclinação dentária entre a linha basal (borda inferior da mandíbula direita e esquerda) e o eixo dentário (fossa central ao ponto médio no terço apical) (Masumoto et al., 2001)

Janson et al. (2004) compararam a inclinação vestibulo-lingual dos dentes posteriores entre indivíduos com padrão horizontal de crescimento e indivíduos com padrão vertical de crescimento, em 70 modelos de gesso de pacientes com dentição permanente e má oclusão de classe II, divisão 2. Os autores observaram que os dentes superiores posteriores dos indivíduos dolicofaciais apresentaram inclinação vestibular maior que os pacientes braquifaciais. No entanto, não foram observadas diferenças nas inclinações dos dentes posteriores inferiores entre os dois grupos. Além disso, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as idades. Os autores consideram que a metodologia utilizada na mensuração da inclinação dos dentes posteriores não corresponde ao longo eixo dos dentes e tem influência nos casos de anomalias de forma de coroa dentária.

Podesser et al. (2004) descreveram um novo método para quantificar estruturas nas dimensões transversais da maxila incluindo nariz, ossos maxilares e arcos dentários na tomografia computadorizada. O objetivo foi desenvolver e avaliar uma técnica simples e não-invasiva para a avaliação precisa e reprodutível de estruturas maxilares baseado em uma série de cortes frontais de tomografia computadorizada. A partir de exames padronizados de tomografia computadorizada de 10 indivíduos, com idades médias de 26 anos e 3 meses, uma série de pontos foram identificados e mensurados em um sistema computadorizado cefalométrico. A

quantificação foi repetida para cada observador e diferenças inter e intra-observador foram calculadas. O método descrito mostrou alto grau de reprodutibilidade. A análise quantitativa foi realizada em dois cortes diferentes: corte molar, mostrando totalmente a raiz palatina dos primeiros molares superiores; e corte canino: possibilitando a visualização da raiz e coroa em seu comprimento total. A avaliação destes parâmetros foi baseada na identificação e registro de uma série de pontos: pontos 1 e 2, que representam o limite inferior da cavidade nasal (direito e esquerdo), formando uma linha tangente à base do nariz chamada de “linha base”; pontos 3 e 4 que são os pontos mais coronais do processo alveolar da maxila; 5 e 6 que correspondem aos limites laterais da base maxilar; pontos 7 e 8 que representam as pontas das cúspides méso-vestibulares dos primeiros molares; pontos 9 e 10 identificados nos ápices das raízes palatinas dos primeiros molares; pontos 11 e 12 que representam os pontos na coroa dos caninos superiores; pontos 13 e 14 marcados nos ápices dos caninos superiores; e pontos 15 e 16 identificados no limite inferior da cavidade nasal (direito e esquerdo). Os resultados apresentaram alta reprodutibilidade do método. A angulação média do molar do lado direito obteve uma média de $122,78^{\circ}$, do molar esquerdo de $122,98^{\circ}$, do canino direito de $101,52^{\circ}$ e do canino esquerdo de $102,63^{\circ}$. O método descrito mostrou-se eficaz para avaliar morfologia transversal dos componentes maxilares, além disso, os autores recomendam, que quando possível, as mensurações sejam realizadas pelo mesmo operador. Em geral, os erros dos parâmetros angulares foram maiores que para as variáveis lineares, o que parece razoável visto que cada parâmetro foi construído sobre três pontos que têm sua própria variação (Figuras 2.20 e 2.21).

Figura 2.20 - Mensurações realizadas nos molares superiores (Podesser et al., 2004)

Figura 2.21 - Mensurações realizadas nos caninos superiores
(Podesser et al., 2004)

Yamada et al. (2007) afirmaram que para pacientes com má oclusão esquelética de classe III e incisivos inferiores lingualizados, o tratamento pode ser realizado em conjunto com a cirurgia ortognática ou por meio da camuflagem ortodôntica. No tratamento ortodôntico-cirúrgico, a descompensação dentária faz com que os incisivos inferiores inclinem para vestibular; na camuflagem ortodôntica, os incisivos inferiores são lingualizados. A espessura anteroposterior do osso alveolar na região dos incisivos inferiores é fina e a distância disponível para o movimento ortodôntico do incisivo é pequena. A partir destas observações, cuidado deve ser tomado visto que se o ápice do incisivo for movimentado contra a cortical ou através do alvéolo, podem surgir reabsorções radiculares ou deiscências ósseas. Os autores examinaram a possibilidade de correlações entre as inclinações vestibulo-linguais dos incisivos centrais inferiores e o osso alveolar correspondente, e investigaram a posição vestibulo-lingual do ápice dos incisivos inferiores em relação ao osso trabecular associado, em 20 adultos com prognatismo mandibular e sem histórico de tratamento ortodôntico. Para isso, imagens foram obtidas por meio de tomografia computadorizada (espessura de corte de 1,25 mm e campo de visão de 15 cm), e foram mensuradas as inclinações vestibulo-linguais do incisivo central e do osso alveolar, a espessura do osso trabecular, e a distância do ápice do

incisivo central ao contorno interno das corticais vestibulares e linguais. Não foram encontradas diferenças significantes entre os gêneros. Os autores observaram que a inclinação vestíbulo-lingual do incisivo central foi significativamente correlacionada com as variáveis estudadas. A distância do ápice do incisivo central com o contorno interno da cortical óssea vestibular foi menor do que em relação à cortical óssea lingual. A partir destes resultados, foi concluído que a morfologia do osso alveolar está associada à inclinação dentária. Além disso, em adultos com prognatismo mandibular, quando o incisivo central inferior estiver lingualizado, o osso alveolar associado será menos espesso.

Gracco et al. (2009) relataram sobre a importância do correto posicionamento dos incisivos superiores, visto que afeta a posição do lábio superior. Os autores testaram a hipótese nula de que não há correlações entre a morfologia da maxila, a posição dos incisivos superiores e o tipo facial a partir de uma amostra de 60 pacientes, distribuídos igualmente em três grupos de acordo com o tipo facial, com idades entre 12 e 40 anos. Os pacientes foram submetidos à TCFC - aparelho NewTom 3G®, para a mensuração e avaliação dos quatro incisivos superiores. Os autores não descreveram o protocolo de aquisição de imagem. Os resultados demonstraram que nos incisivos centrais superiores, os pacientes braquifaciais apresentaram maior espessura óssea alveolar que os pacientes dolicofaciais. Nos pacientes braqui e mesofaciais, o ápice radicular dos incisivos superiores estava mais distante da cortical lingual que nos pacientes dolicofaciais. A espessura reduzida do osso alveolar pode limitar a possibilidade do tratamento ortodôntico bem sucedido e uma distância reduzida entre o ápice radicular e a cortical lingual parece ser fator de risco para a reabsorção radicular e perda de suporte ósseo. Os incisivos centrais apresentaram maior espessura óssea alveolar que os incisivos laterais. O incisivo lateral do lado esquerdo apresentou maior distância do ápice à cortical lingual nos pacientes braquifaciais. O incisivo lateral direito não apresentou diferenças entre os três tipos faciais. Não foram observadas diferenças entre os três tipos faciais para a inclinação dentária ou mensuração de altura óssea alveolar.

Yu et al. (2009) afirmaram que a espessura anteroposterior do osso alveolar na sínfise determina a distância disponível para o movimento ortodôntico dos incisivos e que a posição dos incisivos inferiores afeta o posicionamento anteroposterior dos lábios. A telerradiografia lateral é frequentemente utilizada para

mensurar a inclinação do incisivo, porém não é precisa para determinar a relação entre os incisivos e suas estruturas circundantes, devido à sobreposição de estruturas tridimensionais em uma imagem bidimensional. A TCFC é uma técnica de imagem de alta resolução utilizada para avaliação da morfologia dentária e óssea com acurácia. Os autores investigaram a relação entre o posicionamento do incisivo central inferior em relação ao plano mandibular e a morfologia do osso alveolar circundante em uma amostra de 38 pacientes com idade média de 13,4 anos. Como parte do planejamento do tratamento ortodôntico, os pacientes foram submetidos à TCFC (80 kVp, 5 mA e espessura de corte de 1 mm). Os parâmetros cefalométricos foram obtidos e mensurados para indicar a inclinação do incisivo central inferior. Os autores encontraram correlação positiva significativa entre a inclinação vestibulo-lingual do incisivo inferior e o osso alveolar nas regiões vestibular e lingual, sugerindo que a morfologia do osso alveolar parece ser afetada pela inclinação dentária. O ápice do incisivo central inferior está mais próximo da crista alveolar lingual quando o dente estiver vestibularizado.

Gracco et al. (2010) verificaram, por meio de tomografia volumétrica (NewTom 3G®), correlação entre a morfologia da sínfise mandibular e os tipos faciais em uma amostra de 148 indivíduos braquifaciais, mesofaciais e dolicofaciais, com idades entre 12 e 40 anos. O protocolo de aquisição das imagens foi 110 kVp, 2 mA, tempo de exposição de 5,4 segundos e espessura do corte de 0,5 mm. Os seguintes parâmetros foram mensurados nos quatro incisivos inferiores: altura, espessura e área da sínfise, altura, espessura e área do osso trabecular, distância entre os ápices dos incisivos e as corticais vestibular e lingual e a inclinação de cada incisivo. Os autores observaram que a espessura total da sínfise foi maior nos indivíduos braquifaciais que nos dolicofaciais. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre a área total da sínfise entre os três tipos faciais. Nos três grupos, a altura da sínfise e as áreas foram maiores nos incisivos centrais que nos laterais.

Marinho (2010) avaliou, por meio da TCFC, a quantidade de osso alveolar vestibular e lingual nos incisivos centrais inferiores e sua relação com suas respectivas inclinações dentárias, em 45 pacientes adultos, de ambos os gêneros. O protocolo de aquisição das imagens foi 120 kVp, 8 mA, tempo de exposição de 40 segundos, tamanho de voxel de 0,25 mm e campo de visão de 6 cm de FOV. A

inclinação dos incisivos centrais inferiores foi avaliada pela mensuração do ângulo entre longo eixo do incisivo inferior e plano mandibular (IMPA) e a quantidade de tecido ósseo foi mensurada nos terços cervical, médio e apical. As mensurações foram realizadas no programa de visualização de imagens Nemotec®. De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que a espessura óssea lingual no terço médio e no terço apical para o incisivo inferior esquerdo e a espessura óssea lingual no terço médio para o incisivo inferior direito aumentaram significativamente conforme aumentou o IMPA, contudo sem apresentar uma correlação linear forte. Adicionalmente, embora não estatisticamente significativa, os valores mostraram que a espessura vestibular no terço cervical aumentou conforme diminuiu o IMPA e que a espessura lingual no terço cervical aumentou conforme aumentou o IMPA. Na vestibular e na lingual, a espessura óssea foi significativamente maior no terço apical em comparação com as duas outras regiões e no terço médio significativamente maior que a cervical. Foram encontradas diferenças significativas entre os gêneros para a variável relativa à espessura vestibular apical, onde os homens apresentaram espessuras maiores que as mulheres. Para as demais variáveis não foram encontradas diferenças significativas entre os gêneros (Figuras 2.22 – 2.25).

Figura 2.22 - Cortes axial, coronal e sagital do incisivo inferior direito (Marinho, 2010)

Figura 2.23 - Mensurações das espessuras alveolares vestibular e lingual do incisivo central inferior (Marinho, 2010)

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
IMPA (°)	91,43	6,03	78,70	91,50	105,10
EVC (mm)	0,51	0,40	0,00	0,51	1,61
EVM (mm)	0,53	0,38	0,00	0,46	1,82
EVA (mm)	2,43	1,00	0,27	2,37	5,06
ELC (mm)	0,37	0,26	0,00	0,39	0,91
ELM (mm)	0,85	0,51	0,00	0,80	2,24
ELA (mm)	2,70	1,00	0,68	2,56	5,71

Figura 2.24 - Análise estatística descritiva para o incisivo central inferior esquerdo (Marinho, 2010)

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
IMPA (°)	91,84	5,75	81,20	91,30	105,60
EVC (mm)	0,59	0,34	0,00	0,61	1,23
EVM (mm)	0,54	0,45	0,00	0,46	1,91
EVA (mm)	2,45	1,06	0,52	2,22	4,92
ELC (mm)	0,43	0,27	0,00	0,39	1,21
ELM (mm)	0,92	0,55	0,00	0,92	2,21
ELA (mm)	2,55	0,91	0,95	2,47	5,15

Figura 2.25 - Análise estatística descritiva para o incisivo central inferior direito (Marinho, 2010)

Almeida (2011) verificou se o padrão morfogenético da base craniana é determinante das dimensões transversais da maxila e mandíbula e se tal influência também se estende à porção alveolar das bases apicais. Complementarmente avaliou se as inclinações vestibulo-linguais dos dentes posteriores são padronizadas, independente das larguras das bases alveolares, ou se existem variações significativas. A amostra foi composta por imagens tridimensionais obtidas a partir de TCFC (tamanho de voxel de 0,4 mm) de 30 indivíduos adultos jovens, brasileiros, leucodermas com perfis faciais equilibrados e neutro-oclusão. O regime de trabalho utilizado para a obtenção das imagens foi 120 kVp, 47,74 mAs, protocolo *extended height*. A autora observou que as inclinações dos primeiros pré-molares e primeiros molares não apresentaram correlação com as espessuras alveolares exceto no dente 16 em relação à espessura total do alvéolo. As inclinações vestibulo-linguais dos primeiros molares e primeiros pré-molares são constantes, independentes das larguras basais e alveolares de suas respectivas bases ósseas.

Mitra e Ravi (2011) relataram que o torque apropriado para os dentes anteriores e posteriores são essenciais para se obter estética ideal e para o estabelecimento de oclusão funcional desprovida de interferências oclusais nos movimentos excursivos da mandíbula. Inclinação vestibulo-lingual dos dentes é um fator essencial no estabelecimento da oclusão satisfatória. O objetivo deste estudo foi avaliar a inclinação vestibulo-lingual dos molares em diferentes padrões verticais por meio da tomografia computadorizada (120 kVp e 100 mA) de 40 adultos do gênero masculino com oclusão normal. Para isso, cortes coronais foram obtidos da maxila e da mandíbula e o longo eixo dos molares foi mensurado em relação à sua base esquelética (plano mandibular e plano palatino). Os autores observaram diferenças na inclinação média do molar entre os grupos dolico, meso e braquifaciais para os primeiros e segundos molares inferiores e para os segundos molares superiores. Esses dentes se mostraram mais vestibularizados nos dolicofaciais.

Shewinvanakitkul et al. (2011) afirmaram que para o estabelecimento de uma oclusão apropriada em máxima intercuspidação e para evitar interferências em balanceio, não deve haver diferenças significantes entre a altura das cúspides vestibular e lingual dos molares superiores e inferiores e dos pré-molares. Os autores desenvolveram um método para mensurar a inclinação vestibulo-lingual de caninos e primeiros molares inferiores por meio da TCFC (2 mA, 120 kVp, campo de

visão de 12 polegadas e tamanho de *voxel* de 0,3 mm), em uma amostra de 37 meninos e 41 meninas, sem histórico de tratamento ortodôntico com idade média de 13,2 anos. A inclinação vestibulo-lingual dos dentes foi mensurada por meio do traçado do longo eixo do dente e de uma linha tangente à borda inferior da mandíbula. Cada dente foi avaliado individualmente e uma imagem diferente foi criada separadamente para os lados direito e esquerdo. Os autores observaram que a borda inferior da mandíbula pode ser usada como um plano de referência reproduzível. A inclinação média dos caninos inferiores foi de 98° ($\pm 4,1$) e dos molares foi de $74,6^{\circ}$ ($\pm 4,9$). A inclinação média dos caninos foi de $97,6^{\circ}$ ($\pm 3,6$) em indivíduos com oclusão de classe I e $97,3^{\circ}$ ($\pm 4,6$) em indivíduos classe III. A inclinação média dos primeiros molares inferiores foi de $75,6^{\circ}$ ($\pm 4,9$) nos indivíduos classe I e $70,8^{\circ}$ ($\pm 1,3$) nos classe III. Não foram encontradas diferenças entre os gêneros. Os caninos inferiores pré-tratamento parecem estar vestibularizados enquanto que os molares inferiores lingualizados (Figuras 2.26 e 2.27 e Tabela 2.1).

Figura 2.26 - (A) Localização do canino no corte axial; (B) No corte sagital, posicionamento da linha que representa o corte coronal no longo eixo do dente; (C) No corte coronal, colocação da linha de referência na borda inferior da mandíbula e mensuração da inclinação do canino (Shewinvanakitkul et al., 2011)

Figura 2.27 - (A) Localização do molar no corte axial; (B) No corte sagital, posicionamento da linha que representa o corte coronal na ponta de cúspide mesial e no ápice da raiz mesial; (C) No corte coronal, colocação da linha de referência na borda inferior da mandíbula e mensuração da inclinação do molar (Shewinvanakitkul et al., 2011)

Tabela 2.1 - Inclinação dos caninos e primeiros molares em todos os indivíduos (n=78) (Shewinvanakitkul et al., 2011)

	Mínimo	Máximo	Média $\pm$ DP
Caninos ($^{\circ}$)	88,6	110,4	98 $\pm$ 4,1
Primeiros molares ($^{\circ}$)	64,4	90	74,6 $\pm$ 4,7

Brandão (2012) avaliou por meio de TCFC a quantidade de tecido ósseo de suporte, nas faces vestibular e lingual, na região dos incisivos centrais superiores e a relação com suas respectivas inclinações dentárias em 30 pacientes com idades entre 20 e 47 anos, de ambos os gêneros e sem histórico de tratamento ortodôntico. O protocolo de aquisição das imagens foi 120 kVp, 8 mA, tempo de exposição de 40 segundos, tamanho de voxel/ de 0,25 mm e campo de visão de 6 cm. A espessura

óssea alveolar foi mensurada nos terços cervical, médio e apical, nas faces vestibular e lingual. A autora encontrou correlação linear positiva significativa entre espessura vestibular no terço apical e inclinação do incisivo superior. Contudo, o valor do coeficiente é baixo, indicando que apesar de existir correlação linear significativa, essa correlação não é forte. A quantidade média de osso foi significativamente maior para a região apical em comparação as demais. Concluiu-se que não há relação entre a quantidade de tecido ósseo e a inclinação dentária dos incisivos superiores. Além disso, foram observadas diferenças significativas entre os gêneros para espessura lingual no terço médio do incisivo central superior direito e para espessura lingual nos terços apical, médio e cervical no incisivo superior esquerdo. Para as demais variáveis, não foram encontradas diferenças significativas entre os gêneros.

Tong et al. (2012a) desenvolveram um método para mensurar a angulação méso-distal e inclinação vestibulo-lingual do elemento dentário utilizando imagens volumétricas tridimensionais geradas de TCFC (110 kVp, 15 mA, tempo de exposição de 17 segundos e campo de visão de 12 polegadas). Os autores utilizaram um modelo plástico com 28 dentes com oclusão ideal, onde foram fixadas esferas de aço inoxidável nos centros oclusais das coroas e dos ápices, bifurcações ou trifurcações das raízes. Uma linha conectando as duas esferas em cada dente, representava seu longo eixo. As imagens obtidas a partir da TCFC foram inseridas no programa Dolphin 3D[®]. Os autores desenvolveram um programa de análise vetorial de raiz que definiu os longos eixos de cada dente. Algoritmos especiais foram usados para automaticamente calcular as duas variáveis testadas. As mensurações de angulação foram repetidas 5 vezes e comparadas com os valores reais. Após isso, pontos radiculares de 8 dentes selecionados foram modificados para gerar valores de angulação e inclinação conhecida. Os autores observaram que os coeficientes de correlação intraclasse para as medidas de inclinação vestibulo-lingual e angulação méso-distal foram próximas a 1. As comparações entre as medidas de angulação e inclinação dos 8 dentes selecionados não mostraram diferenças significantes entre o que foi mensurado e os valores conhecidos, portanto a análise vetorial desenvolvida pelos autores é um método válido e preciso e pode ser aplicado clinicamente. O desenvolvimento de uma metodologia para avaliação das inclinações dentárias é importante visto que os aparelhos pré-ajustados são

baseados em normas para as coroas, sem considerar as raízes, e portanto, podem não ser uma referência precisa para a definição das inclinações e angulações dentárias.

Tong et al. (2012b) descreveram as angulações méso-distais e inclinações vestibulo-linguais de 76 pacientes com oclusão próxima ao normal, obtidas a partir de TCFC previamente ao tratamento ortodôntico. O aparelho de TCFC utilizado foi o NewTom 3G®. Os pacientes foram colocados em posição supina, com os dentes em oclusão e o plano horizontal de Frankfurt perpendicular ao chão. Os pacientes apresentavam dentição completa com tamanho e formato normais, relação molar de meia classe II a ¼ de classe III, sobremordida e sobressaliência entre 0 e 5 mm e ausência de assimetria facial. Utilizando o programa vetorial desenvolvido por eles, os autores digitalizaram os centros de coroa e raiz para determinar o longo eixo verdadeiro do dente e mensurar suas inclinações e angulações. As imagens obtidas por TCFC em *DICOM* foram inseridas no programa Dolphin 3D®. Os autores relataram que as inclinações maxilares foram de 33,5° para os incisivos centrais, 32,36° para os incisivos laterais, 20,75° para os caninos, diminuíram nos pré-molares para 5,91° nos primeiros pré-molares, 2,31° nos segundos pré-molares, e 4,73° para o primeiro molar e então aumentaram novamente para os segundos molares (10,83°). Na mandíbula, a maior inclinação observada foi nos incisivos centrais inferiores (média de 26,5°). Os incisivos laterais inferiores apresentaram inclinação de 25,36°, 19,27° para os caninos, 7,79° nos primeiros pré-molares, -0,91° nos segundos pré-molares, -8,51° nos primeiros molares e -12,38° nos segundos molares. Comparações das angulações e inclinações entre os 120 pares de modelos de Andrews foram comparados com os 13 pacientes leucodermas deste estudo e foram observadas que nas inclinações vestibulo-linguais, os dentes e coroas apresentaram diferenças de 25 a 30° entre elas, mostrando que as coroas possuem maior inclinação lingual que o seu longo eixo correspondente. Uma limitação deste estudo foi que o programa vetorial para análise do longo eixo do dentes produzido pelos autores foi desenvolvido para pacientes com oclusões normais, não podendo ser utilizado para pacientes com más oclusões severas (Figuras 2.28 e 2.29).

Figura 2.28 - Imagem ilustrativa das oscilações intra-arco da inclinação vestibulo-lingual dos dentes anteriores e posteriores - C: inclinação vestibulo-lingual dos dentes superiores; D: inclinação vestibulo-lingual dos dentes inferiores. ★: dentes com diferenças significantes entre os lados direito e esquerdo (Tong et al, 2012b).

Figura 2.29 - Imagem ilustrativa das comparações das oscilações dente a dente das inclinações vestibulo-lingual entre os 120 indivíduos da amostra de Andrews e os 13 indivíduos da amostra de Tong - C: inclinação vestibulo-lingual dos dentes superiores; D: inclinação vestibulo-lingual dos dentes inferiores (Tong et al, 2012b)

3 PROPOSIÇÃO

O estudo da espessura do processo alveolar e da inclinação dentária é importante para se determinar os parâmetros da quantidade de descompensação dentária e os limites seguros da movimentação ortodôntica no tratamento ortodôntico-cirúrgico dos pacientes com deformidade dentofacial de classe III. Para isso, este trabalho teve os seguintes objetivos:

1. Descrever as inclinações vestibulo-linguais dos dentes superiores e inferiores nos indivíduos com deformidade dentofacial de classe III e nos indivíduos com oclusão normal;
2. Comparar as medidas de inclinação vestibulo-lingual entre os indivíduos com oclusão normal e com deformidade dentofacial de classe III.
3. Descrever as espessuras ósseas alveolares, vestibular e lingual, na região de cada um dos dentes superiores e inferiores nos indivíduos com deformidade dentofacial de classe III e nos indivíduos com oclusão normal;
4. Comparar as medidas de espessura óssea alveolar entre os indivíduos com oclusão normal e com deformidade dentofacial de classe III;
5. Correlacionar a inclinação vestibulo-lingual com a espessura óssea alveolar vestibular e lingual, dos dentes superiores e inferiores, dos indivíduos com deformidade dentofacial de classe III e nos indivíduos com oclusão normal;
6. Nos grupos estudados testar a hipótese nula de que a espessura óssea alveolar não diminui com o aumento da inclinação dentária.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Seleção da Amostra

A amostra desta pesquisa foi composta por 70 indivíduos adultos, brasileiros, dos gêneros masculino e feminino. Os indivíduos selecionados foram divididos em dois grupos de acordo com o perfil facial e oclusão dentária, sendo o grupo 1 (G1) caracterizado pela presença de equilíbrio facial e oclusão normal, e o grupo 2 (G2) por apresentarem deformidade dentofacial de classe III. Os integrantes do grupo 1 compreenderam 35 indivíduos adultos com idades variando entre 19 e 31 anos (média de idade: 26 anos e 1 mês), sendo 16 indivíduos do gênero masculino e 19 do feminino. Os critérios de inclusão dos indivíduos deste grupo foram (Figuras 4.1 e 4.2):

- Presença de selamento labial e perfil facial equilibrado;
- Relação dentária de classe I de Angle, para molares e caninos;
- Sobremordida e sobressaliência dentro dos limites normais;
- Boa relação anteroposterior e vertical entre as bases ósseas;
- Dentição permanente completa;
- Boa condição dentária (ausência de alterações quanto a número e forma);
- Boa condição periodontal.

Os critérios de exclusão dos indivíduos deste grupo foram:

- Idade menor que 19 anos;
- Assimetria facial;
- Ausência de dentes (exceto dos terceiros molares);
- Doença periodontal e reabsorções ósseas verticais ou horizontais;
- Restaurações metálicas extensas;
- Tratamento ortodôntico prévio;
- Anomalias radiculares;
- Indivíduos com padrão dolicofacial severo ou braquifacial severo.

Figura 4.1 – Fotografias de indivíduo com face equilibrada: (A) Frontal
(B) Perfil

Figura 4.2 – Fotos intraorais de indivíduo com oclusão em classe I de Angle

O grupo 2 constituiu-se de 35 indivíduos adultos (média de idade: 27 anos e 1 mês), sendo 18 indivíduos do gênero masculino e 17 do feminino, que serão tratados na Clínica de Preparo Ortodôntico para Cirurgia Ortognática da Disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP), selecionados de acordo com os critérios a seguir (Figuras 4.3 e 4.4):

- Perfil facial côncavo;
- Relação dentária de classe III de Angle, para molares e caninos;
- Dentição permanente completa;
- Boas condições dentárias e periodontais;
- Indicação para tratamento ortodôntico-cirúrgico;
- Crescimento craniofacial finalizado;
- Ausência de padrão vertical ou horizontal excessivo de crescimento;
- Ausência de tratamento ortodôntico-cirúrgico prévio;
- Ausência de contraindicações locais e/ou gerais para procedimento cirúrgico.

Figura 4.3 – Fotografias de indivíduo com má oclusão de classe III: (A) Frontal
(B) Perfil

Figura 4.4 – Fotos intraorais de indivíduo com oclusão em classe III de Angle

O projeto desta pesquisa foi encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (CEP-FOUSP) e o parecer de aprovação dos indivíduos classe I sob o número 18/2010 e dos indivíduos com maloclusão de classe III sob o número 19/2010, encontram-se disponíveis nos Anexos de A a C.

Para realização do presente estudo, a amostra foi obtida do acervo de documentações da Clínica de Preparo Ortodôntico para Cirurgia Ortognática do Departamento de Ortodontia e Odontopediatria da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (Anexo D).

4.2 Material

4.2.1 Documentação Ortodôntica Inicial

Conforme protocolo da Clínica de Preparo Ortodôntico para Cirurgia Ortognática, foi realizado para cada um dos pacientes, documentação ortodôntica inicial, contendo os seguintes exames:

- Fotografias extraorais de frente e perfil;
- Fotografias intraorais;
- Modelos ortodônticos de estudo, em gesso;
- Tomografia computadorizada de feixe cônico, a partir da qual foram obtidas:
- Telerradiografias em norma lateral e frontal;
- Radiografia panorâmica.

4.2.2 Material para obtenção das Tomografias Computadorizadas de Feixe Cônico

- Tomógrafo computadorizado de feixe cônico i-CAT[®] (i-CAT[®] Cone Beam 3-D Dental Imaging System, Imaging Sciences International, Hatfield, USA).
- Estação de trabalho (*i-Mac*[®], Apple, Cupertino, CA, EUA/ Intel core 2 duo, 2,40GHz, 2,0 GB RAM, HD 250 GB, Windows XP Professional v.2002) contendo os programas para obtenção das reconstruções multiplanares

(coronal e sagital) e em terceira dimensão (3D-TCFC) das imagens dos cortes axiais originais.

- Dispositivo apontador (Might mouse *wireless*) – *i-Mac*® (Apple, Cupertino, CA, EUA).
- Teclado sem fio – *i-Mac*® (Apple, Cupertino, CA, EUA).

4.2.3 Material para a mensuração das variáveis estudadas

- Programa de visualização de imagens Dolphin 3D® (version 10,5 premium, Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, CA – EUA) (Figura 4.5).
- Estação de trabalho (Windows, Microsoft Corporation, EUA/ Intel core 2 Quad, 2,5 GHz, 4 GB RAM, HD 250 GB, Windows 7 Professional v. 2009).

Figura 4.5 - Imagem obtida por meio do Programa Dolphin 3D

4.3 Métodos

4.3.1 Método para a obtenção das Tomografias Computadorizadas de Feixe Cônico

Os indivíduos foram submetidos ao exame de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) em um aparelho i-CAT® (Cone beam 3-D Dental Imaging System, Imaging Sciences International, Hatfield, USA), com regime de trabalho de 120 kVp, 47,74 mAs, protocolo face estendida. O detector de imagem do aparelho é composto de um painel amorfo plano de 20 cm x 25 cm e a escala de cinza é de 14 *bits*. O protocolo de imagem adotado foi de 40 segundos para o escaneamento da cabeça, sendo 20 segundos para a porção superior e o restante para a porção inferior. Todos os modelos em 3D foram reconstruídos de imagens obtidas na TCFC com dimensões de *voxel* de 0,4 mm. Previamente à obtenção da tomografia, foi realizado o registro de mordida em cera 7 em máxima intercuspidação e a seguir o paciente foi paramentado com o avental plumbífero. Após o posicionamento do paciente sentado no tomógrafo em Posição Natural da Cabeça e com o registro em cera na posição, a cabeça do paciente foi estabilizada na altura da frente por meio de uma atadura com velcro. A seguir, o sensor do tomógrafo foi posicionado de forma a abranger toda a cabeça. O paciente foi instruído a ficar imóvel, com lábios relaxados e a evitar deglutição durante a aquisição. Após as devidas orientações, foi dado início ao protocolo do exame *extended height*, como mencionado previamente.

Os raios X atenuados foram capturados por sensores do tomógrafo e digitalizados por meio de algoritmos de reconstrução, que convertem estes dados para o formato *DICOM* (*Digital Imaging and Communications in Medicine*). O volume da tomografia consiste em um grupo de elementos de imagem em 3D denominado *voxels*, e expresso em unidades *Hounsfield* (HU).

Após a captura no tomógrafo, a reconstrução primária da imagem foi realizada na estação de trabalho, também denominada de *workstation* (i-Mac®, Apple, Cupertino, CA - EUA). Somente após a constatação da precisão da reconstrução da imagem, o paciente foi liberado.

Estações de trabalho são computadores potentes que permitem a manipulação de imagens volumétricas em 3D e o exame de áreas anatômicas de interesse em tempo real. Estas estações de trabalho processam informações das TC rapidamente por meio de programas, de modo a produzir imagens detalhadas com grande velocidade, otimizando e complementando a capacidade de aquisição dos tomógrafos.

4.3.2 Orientação da imagem no programa de visualização de imagens

Para minimizar os possíveis erros de posicionamento da cabeça durante a obtenção do exame tomográfico, todas as imagens dos grupos 1 e 2, foram reorientadas utilizando o protocolo proposto por Cevidan et al. (2009) que utiliza a posição natural da cabeça obtida sem o uso de planos guia, e sim pela interpretação subjetiva do observador do plano de visão que melhor definiria o plano horizontal verdadeiro.

Para a obtenção da posição natural da cabeça, os indivíduos foram posicionados no programa Dolphin 3D®, de forma a demonstrar os tecidos moles, primeiramente na visualização frontal (Figura 4.6 e 4.7), secundariamente na visualização lateral (Figura 4.8 e 4.9), e por último na visualização axial (Figura 4.10 e 4.11). A posição foi definida e salva, após a concordância de quatro ortodontistas previamente calibrados.

Uma vez determinada a posição da cabeça neste programa, estas informações ficam armazenadas e predeterminadas toda vez que é acessado o arquivo do indivíduo.

Figura 4.6 - Reorientação da imagem 3D dos tecidos moles no plano frontal

Figura 4.7 - Reorientação da imagem 3D no plano frontal

Figura 4.8 - Reorientação da imagem 3D dos tecidos moles no plano sagital

Figura 4.9 - Reorientação da imagem 3D no plano sagital.

Figura 4.10 - Reorientação da imagem 3D dos tecidos moles no plano axial

Figura 4.11 - Reorientação da imagem 3D no plano axial

4.3.3 Medidas nas imagens de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

As medidas na TCFC foram realizadas por um examinador devidamente calibrado, utilizando o programa de visualização Dolphin 3D[®] (versão 10,5 premium, Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, CA – EUA). As medidas foram realizadas em dois tempos, com intervalo de 14 dias.

Foram realizadas medidas das espessuras ósseas alveolares por meio da importação do arquivo *DICOM* para o programa Dolphin e seleção na parte superior do monitor pela opção de visualização do corte axial, coronal, sagital e crânio em 3D ao mesmo tempo. Dessa forma, um dos cortes pode ser visto ampliado (Figura 4.12).

Figura 4.12 - Imagem do programa Dolphin. Cortes sagital e coronal, imagem do crânio em 3D e o corte axial ampliado

O próximo passo foi a ampliação do corte sagital e seleção da altura (na maxila ou na mandíbula) na qual as medidas foram realizadas - linha horizontal na cor azul (Figura 4.13). As mensurações foram realizadas a 3, 6 e 8 milímetros a partir da junção amelocementária em direção apical, no corte axial. As mensurações foram realizadas a partir do ponto médio das raízes dentárias até o contorno mais externo das corticais ósseas alveolares. No arco superior, as mensurações foram realizadas nos segundos e primeiros molares superiores (raízes méso-vestibular, disto-vestibular e palatina), segundos e primeiros pré-molares (faces vestibular e palatina), caninos (faces vestibular e palatina) e incisivos laterais e centrais (faces vestibular e palatina) (Figura 4.14 a 4.19). No arco inferior, as mensurações foram realizadas nos segundos e primeiros molares inferiores (raízes mesiais e distais), segundos e primeiros pré-molares inferiores (faces vestibular e lingual), caninos inferiores (faces vestibular e lingual) e incisivos laterais e centrais (faces vestibular e lingual) do lado direito e esquerdo (Figura 4.20 a 4.26).

Figura 4.13 - Corte sagital ampliado para seleção da junção amelocementária do primeiro molar superior direito

Figura 4.14 - Corte sagital ampliado para seleção da altura que serão realizadas as mensurações na maxila - a linha azul demarca a altura a 3 mm da crista óssea alveolar

Figura 4.15 - Mensurações realizadas - corte axial na altura de 3 mm.

Figura 4.16 - Corte sagital ampliado demarcando a altura a 6 mm da crista óssea alveolar

Figura 4.17 - Mensurações realizadas - corte axial na altura de 6 mm.

Figura 4.18 - Corte sagital ampliado demarcando a altura a 8 mm da crista óssea alveolar

Figura 4.19 - Mensurações realizadas - corte axial na altura de 8 mm.

Figura 4.20 - Corte sagital ampliado para seleção da junção amelocementária do primeiro molar inferior direito

Figura 4.21 - Corte sagital demarcando a altura a 3 mm da crista óssea alveolar

Figura 4.22 - Mensurações realizadas - corte axial na altura de 3 mm.

Figura 4.23 - Corte sagital demarcando a altura a 6 mm da crista óssea alveolar

Figura 4.24 - Mensurações realizadas - corte axial na altura de 6 mm.

Figura 4.25 - Corte sagital demarcando a altura a 8 mm da crista óssea alveolar

Figura 4.26 - Mensurações realizadas - corte axial na altura de 8 mm.

A realização das mensurações das inclinações dos dentes superiores posteriores (pré-molares e molares) e dos caninos foi realizada a partir do plano coronal, utilizando como referência a linha horizontal do próprio programa de visualização de imagens (Dolphin 3D[®]), que representa a horizontal verdadeira do paciente, visto que o paciente apresenta-se posicionado em posição natural da cabeça. Esta linha foi posicionada superiormente aos ápices dos dentes inferiores (4.27 a 4.29).

Figura 4.27 - Mensuração da inclinação dos molares superiores

Figura 4.28 - Mensuração da inclinação dos pré-molares superiores

Figura 4.29 - Mensuração da inclinação dos caninos superiores

A realização das mensurações das inclinações dos dentes inferiores posteriores (pré-molares e molares) e dos caninos foi realizada a partir do plano coronal, utilizando como referência a linha horizontal do próprio programa de visualização de imagens (Dolphin 3D®), que representa a horizontal verdadeira do paciente, visto que o paciente apresenta-se posicionado em PNC. Esta linha foi posicionada inferiormente aos ápices dos dentes inferiores (Figuras 4.30 a 4.32).

Os molares inferiores foram mensurados separadamente no lado direito e no lado esquerdo. Para os segundos e primeiros molares, foi selecionada a cúspide mesial e a raiz mesial, conforme descrito por Masumoto et al. (2001).

Figura 4.30 - Mensuração da inclinação dos molares inferiores

Figura 4.31 - Mensuração da inclinação dos pré-molares inferiores

Figura 4.32 - Mensuração da inclinação dos caninos inferiores

Os incisivos superiores (centrais e laterais) foram mensurados em relação ao plano palatino, observado no corte sagital (Figura 4.33). Os incisivos inferiores foram mensurados em relação ao plano mandibular, também observado no corte sagital (Figura 4.34).

Figura 4.33 - Mensuração da inclinação dos incisivos superiores

Figura 4.34 - Mensuração da inclinação dos incisivos inferiores

A reprodutibilidade das mensurações varia de acordo com a qualidade do exame e condições sob as quais tais mensurações são realizadas, além do cuidado e habilidade do examinador. Por esta razão, após a mensuração inicial dos exames

tomográficos dos indivíduos da amostra (T1), foram selecionados aleatoriamente 20% da amostra, que foram submetidos à nova medição após 14 dias (T2).

4.3.4 Análise Estatística

Para o cálculo do erro do método, foram calculadas as correlações intraclass (Fleiss, 1986) com os respectivos intervalos com 95% de confiança para avaliar o erro sistemático. A avaliação do erro aleatório entre as aferições foi calculada pela fórmula de Dahlberg (Dahlberg, 1940). Os testes foram realizados com nível de significância de 5%.

Visando encontrar diferença de pelo menos 0,5 mm em média na espessura alveolar a 3 mm da junção amelo-cementária entre indivíduos com oclusão normal e má oclusão de classe III e sabendo que a variabilidade máxima de espessura alveolar encontrada foi de 0,71 mm (DP=0,71 mm) na face disto-lingual do segundo molar inferior em um estudo piloto, com confiança de 95% e poder de 80%, a amostra necessária para realização do estudo é de 32 indivíduos em cada grupo.

Para responder os objetivos do estudo, primeiramente foram criados os valores médios de cada medida utilizando as aferições realizadas nos lados direito e esquerdo. Para as médias das medidas resultantes foi testada a normalidade de distribuição de probabilidades com uso de testes Kolmogorov-Smirnov (Kirkwood; Sterne, 2006). Para todas as médias de cada dente, cada local e cada altura foram calculadas as medidas resumo para descrever os dados obtidos (média, desvio padrão, intervalo com 95% de confiança para a média, mediana, mínimo e máximo) separadas para os dois grupos estudados (Kirkwood; Sterne, 2006).

Para as medidas avaliadas em cada dente e cada altura foram calculadas as correlações de Pearson (Kirkwood; Sterne, 2006) com as respectivas inclinações dentárias para verificar a existência de correlação entre inclinação dentária e espessura óssea alveolar com os valores médios dos lados direito e esquerdo.

As idades e gênero dos indivíduos foram descritos segundo os grupos (G1 e G2). As idades foram comparadas com uso de teste t-Student (Kirkwood; Sterne,

2006) e a existência de associação entre grupos e gêneros foi verificada com uso do teste qui-quadrado (Kirkwood; Sterne, 2006).

As espessuras médias em 3 mm e 8 mm e as inclinações foram descritas segundo grupos e comparadas com uso de testes t-Student.

Os testes foram realizados com nível de significância de 5%.

5 RESULTADOS

Os testes de normalidade de distribuição das medidas concluíram que a maioria das mensurações realizadas apresentou distribuição normal de probabilidades, o que implicou no uso da correlação paramétrica (Tabela 5.2 a 5.4).

Os resultados evidenciaram a reprodutibilidade das medidas de espessura em qualquer altura avaliada, com os valores de correlação intraclasse acima de 0,9, e os erros dados pela fórmula de Dahlberg não ultrapassam 0,2 mm para nenhuma medida. A reprodutibilidades das medidas de inclinação é alta com todos os valores de correlação intraclasse acima de 0,99 e as medidas de erro dadas pela fórmula de Dahlberg não ultrapassam 0,4° (Tabelas 5.5 a 5.8). Os dados referentes às medidas de espessura óssea alveolar e inclinação dentária encontram-se disponíveis nos apêndices de A a Z.

Tabela 5.1 - Descrição das idades e gênero segundo grupos

Variável	Grupo		Total	p
	Classe I	Classe III		
Sexo N (%)				0,632*
Feminino	19 (54,3)	17 (48,6)	36 (51,4)	
Masculino	16 (45,7)	18 (51,4)	34 (48,6)	
Idade (anos)				0,365**
Média (DP)	26,1 (3,3)	27,1 (5,7)	26,6 (4,6)	

* Resultado do teste qui-quadrado

** Resultado do teste t-Student

A tabela 5.1 mostra que não há associação estatisticamente significativa, quanto ao gênero, entre os grupos ($p = 0,632$) e a média de idade é estatisticamente igual entre os grupos ($p = 0,365$).

Tabela 5.2 - Testes de normalidade para as médias das medidas realizadas na altura de 3 mm.

Variável	Kolmogorov-Smirnov Z	p
Mésio-vestibular do 1º molar superior	0,72	0,676
Disto-vestibular do 1º molar superior	0,79	0,555
Palatina do 1º molar superior	0,45	0,986
Mésio-vestibular do 2º molar	0,79	0,562
Disto-vestibular do 2º molar superior	0,67	0,755
Palatina do 2º molar superior	0,87	0,443
Vestibular do 1º pré-molar superior	1,20	0,112
Palatina do 1º pré-molar superior	0,55	0,918
Vestibular do 2º pré-molar superior	0,57	0,898
Palatina do 2º pré-molar superior	0,96	0,311
Vestibular do canino superior	1,36	0,048
Palatina do canino superior	0,99	0,278
Vestibular do incisivo lateral superior	0,76	0,608
Palatina do incisivo lateral superior	0,61	0,850
Vestibular do incisivo central superior	0,73	0,661
Palatina do incisivo central superior	0,44	0,991
Mésio-vestibular do 1º molar inferior	0,81	0,525
Disto-vestibular do 1º molar inferior	0,80	0,549
Mésio-lingual do 1º molar inferior	0,95	0,323
Disto-lingual do 1º molar inferior	0,46	0,982
Mésio-vestibular do 2º molar inferior	0,92	0,367
Disto-vestibular do 2º molar inferior	0,89	0,404
Mésio-lingual do 2º molar inferior	0,48	0,974
Disto-lingual do 2º molar inferior	0,49	0,968
Vestibular do 1º pré-molar inferior	1,55	0,016
Lingual do 1º pré-molar inferior	0,87	0,431
Vestibular do 2º pré-molar inferior	0,59	0,879
Lingual do 2º pré-molar inferior	0,78	0,572
Vestibular do canino inferior	1,32	0,062
Lingual do canino inferior	1,08	0,193
Vestibular do incisivo lateral inferior	1,84	0,002
Lingual do incisivo lateral inferior	1,45	0,030
Vestibular do incisivo central inferior	1,83	0,003
Lingual do incisivo central inferior	2,26	<0,001

Tabela 5.3 - Testes de normalidade para as médias das medidas realizadas na altura de 6 mm.

Variável	Kolmogorov-Smirnov Z	p
Mésio-vestibular do 1º molar superior	1,04	0,231
Disto-vestibular do 1º molar superior	0,56	0,913
Palatina do 1º molar superior	0,45	0,986
Mésio-vestibular do 2º molar	0,58	0,891
Disto-vestibular do 2º molar superior	0,62	0,839
Palatina do 2º molar superior	0,83	0,493
Vestibular do 1º pré-molar superior	1,03	0,235
Palatina do 1º pré-molar superior	0,65	0,790
Vestibular do 2º pré-molar superior	0,34	1,000
Palatina do 2º pré-molar superior	0,83	0,496
Vestibular do canino superior	1,02	0,247
Palatina do canino superior	0,58	0,890
Vestibular do incisivo lateral superior	1,08	0,194
Palatina do incisivo lateral superior	0,73	0,663
Vestibular do incisivo central superior	0,72	0,686
Palatina do incisivo central superior	0,62	0,837
Mésio-vestibular do 1º molar inferior	0,98	0,289
Disto-vestibular do 1º molar inferior	0,53	0,939
Mésio-lingual do 1º molar inferior	0,80	0,540
Disto-lingual do 1º molar inferior	0,49	0,972
Mésio-vestibular do 2º molar inferior	1,03	0,236
Disto-vestibular do 2º molar inferior	0,53	0,940
Mésio-lingual do 2º molar inferior	0,56	0,914
Disto-lingual do 2º molar inferior	0,84	0,478
Vestibular do 1º pré-molar inferior	1,18	0,125
Lingual do 1º pré-molar inferior	0,53	0,943
Vestibular do 2º pré-molar inferior	1,04	0,231
Lingual do 2º pré-molar inferior	0,53	0,939
Vestibular do canino inferior	1,16	0,134
Lingual do canino inferior	0,69	0,722
Vestibular do incisivo lateral inferior	1,48	0,026
Lingual do incisivo lateral inferior	0,60	0,865
Vestibular do incisivo central inferior	1,06	0,209
Lingual do incisivo central inferior	0,95	0,322

Tabela 5.4 - Testes de normalidade para as médias das medidas realizadas na altura de 8 mm

Variável	Kolmogorov-Smirnov Z	p
Mésio-vestibular do 1º molar superior	0,94	0,344
Disto-vestibular do 1º molar superior	0,91	0,377
Palatina do 1º molar superior	0,94	0,345
Mésio-vestibular do 2º molar	0,87	0,434
Disto-vestibular do 2º molar superior	0,66	0,780
Palatina do 2º molar superior	0,73	0,666
Vestibular do 1º pré-molar superior	0,95	0,321
Palatina do 1º pré-molar superior	0,83	0,501
Vestibular do 2º pré-molar superior	0,68	0,742
Palatina do 2º pré-molar superior	0,87	0,431
Vestibular do canino superior em 8mm	0,79	0,557
Palatina do canino superior em 8mm	0,80	0,544
Vestibular do incisivo lateral superior	1,13	0,156
Palatina do incisivo lateral superior	0,90	0,393
Vestibular do incisivo central superior	0,63	0,825
Palatina do incisivo central superior	0,73	0,659
Mésio-vestibular do 1º molar inferior	0,89	0,407
Disto-vestibular do 1º molar inferior	1,03	0,242
Mésio-lingual do 1º molar inferior	0,58	0,894
Disto-lingual do 1º molar inferior	0,49	0,969
Mésio-vestibular do 2º molar inferior	0,92	0,365
Disto-vestibular do 2º molar inferior	0,63	0,825
Mésio-lingual do 2º molar inferior	0,45	0,986
Disto-lingual do 2º molar inferior	0,65	0,787
Vestibular do 1º pré-molar inferior	1,56	0,015
Lingual do 1º pré-molar inferior	0,42	0,994
Vestibular do 2º pré-molar inferior	1,23	0,096
Lingual do 2º pré-molar inferior	0,80	0,540
Vestibular do canino inferior	0,89	0,406
Lingual do canino inferior	0,59	0,872
Vestibular do incisivo lateral inferior	1,06	0,213
Lingual do incisivo lateral inferior	0,69	0,731
Vestibular do incisivo central inferior	0,61	0,844
Lingual do incisivo central inferior	0,63	0,821

Tabela 5.5 - Avaliação do erro do método para as medidas de espessura na altura de 3 mm.

Medida	Correlação Intraclasse	IC (95%)		Fórmula de Dahlberg
		Inf.	Sup.	
Mésio-vestibular do 1º molar sup. direito	0,993	0,966	0,999	0,027
Disto-vestibular do 1º molar sup. direito	0,973	0,853	0,995	0,080
Palatina do 1º molar sup. direito	0,956	0,789	0,992	0,125
Mésio-vestibular do 2º molar sup. direito	0,994	0,953	0,999	0,080
Disto-vestibular do 2º molar sup. direito	0,998	0,986	1,000	0,038
Palatina do 2º molar sup. direito	0,985	0,916	0,997	0,089
Vestibular do 1º pré-molar superior direito	1,000	1,000	1,000	0,000
Palatina do 1º pré-molar superior direito	0,911	0,580	0,984	0,060
Vestibular do 2º pré-molar superior direito	0,968	0,840	0,994	0,104
Palatina do 2º pré-molar superior direito	0,853	0,427	0,972	0,071
Vestibular do canino superior direito	0,750	0,169	0,951	0,038
Palatina do canino superior direito	0,924	0,659	0,986	0,089
Vestibular do incisivo lateral sup. direito	0,998	0,990	1,000	0,027
Palatina do incisivo lateral sup. direito	0,956	0,695	0,993	0,093
Vestibular do incisivo central sup. direito	0,990	0,947	0,998	0,046
Palatina do incisivo central sup. direito	0,971	0,858	0,995	0,100
Mésio-vestibular do 1º molar sup. esquerdo	0,980	0,895	0,997	0,060
Disto-vestibular do 1º molar sup. esquerdo	0,992	0,941	0,999	0,065
Palatina do 1º molar sup. esquerdo	0,973	0,866	0,995	0,104
Mésio-vestibular do 2º molar sup. esquerdo	0,998	0,987	1,000	0,038
Disto-vestibular do 2º molar sup. esquerdo	0,996	0,981	0,999	0,053
Palatina do 2º molar sup. esquerdo	0,985	0,899	0,997	0,100
Vestibular do 1º pré-molar sup. esquerdo	0,991	0,955	0,998	0,053
Palatina do 1º pré-molar sup. esquerdo	0,967	0,824	0,994	0,080
Vestibular do 2º pré-molar sup. esquerdo	0,992	0,962	0,999	0,053
Palatina do 2º pré-molar sup. esquerdo	0,981	0,903	0,997	0,076
Vestibular do canino superior esquerdo	0,968	0,831	0,994	0,060
Palatina do canino superior esquerdo	0,980	0,901	0,996	0,071
Vestibular do incisivo lateral sup. esquerdo	0,968	0,787	0,995	0,065
Palatina do incisivo lateral sup. esquerdo	0,965	0,484	0,996	0,096
Vestibular do incisivo central sup. esquerdo	0,992	0,958	0,999	0,027
Palatina do incisivo central sup. esquerdo	0,937	0,571	0,990	0,120
Mésio-vestibular do 1º molar inferior direito	0,992	0,956	0,999	0,046
Disto-vestibular do 1º molar inferior direito	0,984	0,897	0,997	0,100
Mésio-lingual do 1º molar inferior direito	0,982	0,912	0,997	0,096
Disto-lingual do 1º molar inferior direito	0,988	0,942	0,998	0,071
Mésio-vestibular do 2º molar inferior direito	0,995	0,826	0,999	0,134
Disto-vestibular do 2º molar inferior direito	0,996	0,981	0,999	0,128
Mésio-lingual do 2º molar inferior direito	0,993	0,965	0,999	0,093
Disto-lingual do 2º molar inferior direito	0,989	0,803	0,998	0,116
Vestibular do 1º pré-molar inferior direito	0,988	0,942	0,998	0,027
Lingual do 1º pré-molar inferior direito	0,991	0,954	0,998	0,110
Vestibular do 2º pré-molar inferior direito	0,991	0,948	0,998	0,038
Lingual do 2º pré-molar inferior direito	0,993	0,960	0,999	0,107
Vestibular do canino inferior direito	0,842	0,390	0,970	0,027
Lingual do canino inferior direito	0,990	0,936	0,998	0,089
Vestibular do incisivo lateral inferior direito	0,942	0,736	0,990	0,027
Lingual do incisivo lateral inferior direito	0,945	0,250	0,992	0,110
Vestibular do incisivo central inferior direito	0,972	0,866	0,995	0,027

continua

Lingual do incisivo central inferior direito	0,985	0,927	0,997	0,027
Mésio-vestibular do 1º molar inf. esquerdo	0,964	0,820	0,994	0,060
Disto-vestibular do 1º molar inf. esquerdo	0,988	0,935	0,998	0,093
Mésio-lingual do 1º molar inferior esquerdo	0,954	0,769	0,992	0,096
Disto-lingual do 1º molar inferior esquerdo	0,983	0,904	0,997	0,113
Mésio-vestibular do 2º molar inf. esquerdo	0,997	0,985	0,999	0,089
Disto-vestibular do 2º molar inf. esquerdo	0,998	0,988	1,000	0,093
Mésio-lingual do 2º molar inferior esquerdo	0,947	0,724	0,991	0,175
Disto-lingual do 2º molar inferior esquerdo	0,982	0,909	0,997	0,085
Vestibular do 1º pré-molar inferior esquerdo	0,978	0,890	0,996	0,027
Lingual do 1º pré-molar inferior esquerdo	0,994	0,968	0,999	0,104
Vestibular do 2º pré-molar inferior esquerdo	0,958	0,789	0,992	0,060
Lingual do 2º pré-molar inferior esquerdo	0,986	0,930	0,998	0,136
Vestibular do canino inferior esquerdo	0,986	0,932	0,998	0,027
Lingual do canino inferior esquerdo	0,999	0,993	1,000	0,038
Vestibular do incisivo lateral inf. esquerdo	0,970	0,857	0,995	0,027
Lingual do incisivo lateral inf. esquerdo	0,975	0,832	0,996	0,065
Vestibular do incisivo central inf. esquerdo	0,959	0,790	0,993	0,060
Lingual do incisivo central inf. esquerdo	0,996	0,978	0,999	0,027

conclusão

Tabela 5.6 - Avaliação do erro do método para as medidas de espessura na altura de 6 mm.

Medida	Correlação Intraclasse	IC (95%)		Fórmula de Dahlberg
		Inferior	Superior	
Mésio-vestibular do 1º molar sup. direito	0,989	0,944	0,998	0,046
Disto-vestibular do 1º molar sup. direito	0,995	0,975	0,999	0,046
Palatina do 1º molar sup. direito	0,968	0,846	0,994	0,089
Mésio-vestibular do 2º molar sup. direito	0,996	0,971	0,999	0,080
Disto-vestibular do 2º molar sup. direito	0,978	0,877	0,996	0,128
Palatina do 2º molar sup. direito	0,992	0,959	0,999	0,053
Vestibular do 1º pré-molar superior direito	0,928	0,671	0,987	0,065
Palatina do 1º pré-molar superior direito	0,960	0,788	0,993	0,110
Vestibular do 2º pré-molar superior direito	0,979	0,363	0,997	0,093
Palatina do 2º pré-molar superior direito	0,991	0,951	0,999	0,076
Vestibular do canino superior direito	0,980	0,848	0,997	0,046
Palatina do canino superior direito	0,974	0,860	0,996	0,104
Vestibular do incisivo lateral sup. direito	0,962	0,812	0,993	0,104
Palatina do incisivo lateral sup. direito	0,948	0,699	0,991	0,116
Vestibular do incisivo central sup. direito	0,938	0,683	0,989	0,104
Palatina do incisivo central sup. direito	0,963	0,801	0,994	0,116
Mésio-vestibular do 1º molar sup. esquerdo	0,969	0,770	0,995	0,046
Disto-vestibular do 1º molar sup. esquerdo	0,981	0,898	0,997	0,071
Palatina do 1º molar sup. esquerdo	0,961	0,816	0,993	0,080
Mésio-vestibular do 2º molar sup. esquerdo	0,988	0,940	0,998	0,089
Disto-vestibular do 2º molar sup. esquerdo	0,986	0,878	0,998	0,120
Palatina do 2º molar sup. esquerdo	0,952	0,750	0,992	0,104
Vestibular do 1º pré-molar sup. esquerdo	0,991	0,951	0,998	0,060
Palatina do 1º pré-molar sup. esquerdo	0,992	0,946	0,999	0,065
Vestibular do 2º pré-molar sup. esquerdo	0,967	0,843	0,994	0,053
Palatina do 2º pré-molar sup. esquerdo	0,975	0,878	0,996	0,104
Vestibular do canino superior esquerdo	0,967	0,832	0,994	0,046
Palatina do canino superior esquerdo	0,964	0,752	0,994	0,110
Vestibular do incisivo lateral sup. esquerdo	0,932	0,650	0,990	0,053
Palatina do incisivo lateral sup. esquerdo	0,984	0,906	0,998	0,089
Vestibular do incisivo central sup. esquerdo	0,969	0,837	0,995	0,060
Palatina do incisivo central sup. esquerdo	0,954	0,762	0,992	0,089
Mésio-vestibular do 1º molar inferior direito	0,971	0,857	0,995	0,104
Disto-vestibular do 1º molar inferior direito	0,984	0,502	0,998	0,141
Mésio-lingual do 1º molar inferior direito	0,979	0,814	0,997	0,104
Disto-lingual do 1º molar inferior direito	0,992	0,955	0,999	0,093
Mésio-vestibular do 2º molar inferior direito	0,992	0,956	0,999	0,139
Disto-vestibular do 2º molar inferior direito	0,994	0,968	0,999	0,136
Mésio-lingual do 2º molar inferior direito	0,962	0,802	0,993	0,131
Disto-lingual do 2º molar inferior direito	0,994	0,970	0,999	0,089
Vestibular do 1º pré-molar inferior direito	0,971	0,841	0,995	0,038
Lingual do 1º pré-molar inferior direito	0,986	0,922	0,998	0,136
Vestibular do 2º pré-molar inferior direito	0,891	0,508	0,980	0,100
Lingual do 2º pré-molar inferior direito	0,990	0,952	0,998	0,134
Vestibular do canino inferior direito	0,471	-0,164	0,873	0,065
Lingual do canino inferior direito	0,989	0,916	0,998	0,110
Vestibular do incisivo lateral inferior direito	0,996	0,977	0,999	0,038
Lingual do incisivo lateral inferior direito	0,963	0,621	0,994	0,096
Vestibular do incisivo central inferior direito	0,955	0,785	0,992	0,065

continua

Lingual do incisivo central inferior direito	0,958	0,773	0,993	0,076
Mésio-vestibular do 1º molar inf. esquerdo	0,941	0,724	0,989	0,104
Disto-vestibular do 1º molar inf. esquerdo	0,985	0,839	0,998	0,128
Mésio-lingual do 1º molar inferior esquerdo	0,865	0,456	0,975	0,169
Disto-lingual do 1º molar inferior esquerdo	0,975	0,872	0,996	0,144
Mésio-vestibular do 2º molar inf. esquerdo	0,991	0,953	0,998	0,116
Disto-vestibular do 2º molar inf. esquerdo	0,996	0,978	0,999	0,107
Mésio-lingual do 2º molar inferior esquerdo	0,974	0,856	0,995	0,116
Disto-lingual do 2º molar inferior esquerdo	0,980	0,887	0,996	0,139
Vestibular do 1º pré-molar inferior esquerdo	0,984	0,914	0,997	0,046
Lingual do 1º pré-molar inferior esquerdo	0,991	0,957	0,998	0,128
Vestibular do 2º pré-molar inferior esquerdo	0,990	0,945	0,998	0,076
Lingual do 2º pré-molar inferior esquerdo	0,970	0,855	0,995	0,177
Vestibular do canino inferior esquerdo	0,967	0,826	0,994	0,038
Lingual do canino inferior esquerdo	0,992	0,543	0,999	0,113
Vestibular do incisivo lateral inf. esquerdo	0,980	0,891	0,996	0,060
Lingual do incisivo lateral inf. esquerdo	0,975	0,864	0,996	0,080
Vestibular do incisivo central inf. esquerdo	0,986	0,926	0,998	0,060
Lingual do incisivo central inf. esquerdo	0,988	0,932	0,998	0,053

conclusão

Tabela 5.7 - Avaliação do erro do método para as medidas de espessura na altura de 8 mm.

Medida	Correlação Intraclasse	IC (95%)		Fórmula de Dahlberg
		Inferior	Superior	
Mésio-vestibular do 1º molar sup. direito	0,995	0,919	0,999	0,053
Disto-vestibular do 1º molar sup. direito	0,998	0,992	1,000	0,065
Palatina do 1º molar sup. direito	0,935	0,705	0,988	0,071
Mésio-vestibular do 2º molar sup. direito	0,997	0,968	1,000	0,113
Disto-vestibular do 2º molar sup. direito	0,998	0,988	1,000	0,076
Palatina do 2º molar sup. direito	0,978	0,887	0,996	0,085
Vestibular do 1º pré-molar superior direito	0,948	0,760	0,991	0,071
Palatina do 1º pré-molar superior direito	0,980	0,897	0,996	0,116
Vestibular do 2º pré-molar superior direito	0,985	0,919	0,997	0,139
Palatina do 2º pré-molar superior direito	0,989	0,941	0,998	0,104
Vestibular do canino superior direito	0,961	0,800	0,993	0,060
Palatina do canino superior direito	0,977	0,871	0,996	0,116
Vestibular do incisivo lateral sup. direito	0,986	0,909	0,998	0,060
Palatina do incisivo lateral sup. direito	0,976	0,319	0,997	0,100
Vestibular do incisivo central sup. direito	0,973	0,867	0,995	0,085
Palatina do incisivo central sup. direito	0,994	0,967	0,999	0,053
Mésio-vestibular do 1º molar sup. esquerdo	0,987	0,934	0,998	0,053
Disto-vestibular do 1º molar sup. esquerdo	0,990	0,947	0,998	0,085
Palatina do 1º molar sup. esquerdo	0,843	0,314	0,971	0,110
Mésio-vestibular do 2º molar sup. esquerdo	0,997	0,983	0,999	0,096
Disto-vestibular do 2º molar sup. esquerdo	0,997	0,931	1,000	0,089
Palatina do 2º molar sup. esquerdo	0,956	0,778	0,992	0,100
Vestibular do 1º pré-molar sup. esquerdo	0,992	0,959	0,999	0,065
Palatina do 1º pré-molar sup. esquerdo	0,978	0,892	0,996	0,089
Vestibular do 2º pré-molar sup. esquerdo	0,991	0,955	0,998	0,065
Palatina do 2º pré-molar sup. esquerdo	0,987	0,920	0,998	0,107
Vestibular do canino superior esquerdo	0,978	0,877	0,996	0,065
Palatina do canino superior esquerdo	0,951	0,773	0,991	0,113
Vestibular do incisivo lateral sup. esquerdo	0,916	0,568	0,988	0,104
Palatina do incisivo lateral sup. esquerdo	0,979	0,855	0,997	0,128
Vestibular do incisivo central sup. esquerdo	0,970	0,842	0,995	0,113
Palatina do incisivo central sup. esquerdo	0,972	0,838	0,995	0,107
Mésio-vestibular do 1º molar inferior direito	0,991	0,954	0,998	0,065
Disto-vestibular do 1º molar inferior direito	0,997	0,974	0,999	0,080
Mésio-lingual do 1º molar inferior direito	0,986	0,922	0,998	0,104
Disto-lingual do 1º molar inferior direito	0,959	0,789	0,993	0,120
Mésio-vestibular do 2º molar inferior direito	0,996	0,980	0,999	0,104
Disto-vestibular do 2º molar inferior direito	0,996	0,979	0,999	0,093
Mésio-lingual do 2º molar inferior direito	0,989	0,942	0,998	0,116
Disto-lingual do 2º molar inferior direito	0,995	0,971	0,999	0,104
Vestibular do 1º pré-molar inferior direito	0,981	0,869	0,997	0,065
Lingual do 1º pré-molar inferior direito	0,988	0,937	0,998	0,120
Vestibular do 2º pré-molar inferior direito	0,958	0,770	0,993	0,107
Lingual do 2º pré-molar inferior direito	0,994	0,966	0,999	0,120
Vestibular do canino inferior direito	0,998	0,987	1,000	0,027
Lingual do canino inferior direito	0,982	0,522	0,998	0,120
Vestibular do incisivo lateral inferior direito	0,991	0,950	0,998	0,060
Lingual do incisivo lateral inferior direito	0,963	0,822	0,993	0,113
Vestibular do incisivo central inferior direito	0,961	0,813	0,993	0,107

continua

Lingual do incisivo central inferior direito	0,983	0,913	0,997	0,065
Mésio-vestibular do 1º molar inf. esquerdo	0,992	0,958	0,999	0,120
Disto-vestibular do 1º molar inf. esquerdo	0,993	0,962	0,999	0,128
Mésio-lingual do 1º molar inferior esquerdo	0,946	0,645	0,991	0,093
Disto-lingual do 1º molar inferior esquerdo	0,982	0,843	0,997	0,120
Mésio-vestibular do 2º molar inf. esquerdo	0,987	0,927	0,998	0,156
Disto-vestibular do 2º molar inf. esquerdo	0,996	0,980	0,999	0,116
Mésio-lingual do 2º molar inferior esquerdo	0,990	0,527	0,999	0,080
Disto-lingual do 2º molar inferior esquerdo	0,997	0,986	1,000	0,053
Vestibular do 1º pré-molar inferior esquerdo	0,990	0,949	0,998	0,053
Lingual do 1º pré-molar inferior esquerdo	0,988	0,939	0,998	0,154
Vestibular do 2º pré-molar inferior esquerdo	0,965	0,813	0,994	0,110
Lingual do 2º pré-molar inferior esquerdo	0,978	0,879	0,996	0,156
Vestibular do canino inferior esquerdo	0,933	0,677	0,988	0,100
Lingual do canino inferior esquerdo	0,993	0,962	0,999	0,100
Vestibular do incisivo lateral inf. esquerdo	0,991	0,952	0,998	0,065
Lingual do incisivo lateral inf. esquerdo	0,991	0,951	0,998	0,076
Vestibular do incisivo central inf. esquerdo	0,990	0,950	0,998	0,085
Lingual do incisivo central inf. esquerdo	0,984	0,920	0,997	0,065

conclusão

Tabela 5.8 - Avaliação do erro do método para as medidas de inclinação dentária

Medida	Correlação Intraclasse	IC (95%)		Fórmula de Dahlberg
		Inferior	Superior	
Inclinação méso-vestibular do 2º MS direito	0,998	0,988	1,000	0,391
Inclinação palatina do 2º MS direito	0,995	0,973	0,999	0,370
Inclinação méso-vestibular do 1º MS direito	0,999	0,996	1,000	0,238
Inclinação palatina do 1º MS direito	0,994	0,949	0,999	0,364
Inclinação do 2º PMS direito	0,990	0,942	0,998	0,361
Inclinação do 1º PMS direito	0,996	0,981	0,999	0,298
Inclinação do CS direito	0,995	0,973	0,999	0,306
Inclinação do ILS direito	0,997	0,982	0,999	0,342
Inclinação do ICS direito	0,998	0,991	1,000	0,266
Inclinação méso-vestibular do 2º MS esquerdo	0,999	0,997	1,000	0,306
Inclinação palatina do 2º MS esquerdo	0,999	0,994	1,000	0,381
Inclinação méso-vestibular do 1º MS esquerdo	0,999	0,995	1,000	0,385
Inclinação palatina do 1º MS esquerdo	0,999	0,996	1,000	0,231
Inclinação do 2º PMS esquerdo	0,999	0,994	1,000	0,185
Inclinação do 1º PMS esquerdo	0,997	0,986	1,000	0,318
Inclinação do CS esquerdo	0,999	0,994	1,000	0,245
Inclinação do ILS esquerdo	0,999	0,995	1,000	0,217
Inclinação do ICS esquerdo	0,999	0,994	1,000	0,269
Inclinação méso-vestibular do 2º MI direito	0,998	0,982	1,000	0,283
Inclinação méso-vestibular do 1º MI direito	0,994	0,967	0,999	0,349
Inclinação do 2º PMI direito	0,999	0,994	1,000	0,233
Inclinação do 1º PMI direito	0,995	0,972	0,999	0,252
Inclinação do CI direito	0,998	0,981	1,000	0,330
Inclinação do ILI direito	0,999	0,996	1,000	0,173
Inclinação do ICI direito	0,996	0,979	0,999	0,351
Inclinação méso-vestibular do 2º MI esquerdo	0,996	0,977	0,999	0,327
Inclinação méso-vestibular do 1º MI esquerdo	0,995	0,975	0,999	0,219
Inclinação do 2º PMI esquerdo	0,999	0,992	1,000	0,209
Inclinação do 1º PMI esquerdo	0,998	0,987	1,000	0,171
Inclinação do CI esquerdo	0,992	0,958	0,999	0,349
Inclinação do ILI esquerdo	0,998	0,979	1,000	0,249
Inclinação do ICI esquerdo	0,999	0,993	1,000	0,230

Tabela 5.9 - Descrição das médias das medidas de espessura óssea alveolar dos indivíduos do grupo 1 (oclusão normal) na altura de 3 mm.

Variável	Média	DP	IC (95%) para média		Mediana	Mín.	Máx.
			Inf.	Sup.			
Mésio-vestibular do 1º MS	1,05	0,46	0,89	1,21	0,95	0,40	1,90
Disto-vestibular do 1º MS	1,55	0,54	1,37	1,74	1,60	0,40	2,45
Palatina do 1º MS	1,34	0,42	1,19	1,48	1,30	0,40	2,30
Mésio-vestibular do 2º MS	1,35	0,65	1,12	1,57	1,15	0,20	2,60
Disto-vestibular do 2º MS	1,43	0,68	1,19	1,66	1,35	0,20	2,80
Palatina do 2º MS	1,40	0,63	1,18	1,62	1,30	0,40	3,35
Vestibular do 1º PMS	0,76	0,33	0,65	0,88	0,60	0,40	1,65
Palatina do 1º PMS	0,93	0,31	0,83	1,04	0,95	0,40	1,90
Vestibular do 2º PMS	1,31	0,51	1,13	1,48	1,20	0,40	2,40
Palatina do 2º PMS	1,26	0,40	1,12	1,39	1,25	0,70	2,35
Vestibular do CS	0,68	0,24	0,60	0,77	0,60	0,40	1,35
Palatina do CS	0,99	0,50	0,82	1,16	0,90	0,50	2,55
Vestibular do ILS	0,88	0,35	0,76	1,00	0,85	0,40	1,75
Palatina do ILS	1,17	0,47	1,01	1,33	1,15	0,50	2,30
Vestibular do ICS	0,90	0,29	0,81	1,00	0,90	0,40	1,65
Palatina do ICS	1,55	0,57	1,36	1,75	1,50	0,50	2,80
Mésio-vestibular do 1º MI	1,03	0,42	0,89	1,18	0,90	0,50	2,45
Disto-vestibular do 1º MI	1,75	0,76	1,49	2,01	1,65	0,50	3,65
Mésio-lingual do 1º MI	2,10	0,88	1,80	2,41	1,95	1,00	4,20
Disto-lingual do 1º MI	2,54	0,78	2,27	2,81	2,55	1,05	3,85
Mésio-vestibular do 2º MI	2,84	1,54	2,31	3,37	2,30	0,65	6,45
Disto-vestibular do 2º MI	4,67	2,07	3,96	5,38	4,00	1,75	10,15
Mésio-lingual do 2º MI	2,28	0,68	2,05	2,52	2,35	0,90	3,45
Disto-lingual do 2º MI	2,80	0,84	2,52	3,09	2,95	0,90	4,85
Vestibular do 1º PMI	0,55	0,10	0,52	0,58	0,50	0,40	0,85
Lingual do 1º PMI	2,24	1,26	1,81	2,68	1,90	0,40	5,10
Vestibular do 2º PMI	0,86	0,30	0,76	0,96	0,80	0,40	1,65
Lingual do 2º PMI	2,12	0,98	1,78	2,46	1,90	0,80	4,70
Vestibular do CI	0,58	0,19	0,51	0,65	0,50	0,20	1,35
Lingual do CI	1,33	0,82	1,05	1,61	1,05	0,40	3,75
Vestibular do ILI	0,57	0,13	0,53	0,62	0,50	0,40	0,85
Lingual do ILI	0,70	0,29	0,60	0,80	0,55	0,40	1,45
Vestibular do ICI	0,58	0,17	0,52	0,64	0,50	0,40	1,20
Lingual do ICI	0,59	0,24	0,50	0,67	0,50	0,40	1,55

Tabela 5.10 - Descrição das médias das medidas de espessura óssea alveolar dos indivíduos do grupo 1 (oclusão normal) na altura de 6 mm.

Variável	Média	DP	IC (95%) para média		Mediana	Mín.	Máx.
			Inf.	Sup.			
Mésio-vestibular do 1º MS	1,12	0,51	0,95	1,30	0,95	0,40	2,50
Disto-vestibular do 1º MS	1,69	0,60	1,49	1,90	1,80	0,50	2,95
Palatina do 1º MS	1,43	0,40	1,30	1,57	1,40	0,60	2,35
Mésio-vestibular do 2º MS	2,03	0,75	1,77	2,29	2,00	0,80	4,05
Disto-vestibular do 2º MS	1,89	0,75	1,64	2,15	1,90	0,40	3,50
Palatina do 2º MS	1,34	0,58	1,14	1,54	1,25	0,55	2,60
Vestibular do 1º PMS	1,04	0,41	0,90	1,18	1,00	0,50	1,95
Palatina do 1º PMS	1,78	0,51	1,60	1,95	1,75	0,75	2,95
Vestibular do 2º PMS	1,56	0,52	1,38	1,74	1,50	0,60	2,85
Palatina do 2º PMS	2,03	0,58	1,83	2,22	1,90	1,20	3,45
Vestibular do CS	0,86	0,34	0,75	0,98	0,75	0,45	1,70
Palatina do CS	2,00	0,69	1,76	2,23	1,90	0,70	3,50
Vestibular do ILS	1,02	0,40	0,89	1,16	0,85	0,50	1,95
Palatina do ILS	2,07	0,78	1,80	2,34	2,10	0,70	4,60
Vestibular do ICS	1,06	0,39	0,93	1,20	1,00	0,60	2,20
Palatina do ICS	2,66	0,89	2,35	2,96	2,65	0,85	5,25
Mésio-vestibular do 1º MI	1,69	0,78	1,42	1,96	1,55	0,55	3,75
Disto-vestibular do 1º MI	2,82	1,25	2,39	3,25	2,60	0,55	5,65
Mésio-lingual do 1º MI	3,28	0,81	3,00	3,56	3,20	1,90	5,10
Disto-lingual do 1º MI	3,65	0,86	3,36	3,94	3,65	1,55	5,05
Mésio-vestibular do 2º MI	4,54	1,68	3,96	5,12	4,20	2,40	9,20
Disto-vestibular do 2º MI	6,43	1,76	5,83	7,04	6,15	3,75	11,05
Mésio-lingual do 2º MI	3,07	0,76	2,81	3,33	3,10	1,50	4,40
Disto-lingual do 2º MI	3,25	1,08	2,88	3,63	2,90	1,20	5,60
Vestibular do 1º PMI	0,81	0,43	0,67	0,96	0,65	0,40	1,95
Lingual do 1º PMI	3,34	1,36	2,87	3,80	3,30	1,00	6,40
Vestibular do 2º PMI	1,44	0,66	1,21	1,66	1,30	0,50	3,40
Lingual do 2º PMI	3,33	1,17	2,92	3,73	3,50	1,55	6,10
Vestibular do CI	0,69	0,23	0,61	0,77	0,60	0,45	1,50
Lingual do CI	2,09	1,02	1,74	2,44	1,95	0,50	4,50
Vestibular do ILI	0,70	0,29	0,60	0,80	0,55	0,40	1,70
Lingual do ILI	1,15	0,48	0,99	1,31	1,10	0,50	2,40
Vestibular do ICi	0,88	0,42	0,74	1,02	0,75	0,50	2,05
Lingual do ICi	0,90	0,46	0,75	1,06	0,75	0,45	2,25

Tabela 5.11 - Descrição das médias das medidas de espessura óssea alveolar dos indivíduos do grupo 1 (oclusão normal) na altura de 8mm.

Variável	Média	DP	IC (95%) para média		Mediana	Mín.	Máx.
			Inf.	Sup.			
Mésio-vestibular do 1º MS	1,27	0,67	1,04	1,50	1,20	0,45	3,00
Disto-vestibular do 1º MS	1,70	0,96	1,37	2,03	1,45	0,50	4,00
Palatina do 1º MS	1,51	0,50	1,34	1,68	1,40	0,75	2,70
Mésio-vestibular do 2º MS	2,44	1,22	2,03	2,86	2,35	1,00	6,40
Disto-vestibular do 2º MS	2,18	1,02	1,84	2,53	2,10	0,60	5,25
Palatina do 2º MS	1,29	0,55	1,10	1,48	1,25	0,55	2,65
Vestibular do 1º PMS	1,00	0,44	0,85	1,15	0,85	0,50	2,10
Palatina do 1º PMS	2,49	0,75	2,23	2,75	2,25	1,35	4,20
Vestibular do 2º PMS	1,58	0,69	1,34	1,81	1,40	0,45	2,95
Palatina do 2º PMS	2,96	0,97	2,62	3,29	2,85	1,35	5,25
Vestibular do CS	0,93	0,37	0,80	1,05	0,90	0,40	1,85
Palatina do CS	2,78	0,87	2,48	3,08	2,60	1,30	4,85
Vestibular do ILS	1,00	0,43	0,85	1,14	0,85	0,50	2,20
Palatina do ILS	2,80	0,87	2,50	3,10	2,68	1,60	5,50
Vestibular do ICS	1,17	0,47	1,00	1,33	1,10	0,55	2,25
Palatina do ICS	3,68	0,99	3,34	4,01	3,55	2,20	6,45
Mésio-vestibular do 1º MI	2,33	1,03	1,98	2,69	2,25	0,70	4,90
Disto-vestibular do 1º MI	3,59	1,53	3,07	4,12	3,50	0,85	7,10
Mésio-lingual do 1º MI	3,84	0,87	3,55	4,14	3,70	1,80	5,85
Disto-lingual do 1º MI	4,18	1,05	3,82	4,54	4,15	1,85	6,80
Mésio-vestibular do 2º MI	5,66	1,68	5,08	6,23	5,15	3,05	9,80
Disto-vestibular do 2º MI	7,14	1,67	6,57	7,72	7,05	4,60	11,40
Mésio-lingual do 2º MI	3,38	1,02	3,03	3,73	3,35	0,90	5,35
Disto-lingual do 2º MI	3,33	1,21	2,92	3,75	3,15	1,05	5,65
Vestibular do 1º PMI	1,22	0,77	0,95	1,48	0,90	0,50	3,50
Lingual do 1º PMI	3,79	1,43	3,30	4,28	3,70	1,20	6,60
Vestibular do 2º PMI	1,87	0,82	1,59	2,15	1,70	0,50	4,80
Lingual do 2º PMI	3,86	1,32	3,41	4,31	4,00	1,55	6,60
Vestibular do CI	0,98	0,43	0,83	1,13	0,90	0,50	1,95
Lingual do CI	2,48	0,96	2,15	2,81	2,40	0,50	4,20
Vestibular do ILI	1,01	0,56	0,82	1,20	0,85	0,50	2,45
Lingual do ILI	1,50	0,61	1,29	1,71	1,55	0,50	3,05
Vestibular do ICI	1,52	0,75	1,26	1,78	1,40	0,50	3,05
Lingual do ICI	1,38	0,64	1,16	1,60	1,30	0,50	3,05

As tabelas 5.9 a 5.11 mostraram que as maiores medidas nos indivíduos com oclusão normal foram observadas na região da raiz disto-vestibular do segundo molar inferior para todas as alturas. Os dados observados sugerem menores valores das medidas avaliadas em 3mm que nas demais alturas.

As menores espessuras alveolares foram observadas nos primeiros pré-molares, caninos e incisivos laterais inferiores na região vestibular.

Tabela 5.12 - Descrição das médias das medidas de espessura óssea alveolar nos indivíduos do grupo 2 (classe III) na altura de 3mm

Variável	Média	DP	IC (95%) para média		Mediana	Mín.	Máx.
			Inf.	Sup.			
Mésio-vestibular do 1º MS	0,52	0,19	0,45	0,58	0,40	0,40	1,05
Disto-vestibular do 1º MS	0,80	0,46	0,64	0,96	0,60	0,40	1,90
Palatina do 1º MS	0,67	0,22	0,59	0,74	0,65	0,40	1,25
Mésio-vestibular do 2º MS	0,69	0,43	0,54	0,84	0,50	0,40	2,25
Disto-vestibular do 2º MS	0,90	0,51	0,73	1,08	0,75	0,40	2,45
Palatina do 2º MS	0,90	0,28	0,80	0,99	0,85	0,40	1,55
Vestibular do 1º PMS	0,46	0,13	0,42	0,50	0,40	0,40	1,10
Palatina do 1º PMS	0,51	0,12	0,47	0,55	0,50	0,40	0,80
Vestibular do 2º PMS	0,69	0,35	0,57	0,81	0,65	0,40	2,30
Palatina do 2º PMS	0,67	0,22	0,60	0,75	0,65	0,40	1,10
Vestibular do CS	0,43	0,05	0,41	0,45	0,40	0,40	0,55
Palatina do CS	0,61	0,37	0,49	0,74	0,45	0,40	1,80
Vestibular do ILS	0,53	0,24	0,45	0,61	0,45	0,40	1,75
Palatina do ILS	0,54	0,22	0,46	0,61	0,45	0,40	1,25
Vestibular do ICS	0,58	0,17	0,52	0,64	0,50	0,40	1,00
Palatina do ICS	0,75	0,32	0,64	0,86	0,65	0,45	1,50
Mésio-vestibular do 1º MI	0,43	0,08	0,40	0,45	0,40	0,40	0,85
Disto-vestibular do 1º MI	0,54	0,23	0,46	0,61	0,40	0,40	1,25
Mésio-lingual do 1º MI	0,94	0,39	0,81	1,08	0,85	0,45	1,70
Disto-lingual do 1º MI	1,58	0,55	1,39	1,77	1,50	0,75	2,70
Mésio-vestibular do 2º MI	1,28	1,13	0,89	1,67	0,80	0,40	4,70
Disto-vestibular do 2º MI	2,76	1,71	2,17	3,35	2,70	0,45	6,75
Mésio-lingual do 2º MI	1,22	0,61	1,01	1,43	1,15	0,40	2,60
Disto-lingual do 2º MI	1,74	0,71	1,50	1,99	1,55	0,65	3,45
Vestibular do 1º PMI	0,41	0,02	0,40	0,42	0,40	0,40	0,45
Lingual do 1º PMI	0,83	0,55	0,65	1,02	0,60	0,40	2,80
Vestibular do 2º PMI	0,43	0,06	0,41	0,45	0,40	0,40	0,65
Lingual do 2º PMI	0,88	0,40	0,74	1,01	0,75	0,40	1,90
Vestibular do CI	0,41	0,02	0,40	0,41	0,40	0,40	0,50
Lingual do CI	0,47	0,11	0,43	0,51	0,45	0,40	0,95
Vestibular do ILI	0,40	0,01	0,40	0,40	0,40	0,40	0,45
Lingual do ILI	0,43	0,09	0,40	0,46	0,40	0,40	0,85
Vestibular do ICI	0,41	0,04	0,40	0,43	0,40	0,40	0,55
Lingual do ICI	0,41	0,04	0,40	0,42	0,40	0,40	0,65

Tabela 5.13 - Descrição das médias das medidas de espessura óssea alveolar nos indivíduos do grupo 2 (classe III) na altura de 6mm

Variável	Média	DP	IC (95%) para média		Mediana	Mín.	Máx.
			Inf.	Sup.			
Mésio-vestibular do 1º MS	0,61	0,28	0,52	0,71	0,50	0,40	1,45
Disto-vestibular do 1º MS	1,05	0,63	0,83	1,26	0,80	0,40	2,75
Palatina do 1º MS	0,82	0,26	0,73	0,91	0,75	0,40	1,45
Mésio-vestibular do 2º MS	1,41	0,57	1,22	1,61	1,45	0,50	3,25
Disto-vestibular do 2º MS	1,68	0,63	1,46	1,90	1,65	0,60	3,40
Palatina do 2º MS	1,15	0,54	0,96	1,33	1,05	0,50	3,20
Vestibular do 1º PMS	0,65	0,30	0,55	0,75	0,50	0,40	1,35
Palatina do 1º PMS	0,87	0,25	0,78	0,95	0,85	0,50	1,55
Vestibular do 2º PMS	1,09	0,56	0,89	1,29	0,93	0,40	2,90
Palatina do 2º PMS	1,14	0,46	0,98	1,30	1,03	0,50	2,30
Vestibular do CS	0,55	0,28	0,46	0,65	0,45	0,40	2,00
Palatina do CS	1,01	0,60	0,81	1,22	0,75	0,50	2,80
Vestibular do ILS	0,75	0,37	0,63	0,88	0,70	0,40	1,80
Palatina do ILS	0,85	0,51	0,67	1,02	0,70	0,40	2,80
Vestibular do ICS	0,74	0,22	0,67	0,82	0,75	0,40	1,10
Palatina do ICS	1,33	0,65	1,11	1,55	1,20	0,50	3,05
Mésio-vestibular do 1º MI	0,51	0,19	0,45	0,58	0,45	0,40	1,10
Disto-vestibular do 1º MI	1,04	0,73	0,79	1,29	0,85	0,40	3,05
Mésio-lingual do 1º MI	1,74	0,59	1,54	1,94	1,75	0,60	2,90
Disto-lingual do 1º MI	2,68	0,69	2,44	2,91	2,50	1,05	4,20
Mésio-vestibular do 2º MI	2,67	1,44	2,17	3,16	2,55	0,75	6,55
Disto-vestibular do 2º MI	4,40	1,54	3,87	4,93	4,60	1,50	7,20
Mésio-lingual do 2º MI	2,19	0,66	1,96	2,41	2,10	1,15	3,80
Disto-lingual do 2º MI	2,44	0,79	2,17	2,71	2,45	1,25	4,40
Vestibular do 1º PMI	0,42	0,05	0,40	0,43	0,40	0,40	0,60
Lingual do 1º PMI	1,54	0,75	1,28	1,80	1,30	0,70	3,40
Vestibular do 2º PMI	0,51	0,15	0,46	0,56	0,45	0,40	0,95
Lingual do 2º PMI	1,85	0,69	1,61	2,08	1,95	0,60	3,20
Vestibular do CI	0,41	0,03	0,40	0,42	0,40	0,40	0,50
Lingual do CI	0,75	0,33	0,63	0,86	0,70	0,40	2,15
Vestibular do ILI	0,41	0,02	0,40	0,41	0,40	0,40	0,45
Lingual do ILI	0,48	0,17	0,42	0,53	0,40	0,40	1,25
Vestibular do ICI	0,42	0,05	0,41	0,44	0,40	0,40	0,60
Lingual do ICI	0,45	0,12	0,41	0,49	0,40	0,40	1,00

Tabela 5.14 - Descrição das médias das medidas de espessura óssea alveolar nos indivíduos do grupo 2 (classe III) na altura de 8mm

Variável	Média	DP	IC (95%) para média		Mediana	Mín.	Máx.
			Inf.	Sup.			
Mésio-vestibular do 1º MS	0,67	0,35	0,55	0,79	0,55	0,40	1,80
Disto-vestibular do 1º MS	1,18	0,77	0,92	1,45	0,90	0,40	3,55
Palatina do 1º MS	1,12	0,44	0,97	1,27	1,00	0,50	2,30
Mésio-vestibular do 2º MS	1,90	0,74	1,65	2,16	1,85	0,50	3,55
Disto-vestibular do 2º MS	1,96	0,80	1,68	2,23	2,00	0,60	4,30
Palatina do 2º MS	1,31	0,67	1,08	1,54	1,10	0,50	3,20
Vestibular do 1º PMS	0,73	0,37	0,60	0,85	0,55	0,40	1,80
Palatina do 1º PMS	1,35	0,55	1,16	1,54	1,20	0,55	2,55
Vestibular do 2º PMS	1,23	0,71	0,98	1,47	0,95	0,40	3,60
Palatina do 2º PMS	1,75	0,66	1,52	1,98	1,70	0,70	3,40
Vestibular do CS	0,62	0,32	0,51	0,73	0,50	0,40	2,05
Palatina do CS	1,48	0,72	1,24	1,73	1,35	0,75	3,95
Vestibular do ILS	0,83	0,40	0,69	0,96	0,70	0,40	2,00
Palatina do ILS	1,28	0,80	1,01	1,55	0,95	0,45	3,60
Vestibular do ICS	0,88	0,31	0,78	0,99	0,85	0,40	1,70
Palatina do ICS	2,10	0,81	1,82	2,38	2,05	0,80	4,85
Mésio-vestibular do 1º MI	0,81	0,50	0,63	0,98	0,65	0,40	2,65
Disto-vestibular do 1º MI	1,64	0,92	1,32	1,96	1,40	0,50	4,15
Mésio-lingual do 1º MI	2,41	0,67	2,18	2,64	2,40	1,05	3,90
Disto-lingual do 1º MI	3,29	0,84	3,00	3,58	3,20	1,45	5,25
Mésio-vestibular do 2º MI	3,71	1,51	3,20	4,23	3,25	1,85	7,50
Disto-vestibular do 2º MI	5,22	1,40	4,74	5,70	5,55	2,20	7,50
Mésio-lingual do 2º MI	2,50	0,76	2,24	2,76	2,50	1,40	3,80
Disto-lingual do 2º MI	2,67	1,04	2,31	3,02	2,75	0,70	4,70
Vestibular do 1º PMI	0,46	0,11	0,43	0,50	0,40	0,40	0,95
Lingual do 1º PMI	1,95	0,76	1,69	2,22	1,70	1,10	3,70
Vestibular do 2º PMI	0,67	0,30	0,56	0,77	0,55	0,40	1,65
Lingual do 2º PMI	2,45	0,75	2,19	2,70	2,60	1,05	3,85
Vestibular do CI	0,42	0,04	0,41	0,44	0,40	0,40	0,55
Lingual do CI	0,95	0,43	0,80	1,10	0,85	0,45	2,45
Vestibular do ILI	0,44	0,06	0,42	0,46	0,40	0,40	0,60
Lingual do ILI	0,62	0,38	0,49	0,76	0,50	0,40	2,20
Vestibular do ICI	0,58	0,25	0,49	0,66	0,50	0,40	1,45
Lingual do ICI	0,56	0,22	0,48	0,63	0,45	0,40	1,30

As tabelas 5.12 a 5.14 mostram que as menores espessuras ósseas alveolares, na maxila, foram observadas na região das raízes méso-vestibular dos primeiros molares, e das faces vestibulares dos primeiros pré-molares e caninos; e na mandíbula, na região das raízes méso-vestibulares dos primeiros molares, e das faces vestibulares dos primeiros e segundos pré-molares, caninos e incisivos. As maiores espessuras ósseas alveolares foram observadas na região disto-vestibular do segundo molar inferior para qualquer altura avaliada. Os dados sugerem menores valores das medidas observadas na altura de 3mm em indivíduos do grupo 2 (classe III)

Tabela 5.15 - Estatística descritiva das inclinações nos indivíduos do grupo 1 (oclusão normal)

Dentes	Média (°)	Desvio padrão (°)
Disto-vestibular do 2º molar superior	89.696	7.610
Palatina do 2º molar superior	115.677	5.977
Disto-vestibular do 1º molar superior	99.334	7.401
Palatina do 1º molar superior	111.066	6.175
2º pré-molar superior	90.693	5.283
1º pré-molar superior	91.814	4.894
Canino superior	97.030	5.097
Incisivo lateral superior	113.518	6.739
Incisivo central superior	111.319	7.085
Mesial do 2º molar inferior	74.736	5.605
Mesial do 1º molar inferior	76.394	4.769
2º pré-molar inferior	82.023	5.426
1º pré-molar inferior	92.034	4.642
Canino inferior	94.906	4.730
Incisivo lateral inferior	95.173	6.909
Incisivo central inferior	96.283	7.236

A tabela 5.15 mostrou que no grupo 1 (oclusão normal) os incisivos superiores e inferiores apresentaram as maiores inclinações, as quais apresentaram diminuição progressiva em direção posterior. As menores inclinações vestibulo-linguais foram observadas nas raízes vestibulares dos segundos molares superiores ($89,69^\circ$) e inferiores ($74,7^\circ$).

Tabela 5.16 – Estatística descritiva das inclinações nos indivíduos do grupo 2 (classe III).

Dentes	Média ($^\circ$)	Desvio padrão ($^\circ$)
Disto-vestibular do 2º molar superior	88,021	6,203
Palatina do 2º molar superior	116,637	6,450
Disto-vestibular do 1º molar superior	98,517	5,613
Palatina do 1º molar superior	111,237	5,930
2º pré-molar superior	93,155	5,283
1º pré-molar superior	92,434	5,386
Canino superior	98,881	4,604
Incisivo lateral superior	118,287	9,682
Incisivo central superior	118,147	7,458
Mesial do 2º molar inferior	70,842	7,891
Mesial do 1º molar inferior	79,114	6,627
2º pré-molar inferior	81,657	7,613
1º pré-molar inferior	89,101	6,219
Canino inferior	93,377	4,763
Incisivo lateral inferior	81,38	8,691
Incisivo central inferior	80,967	8,303

A tabela 5.16 mostrou que na maxila de indivíduos do grupo 2 (classe III), os incisivos superiores apresentaram as maiores inclinações e na mandíbula, os caninos inferiores apresentaram as maiores inclinações. As menores inclinações foram observadas para as raízes vestibulares dos segundos molares superiores e inferiores.

Tabela 5.17 - Correlações entre inclinações dos dentes superiores e as respectivas espessuras alveolares nos indivíduos do grupo 1 (oclusão normal)

Variável	Correlação	N	p
Inclinação disto-vestibular do 2º molar superior			
Disto-vestibular do 2º molar superior em 3mm	0,259	35	0,133
Disto-vestibular do 2º molar superior em 6mm	-0,296	35	0,085
Disto-vestibular do 2º molar superior em 8mm	-0,403	35	0,016
Inclinação palatina do 2º molar superior			
Palatina do 2º molar superior em 3mm	-0,256	35	0,137
Palatina do 2º molar superior em 6mm	-0,433	35	0,009
Palatina do 2º molar superior em 8mm	-0,400	35	0,017
Inclinação disto-vestibular do 1º molar superior			
Disto-vestibular do 1º molar superior em 3mm	0,295	35	0,086
Disto-vestibular do 1º molar superior em 6mm	0,181	35	0,298
Disto-vestibular do 1º molar superior em 8mm	0,002	35	0,992
Inclinação palatina do 1º molar superior			
Palatina do 1º molar superior em 3mm	-0,121	35	0,488
Palatina do 1º molar superior em 6mm	-0,063	35	0,719
Palatina do 1º molar superior em 8mm	-0,048	35	0,786
Inclinação do 2º pré-molar superior			
Vestibular do 2º pré-molar superior em 3mm	-0,281	35	0,102
Vestibular do 2º pré-molar superior em 6mm	-0,111	35	0,527
Vestibular do 2º pré-molar superior em 8mm	-0,036	35	0,838
Palatina do 2º pré-molar superior em 3mm	-0,172	35	0,324
Palatina do 2º pré-molar superior em 6mm	-0,068	35	0,697
Palatina do 2º pré-molar superior em 8mm	0,092	35	0,600
Inclinação do 1º pré-molar superior			
Vestibular do 1º pré-molar superior em 3mm	-0,198	35	0,253
Vestibular do 1º pré-molar superior em 6mm	0,057	35	0,744
Vestibular do 1º pré-molar superior em 8mm	0,011	35	0,952
Palatina do 1º pré-molar superior em 3mm	0,294	35	0,087
Palatina do 1º pré-molar superior em 6mm	0,205	35	0,238
Palatina do 1º pré-molar superior em 8mm	0,175	35	0,315
Inclinação do canino superior			
Vestibular do canino superior em 3mm	-0,064	35	0,716
Vestibular do canino superior em 6mm	-0,181	35	0,297
Vestibular do canino superior em 8mm	-0,106	35	0,543
Palatina do canino superior em 3mm	-0,297	35	0,084
Palatina do canino superior em 6mm	-0,201	35	0,246
Palatina do canino superior em 8mm	-0,127	35	0,468
Inclinação do incisivo lateral superior			
Vestibular do incisivo lateral superior em 3mm	0,136	35	0,437
Vestibular do incisivo lateral superior em 6mm	0,140	35	0,423
Vestibular do incisivo lateral superior em 8mm	0,096	35	0,588
Palatina do incisivo lateral superior em 3mm	-0,115	35	0,509
Palatina do incisivo lateral superior em 6mm	-0,132	35	0,450
Palatina do incisivo lateral superior em 8mm	-0,115	35	0,516

continua

Inclinação do incisivo central superior			
Vestibular do incisivo central superior em 3mm	-0,141	35	0,419
Vestibular do incisivo central superior em 6mm	0,215	35	0,216
Vestibular do incisivo central superior em 8mm	0,327	35	0,055
Palatina do incisivo central superior em 3mm	-0,240	35	0,164
Palatina do incisivo central superior em 6mm	-0,232	35	0,180
Palatina do incisivo central superior em 8mm	-0,375	35	0,026
conclusão			

A tabela 5.17 mostrou que são poucas as correlações estatisticamente significativas entre inclinação e espessura para os dentes superiores em indivíduos com oclusão normal ($p < 0,05$). As correlações estatisticamente significativas foram inversas, ou seja, quanto maior a inclinação menor é a espessura, como por exemplo, inclinação da raiz disto-vestibular do 2º molar com a espessura disto-vestibular do 2º molar em 8mm ($r = -0,403$).

Tabela 5.18 - Correlações entre inclinações dos dentes inferiores e as respectivas espessuras alveolares nos indivíduos do grupo 1 (oclusão normal)

Variável	Correlação	N	p
Inclinação méso-vestibular do 2º molar inferior			
Mésio-vestibular do 2º molar inferior em 3mm	-0,262	35	0,129
Mésio-vestibular do 2º molar inferior em 6mm	-0,248	35	0,151
Mésio-vestibular do 2º molar inferior em 8mm	-0,172	35	0,324
Mésio-lingual do 2º molar inferior em 3mm	-0,147	35	0,401
Mésio-lingual do 2º molar inferior em 6mm	-0,274	35	0,111
Mésio-lingual do 2º molar inferior em 8mm	-0,156	35	0,370
Inclinação méso-vestibular do 1º molar inferior			
Mésio-vestibular do 1º molar inferior em 3mm	-0,015	35	0,934
Mésio-vestibular do 1º molar inferior em 6mm	-0,215	35	0,215
Mésio-vestibular do 1º molar inferior em 8mm	-0,348	35	0,041
Mésio-lingual do 1º molar inferior em 3mm	0,160	35	0,360
Mésio-lingual do 1º molar inferior em 6mm	0,075	35	0,669
Mésio-lingual do 1º molar inferior em 8mm	0,041	35	0,814
Inclinação do 2º pré-molar inferior			
Vestibular do 2º pré-molar inferior em 3mm	0,341	35	0,045
Vestibular do 2º pré-molar inferior em 6mm	0,175	35	0,313
Vestibular do 2º pré-molar inferior em 8mm	0,046	35	0,793
Lingual do 2º pré-molar inferior em 3mm	0,239	35	0,166
Lingual do 2º pré-molar inferior em 6mm	0,228	35	0,189
Lingual do 2º pré-molar inferior em 8mm	0,181	35	0,298
Inclinação do 1º pré-molar inferior			
Vestibular do 1º pré-molar inferior em 3mm	-0,069	35	0,696
Vestibular do 1º pré-molar inferior em 6mm	0,279	35	0,104
Vestibular do 1º pré-molar inferior em 8mm	0,231	35	0,182

continua

Lingual do 1º pré-molar inferior em 3mm	0,326	35	0,056
Lingual do 1º pré-molar inferior em 6mm	0,064	35	0,714
Lingual do 1º pré-molar inferior em 8mm	0,036	35	0,838
Inclinação do canino inferior			
Vestibular do canino inferior em 3mm	-0,244	35	0,157
Vestibular do canino inferior em 6mm	-0,054	35	0,757
Vestibular do canino inferior em 8mm	0,179	35	0,303
Lingual do canino inferior em 3mm	0,029	35	0,869
Lingual do canino inferior em 6mm	-0,032	35	0,856
Lingual do canino inferior em 8mm	-0,033	35	0,851
Inclinação do incisivo lateral inferior			
Vestibular do incisivo lateral inferior em 3mm	-0,012	35	0,947
Vestibular do incisivo lateral inferior em 6mm	-0,085	35	0,628
Vestibular do incisivo lateral inferior em 8mm	-0,072	35	0,680
Lingual do incisivo lateral inferior em 3mm	0,118	35	0,500
Lingual do incisivo lateral inferior em 6mm	0,083	35	0,636
Lingual do incisivo lateral inferior em 8mm	-0,059	35	0,735
Inclinação do incisivo central inferior			
Vestibular do incisivo central inferior em 3mm	0,293	35	0,088
Vestibular do incisivo central inferior em 6mm	0,229	35	0,186
Vestibular do incisivo central inferior em 8mm	0,263	35	0,127
Lingual do incisivo central inferior em 3mm	0,149	35	0,394
Lingual do incisivo central inferior em 6mm	0,159	35	0,360
Lingual do incisivo central inferior em 8mm	0,125	35	0,473
conclusão			

A tabela 5.18 mostrou que somente a inclinação méso-vestibular do 1º molar inferior em 8mm e a inclinação do segundo pré-molar inferior em 3mm apresentaram correlações estatisticamente significativas com alguma das espessuras avaliadas ($p = 0,041$ e $p = 0,045$) em indivíduos com oclusão normal.

Tabela 5.19 - Correlações entre inclinações dos dentes superiores e as respectivas espessuras alveolares nos indivíduos do grupo 2 (classe III)

Variável	Correlação	N	p
Inclinação disto-vestibular do 2º molar superior			
Disto-vestibular do 2º molar superior em 3mm	0,560	35	<0,001
Disto-vestibular do 2º molar superior em 6mm	0,072	35	0,681
Disto-vestibular do 2º molar superior em 8mm	-0,075	35	0,667
Inclinação palatina do 2º molar superior			
Palatina do 2º molar superior em 3mm	-0,058	35	0,743
Palatina do 2º molar superior em 6mm	-0,280	35	0,103
Palatina do 2º molar superior em 8mm	-0,469	35	0,004
Inclinação disto-vestibular do 1º molar superior			
Disto-vestibular do 1º molar superior em 3mm	0,089	35	0,610
Disto-vestibular do 1º molar superior em 6mm	-0,156	35	0,371
Disto-vestibular do 1º molar superior em 8mm	-0,231	35	0,182
Inclinação palatina do 1º molar superior			
Palatina do 1º molar superior em 3mm	-0,067	35	0,702
Palatina do 1º molar superior em 6mm	-0,117	35	0,502
continua			

Palatina do 1º molar superior em 8mm	-0,392	35	0,020
Inclinação do 2º pré-molar superior			
Vestibular do 2º pré-molar superior em 3mm	0,155	35	0,382
Vestibular do 2º pré-molar superior em 6mm	-0,017	35	0,922
Vestibular do 2º pré-molar superior em 8mm	0,017	35	0,925
continua			
Palatina do 2º pré-molar superior em 3mm	0,051	35	0,776
Palatina do 2º pré-molar superior em 6mm	-0,039	35	0,827
Palatina do 2º pré-molar superior em 8mm	-0,138	35	0,435
Inclinação do 1º pré-molar superior			
Vestibular do 1º pré-molar superior em 3mm	0,099	35	0,571
Vestibular do 1º pré-molar superior em 6mm	0,135	35	0,438
Vestibular do 1º pré-molar superior em 8mm	0,173	35	0,320
Palatina do 1º pré-molar superior em 3mm	0,328	35	0,054
Palatina do 1º pré-molar superior em 6mm	0,047	35	0,787
Palatina do 1º pré-molar superior em 8mm	-0,115	35	0,511
Inclinação do canino superior			
Vestibular do canino superior em 3mm	0,195	35	0,262
Vestibular do canino superior em 6mm	0,187	35	0,283
Vestibular do canino superior em 8mm	0,126	35	0,470
Palatina do canino superior em 3mm	0,319	35	0,062
Palatina do canino superior em 6mm	0,394	35	0,019
Palatina do canino superior em 8mm	0,292	35	0,089
Inclinação do incisivo lateral superior			
Vestibular do incisivo lateral superior em 3mm	-0,079	35	0,653
Vestibular do incisivo lateral superior em 6mm	-0,317	35	0,063
Vestibular do incisivo lateral superior em 8mm	-0,248	35	0,151
Palatina do incisivo lateral superior em 3mm	0,184	35	0,290
Palatina do incisivo lateral superior em 6mm	0,077	35	0,660
Palatina do incisivo lateral superior em 8mm	0,097	35	0,578
Inclinação do incisivo central superior			
Vestibular do incisivo central superior em 3mm	0,107	35	0,541
Vestibular do incisivo central superior em 6mm	0,059	35	0,736
Vestibular do incisivo central superior em 8mm	0,220	35	0,203
Palatina do incisivo central superior em 3mm	0,300	35	0,080
Palatina do incisivo central superior em 6mm	0,295	35	0,085
Palatina do incisivo central superior em 8mm	0,258	35	0,134

conclusão

A tabela 5.19 mostrou que são poucas as correlações estatisticamente significativas entre inclinação e espessura para os dentes superiores em indivíduos com deformidades dentofaciais de classe III ($p < 0,05$). As correlações inversas estatisticamente significativas foram observadas na palatina do primeiro e segundo molar superior, na altura de 8 mm; e as correlações diretas foram observadas na palatina do canino superior na altura de 6 mm e na disto-vestibular do segundo molar superior, na altura de 3mm.

Tabela 5.20 - Correlações entre inclinações dos dentes inferiores e as respectivas espessuras alveolares nos indivíduos do grupo 2 (classe III)

Variável	Correlação	N	p
Inclinação méso-vestibular do 2º molar inferior			
Mésio-vestibular do 2º molar inferior em 3mm	-0,447	35	0,007
Mésio-vestibular do 2º molar inferior em 6mm	-0,355	35	0,037
Mésio-vestibular do 2º molar inferior em 8mm	-0,217	35	0,210
Mésio-lingual do 2º molar inferior em 3mm	0,368	35	0,030
Mésio-lingual do 2º molar inferior em 6mm	-0,181	35	0,297
Mésio-lingual do 2º molar inferior em 8mm	-0,162	35	0,353
Inclinação méso-vestibular do 1º molar inferior			
Mésio-vestibular do 1º molar inferior em 3mm	-0,200	35	0,250
Mésio-vestibular do 1º molar inferior em 6mm	-0,272	35	0,114
Mésio-vestibular do 1º molar inferior em 8mm	-0,229	35	0,186
Mésio-lingual do 1º molar inferior em 3mm	0,287	35	0,095
Mésio-lingual do 1º molar inferior em 6mm	-0,060	35	0,733
Mésio-lingual do 1º molar inferior em 8mm	-0,245	35	0,156
Inclinação do 2º pré-molar inferior			
Vestibular do 2º pré-molar inferior em 3mm	-0,268	35	0,119
Vestibular do 2º pré-molar inferior em 6mm	0,037	35	0,832
Vestibular do 2º pré-molar inferior em 8mm	0,012	35	0,945
Lingual do 2º pré-molar inferior em 3mm	0,559	35	<0,001
Lingual do 2º pré-molar inferior em 6mm	0,174	35	0,318
Lingual do 2º pré-molar inferior em 8mm	-0,004	35	0,982
Inclinação do 1º pré-molar inferior			
Vestibular do 1º pré-molar inferior em 3mm	-0,279	35	0,105
Vestibular do 1º pré-molar inferior em 6mm	-0,094	35	0,591
Vestibular do 1º pré-molar inferior em 8mm	0,096	35	0,583
Lingual do 1º pré-molar inferior em 3mm	0,307	35	0,073
Lingual do 1º pré-molar inferior em 6mm	0,323	35	0,058
Lingual do 1º pré-molar inferior em 8mm	0,204	35	0,240
Inclinação do canino inferior			
Vestibular do canino inferior em 3mm	0,126	35	0,472
Vestibular do canino inferior em 6mm	0,053	35	0,763
Vestibular do canino inferior em 8mm	0,049	35	0,779
Lingual do canino inferior em 3mm	0,528	35	0,001
Lingual do canino inferior em 6mm	0,481	35	0,003
Lingual do canino inferior em 8mm	0,412	35	0,014
Inclinação do incisivo lateral inferior			
Vestibular do incisivo lateral inferior em 3mm	0,076	35	0,665
Vestibular do incisivo lateral inferior em 6mm	0,136	35	0,437
Vestibular do incisivo lateral inferior em 8mm	-0,089	35	0,612
Lingual do incisivo lateral inferior em 3mm	0,275	35	0,109
Lingual do incisivo lateral inferior em 6mm	0,214	35	0,217
Lingual do incisivo lateral inferior em 8mm	0,139	35	0,426
Inclinação do incisivo central inferior			
Vestibular do incisivo central inferior em 3mm	0,071	35	0,685
Vestibular do incisivo central inferior em 6mm	-0,083	35	0,635
Vestibular do incisivo central inferior em 8mm	0,175	35	0,314
Lingual do incisivo central inferior em 3mm	0,269	35	0,118
Lingual do incisivo central inferior em 6mm	0,412	35	0,014
Lingual do incisivo central inferior em 8mm	0,317	35	0,063

A tabela 5.20 mostra que nos indivíduos com deformidade dentofacial de classe III há mais correlações estatisticamente significativas entre inclinação e espessura nos dentes inferiores ($p < 0,05$) em comparação com os dentes superiores.

Tabela 5.21 - Descrição das espessuras alveolares em 3mm segundo grupos e resultado do teste t-Student

Variável	Grupo 1		Grupo 2		Dif. média	IC (95%)		p
	Média	DP	Média	DP		Inf.	Sup.	
Mésio-vestibular do 1º MS	1,05	0,46	0,52	0,19	0,53	0,36	0,70	<0,001
Disto-vestibular do 1º MS	1,55	0,54	0,80	0,46	0,75	0,51	0,99	<0,001
Palatina do 1º MS	1,34	0,42	0,67	0,22	0,67	0,51	0,83	<0,001
Mésio-vestibular do 2º MS	1,35	0,65	0,69	0,43	0,66	0,39	0,92	<0,001
Disto-vestibular do 2º MS	1,43	0,68	0,90	0,51	0,52	0,24	0,81	0,001
Palatina do 2º MS	1,40	0,63	0,90	0,28	0,50	0,27	0,74	<0,001
Vestibular do 1º PMS	0,76	0,33	0,46	0,13	0,30	0,18	0,42	<0,001
Palatina do 1º PMS	0,93	0,31	0,51	0,12	0,42	0,31	0,54	<0,001
Vestibular do 2º PMS	1,31	0,51	0,69	0,35	0,62	0,41	0,83	<0,001
Palatina do 2º PMS	1,26	0,40	0,67	0,22	0,58	0,43	0,74	<0,001
Vestibular do CS	0,68	0,24	0,43	0,05	0,25	0,17	0,34	<0,001
Palatina do CS	0,99	0,50	0,61	0,37	0,37	0,16	0,58	0,001
Vestibular do ILS	0,88	0,35	0,53	0,24	0,34	0,20	0,49	<0,001
Palatina do ILS	1,17	0,47	0,54	0,22	0,63	0,45	0,81	<0,001
Vestibular do ICS	0,90	0,29	0,58	0,17	0,32	0,21	0,44	<0,001
Palatina do ICS	1,55	0,57	0,75	0,32	0,81	0,59	1,03	<0,001
Mésio-vestibular do 1º MI	1,03	0,42	0,43	0,08	0,61	0,46	0,75	<0,001
Disto-vestibular do 1º MI	1,75	0,76	0,54	0,23	1,21	0,94	1,48	<0,001
Mésio-lingual do 1º MI	2,10	0,88	0,94	0,39	1,16	0,83	1,49	<0,001
Disto-lingual do 1º MI	2,54	0,78	1,58	0,55	0,96	0,64	1,28	<0,001
Mésio-vestibular do 2º MI	2,84	1,54	1,28	1,13	1,56	0,91	2,21	<0,001
Disto-vestibular do 2º MI	4,67	2,07	2,76	1,71	1,91	1,00	2,81	<0,001
Mésio-lingual do 2º MI	2,28	0,68	1,22	0,61	1,06	0,76	1,37	<0,001
Disto-lingual do 2º MI	2,80	0,84	1,74	0,71	1,06	0,69	1,43	<0,001
Vestibular do 1º PMI	0,55	0,10	0,41	0,02	0,14	0,11	0,17	<0,001
Lingual do 1º PMI	2,24	1,26	0,83	0,55	1,41	0,94	1,88	<0,001
Vestibular do 2º PMI	0,86	0,30	0,43	0,06	0,43	0,32	0,53	<0,001
Lingual do 2º PMI	2,12	0,98	0,88	0,40	1,24	0,88	1,61	<0,001
Vestibular do CI	0,58	0,19	0,41	0,02	0,18	0,11	0,24	<0,001
Lingual do CI	1,33	0,82	0,47	0,11	0,86	0,58	1,15	<0,001
Vestibular do ILI	0,57	0,13	0,40	0,01	0,17	0,13	0,22	<0,001
Lingual do ILI	0,70	0,29	0,43	0,09	0,28	0,17	0,38	<0,001
Vestibular do ICI	0,58	0,17	0,41	0,04	0,17	0,11	0,22	<0,001
Lingual do ICI	0,59	0,24	0,41	0,04	0,18	0,09	0,26	<0,001

A tabela 5.21 mostrou que todas as espessuras médias observadas na altura de 3mm foram estatisticamente menores nos indivíduos com deformidade dentofacial de classe III em relação aos indivíduos com oclusão normal ($p < 0,05$).

Tabela 5.22 - Descrição das espessuras alveolares em 8mm segundo grupos e resultado do teste t-Student

Variável	Grupo 1		Grupo 2		Dif. média	IC (95%)		p
	Média	DP	Média	DP		Inf.	Sup.	
Mésio-vestibular do 1º MS	1,27	0,67	0,67	0,35	0,60	0,34	0,86	<0,001
Disto-vestibular do 1º MS	1,70	0,96	1,18	0,77	0,52	0,10	0,93	0,016
Palatina do 1º MS	1,51	0,50	1,12	0,44	0,39	0,16	0,61	0,001
Mésio-vestibular do 2º MS	2,44	1,22	1,90	0,74	0,54	0,06	1,02	0,028
Disto-vestibular do 2º MS	2,18	1,02	1,96	0,80	0,23	-0,21	0,66	0,306
Palatina do 2º MS	1,29	0,55	1,31	0,67	-0,02	-0,31	0,27	0,892
Vestibular do 1º PMS	1,00	0,44	0,73	0,37	0,28	0,08	0,47	0,006
Palatina do 1º PMS	2,49	0,75	1,35	0,55	1,14	0,82	1,45	<0,001
Vestibular do 2º PMS	1,58	0,69	1,23	0,71	0,35	0,01	0,69	0,042
Palatina do 2º PMS	2,96	0,97	1,75	0,66	1,21	0,81	1,60	<0,001
Vestibular do CS	0,93	0,37	0,62	0,32	0,30	0,14	0,47	<0,001
Palatina do CS	2,78	0,87	1,48	0,72	1,30	0,92	1,68	<0,001
Vestibular do ILS	1,00	0,43	0,83	0,40	0,17	-0,03	0,37	0,092
Palatina do ILS	2,80	0,87	1,28	0,80	1,52	1,11	1,92	<0,001
Vestibular do ICS	1,17	0,47	0,88	0,31	0,28	0,09	0,47	0,004
Palatina do ICS	3,68	0,99	2,10	0,81	1,58	1,15	2,01	<0,001
Mésio-vestibular do 1º MI	2,33	1,03	0,81	0,50	1,53	1,14	1,92	<0,001
Disto-vestibular do 1º MI	3,59	1,53	1,64	0,92	1,96	1,35	2,56	<0,001
Mésio-lingual do 1º MI	3,84	0,87	2,41	0,67	1,43	1,06	1,80	<0,001
Disto-lingual do 1º MI	4,18	1,05	3,29	0,84	0,90	0,44	1,35	<0,001
Mésio-vestibular do 2º MI	5,66	1,68	3,71	1,51	1,94	1,18	2,70	<0,001
Disto-vestibular do 2º MI	7,14	1,67	5,22	1,40	1,92	1,19	2,66	<0,001
Mésio-lingual do 2º MI	3,38	1,02	2,50	0,76	0,88	0,46	1,31	<0,001
Disto-lingual do 2º MI	3,33	1,21	2,67	1,04	0,67	0,13	1,21	0,016
Vestibular do 1º PMI	1,22	0,77	0,46	0,11	0,75	0,49	1,02	<0,001
Lingual do 1º PMI	3,79	1,43	1,95	0,76	1,83	1,28	2,38	<0,001
Vestibular do 2º PMI	1,87	0,82	0,67	0,30	1,20	0,90	1,50	<0,001
Lingual do 2º PMI	3,86	1,32	2,45	0,75	1,41	0,90	1,93	<0,001
Vestibular do CI	0,98	0,43	0,42	0,04	0,56	0,41	0,70	<0,001
Lingual do CI	2,48	0,96	0,95	0,43	1,53	1,17	1,89	<0,001
Vestibular do ILI	1,01	0,56	0,44	0,06	0,58	0,38	0,77	<0,001
Lingual do ILI	1,50	0,61	0,62	0,38	0,88	0,63	1,12	<0,001
Vestibular do ICI	1,52	0,75	0,58	0,25	0,94	0,67	1,21	<0,001
Lingual do ICI	1,38	0,64	0,56	0,22	0,82	0,59	1,05	<0,001

A tabela 5.22 mostrou que todas as medidas de espessura alveolar avaliadas na altura de 8mm apresentaram em média menores valores nos indivíduos com deformidade dentofacial de classe III em comparação com os indivíduos com oclusão normal, exceto a região da raiz palatina do segundo molar superior. Todas as regiões avaliadas apresentaram-se estatisticamente significantes ($p < 0,05$) exceto a disto-vestibular e a palatina do segundo molar superior e a vestibular do incisivo lateral superior.

Tabela 5.23 - Descrição das inclinações dentárias segundo grupos e resultado do teste t-Student

Variável	Grupo 1		Grupo 2		Dif. média	IC (95%)		p
	Média	DP	Média	DP		Inf.	Sup.	
Disto-vestibular do 2º MS	89,70	6,83	88,02	4,96	1,67	-1,18	4,53	0,245
Palatina do 2º MS	115,68	4,92	116,64	5,47	-0,96	-3,44	1,52	0,443
Disto-vestibular do 1º MS	99,33	6,61	98,52	4,88	0,82	-1,96	3,59	0,558
Palatina do 1º MS	111,07	4,94	111,24	5,27	-0,17	-2,61	2,26	0,889
2º PMS	90,69	4,12	93,16	4,68	-2,46	-4,58	-0,35	0,023
1º PMS	91,81	4,41	92,43	4,60	-0,62	-2,77	1,53	0,567
CS	97,03	4,46	98,89	4,07	-1,86	-3,89	0,18	0,073
ILS	113,49	6,36	118,21	9,41	-4,72	-8,56	-0,88	0,017
ICS	111,32	7,02	118,15	7,39	-6,83	-10,27	-3,39	<0,001
Mésio-vestibular do 2º MI	74,74	5,15	70,84	7,20	3,89	0,91	6,88	0,011
Mésio-vestibular do 1º MI	76,39	4,29	79,11	5,89	-2,72	-5,18	-0,26	0,031
2º PMI	82,02	4,75	81,56	6,92	0,46	-2,37	3,29	0,746
1º PMI	92,03	3,96	89,10	5,35	2,93	0,69	5,18	0,011
CI	94,91	4,00	93,38	3,94	1,53	-0,36	3,42	0,112
ILI	95,17	6,66	81,38	8,64	13,79	10,11	17,47	<0,001
ICI	96,28	7,12	80,97	8,25	15,32	11,64	18,99	<0,001

A tabela 5.23 mostrou que as inclinações médias dos segundos pré-molares superiores, incisivos laterais e centrais superiores e mésio-vestibular dos primeiros molares inferiores foram estatisticamente maiores nos indivíduos com deformidade dentofacial de classe III ($p < 0,05$), enquanto que as inclinações médias das raízes mésio-vestibulares dos segundos molares inferiores, primeiros pré-molares inferiores, incisivos laterais e centrais inferiores foram estatisticamente menores nos indivíduos com deformidades dentofaciais de classe III ($p < 0,05$).

Gráfico 5.1 - Comparação entre as inclinações dos incisivos entre os grupos (G1 e G2)

Gráfico 5.2 - Comparação entre as inclinações dos segundos pré-molares superiores entre os grupos (G1 e G2)

Gráfico 5.3 - Comparação entre as inclinações dos incisivos laterais superiores entre os grupos (G1 e G2)

Gráfico 5.4 - Comparação entre as inclinações dos incisivos centrais superiores entre os grupos (G1 e G2)

Gráfico 5.5 - Comparação entre as inclinações das raízes méso-vestibulares do segundos molares inferiores entre os grupos (G1 e G2)

Gráfico 5.6 - Comparação entre as inclinações das raízes méso-vestibulares do primeiros molares inferiores entre os grupos (G1 e G2)

Gráfico 5.7 - Comparação entre as inclinações dos primeiros pré-molares inferiores entre os grupos (G1 e G2)

Gráfico 5.8 - Comparação entre as inclinações dos incisivos laterais inferiores entre os grupos (G1 e G2)

Gráfico 5.9 - Comparação entre as inclinações dos incisivos centrais inferiores entre os grupos (G1 e G2)

6 DISCUSSÃO

Esta pesquisa foi realizada para determinar as espessuras ósseas alveolares e as inclinações vestibulo-linguais dos dentes superiores e inferiores, além de avaliar a correlação entre estas duas variáveis em indivíduos com deformidades dentofaciais de classe III e em indivíduos com oclusão normal e perfis equilibrados, sem histórico de tratamento ortodôntico, apresentando saúde periodontal. O intuito de conhecer a amplitude das inclinações dentárias e espessuras ósseas alveolares nas regiões vestibular e lingual correspondente a cada dente nos indivíduos das amostras estudadas se dá pela possibilidade de avaliar se nos indivíduos com deformidades dentofaciais de classe III, não tratados ortodonticamente, e que possuem dentes compensados, o processo natural de remodelação óssea provê uniformidade na espessura alveolar, ou se a espessura alveolar em torno das raízes varia em função da inclinação dentária. A importância da avaliação da morfologia óssea alveolar maxilo-mandibular se dá pelo fato de que esta define os limites da movimentação ortodôntica e ultrapassá-los pode redundar em efeitos colaterais iatrogênicos para o periodonto de sustentação e proteção (Proffit; Ackerman, 1982; Handelman, 1996; Fuhrmann, 2002).

A importância deste estudo nestes dois grupos se dá pela possibilidade de se estabelecer os valores normais de espessura óssea alveolar e inclinação dentária vestibulo-lingual em indivíduos com oclusão normal, para assim conhecer os limites da movimentação ortodôntica visando a descompensação dentária durante a fase ortodôntica pré-cirúrgica em indivíduos com deformidades dentofaciais de classe III.

O grupo amostral selecionado para a realização desta pesquisa foi considerado homogêneo, visto que não foi encontrada associação estatisticamente significativa quanto ao gênero ($p = 0,632$) e a idade média foi estatisticamente igual entre os grupos ($p = 0,365$) (Tabela 5.1). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Janson et al. (2004), Garcia et al. (2005), Deguchi et al. (2006), Ono et al. (2008), Ferreira (2010), Almeida (2011), Farnsworth et al. (2011) e Shewinvanakitkul et al. (2011) para idades e gênero. Os resultados dos estudos de Ferreira (2010) e Farnsworth et al. (2011) evidenciaram diferenças na quantidade de

osso alveolar entre pacientes jovens e adultos, visto que as corticais dos adultos são significativamente mais espessas, enquanto Ono et al. (2008) observou que o osso cortical da maxila é mais espesso em homens que em mulheres. Os testes de normalidade de distribuição das medidas concluíram que a maioria das mensurações realizadas apresentou distribuição normal de probabilidades, o que implicou no uso da correlação paramétrica (Tabela 5.2 a 5.4).

A ferramenta utilizada para a realização desta pesquisa foi a TCFC, visto que a partir deste exame é possível mensurar a espessura óssea alveolar em torno das raízes (Poggio et al., 2006; Baumgaertel et al., 2009; Hu et al., 2009; Lee et al., 2009; Park; Cho, 2009). A TCFC possibilita o exame dos tecidos ósseos vestibulares e linguais com qualidade superior às telerradiografias convencionais, pois, além de serem tridimensionais, não estão sujeitas a distorções das imagens, e as reconstruções computadorizadas secundárias também facilitam a avaliação quantitativa e qualitativa das superfícies ósseas, e da relação entre osso e dente (Mol; Balasundaram, 2008; Gracco et al., 2010; Tong et al., 2012b). As radiografias periapicais, interproximais e telerradiografias laterais apresentam distorções da imagem inerentes ao método, devido à divergência do feixe de raios X. Além disso, visto que as corticais ósseas do palato e sínfise traçadas na telerradiografia representam uma visualização bidimensional de uma superfície côncava, o limite real destas estruturas pode ser mais estreito que a imagem traçada na radiografia (Ten Hoeve; Mulie, 1976; Ishikawa et al., 2000; Garcia et al., 2005; Kim et al., 2009; Yu et al., 2009).

A obtenção de medidas lineares a partir de imagens de TCFC tem sido considerada precisa para a avaliação de estruturas dentárias e maxilofaciais (Lascalea et al., 2004; Periago et al., 2008; Veyre-Goulet et al., 2008; Hassan et al., 2009; Moreira et al., 2009; Ganguly et al., 2011; Patcas et al., 2012a; Tong et al., 2012a), além de apresentar melhor qualidade de imagem em relação a radiografias intraorais e panorâmicas e permitir boa visualização mesmo com espessuras e larguras ósseas reduzidas (Mengel et al., 2005). A TCFC é tão precisa quanto as mensurações diretas e mais precisas que as radiografias intraorais na detecção de defeitos periodontais vestibulares e linguais e de alterações no nível ósseo durante o tratamento ortodôntico (Misch et al., 2006; Pinsky et al., 2006; Mol; Balasundaram, 2008; Vandenberghe et al., 2008; Berco et al., 2009; Lund et al., 2010; Timock et al.,

2011; Benninger et al., 2012, Ising et al., 2012).

Os exames de TCFC utilizados no presente estudo foram obtidos com tamanho de voxel 0,4 mm. Esta resolução foi definida pela possibilidade de se obter imagens com boa definição, e ao mesmo tempo, com baixa dose de radiação ao paciente, de acordo com o princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*). A precisão da realização de mensurações lineares com diferentes tamanhos de voxel foi discutida na literatura ortodôntica, mostrando que voxels de 0,2, 0,3 e 0,4 mm são aceitáveis, ou seja, os valores de sensibilidade e especificidade da TCFC com diferentes resoluções de voxels são similares. De acordo com Ballrick et al. (2008), Liedke et al. (2009), Damstra et al. (2010a), Menezes et al. (2010) e Sherrard et al. (2010) maior resolução de voxel não resulta em maior precisão das mensurações lineares, enquanto Sun et al. (2011) e Waltrick et al. (2013) consideram os tamanhos de voxel de 0,25 e 0,3 mm bons compromissos entre qualidade de imagem e baixa dose de radiação.

Para orientação do crânio na TCFC, visando a padronização das mensurações, Park e Cho (2009) e Almeida (2011) utilizaram planos de referência cranianos para a orientação da cabeça previamente à mensuração das imagens tridimensionais. No presente trabalho a orientação do crânio dos pacientes dos grupos 1 e 2 foi realizada posicionando os pacientes em PNC, definindo o plano horizontal verdadeiro sem o uso de planos guia, ou seja, pela interpretação subjetiva do observador do plano de visão que melhor definiria o plano horizontal verdadeiro. Segundo Cevidanes et al. (2009), esta metodologia é confiável e precisa para orientar o posicionamento virtual da cabeça dos indivíduos a partir de imagens geradas da TCFC. A vantagem da orientação virtual disponível em diversos programas de visualização de imagens é a possibilidade de utilizar uma imagem semitransparente aplicada ao tecido mole para visualizar o tecido duro subjacente, para coincidir estruturas bilaterais e obter a correta rotação da cabeça (Grauer et al., 2009).

Para a obtenção da posição natural da cabeça no presente estudo, as imagens 3D dos indivíduos foram transferidas para programa Dolphin® e orientadas, a partir da visualização dos tecidos moles do paciente no corte frontal (Figura 4.7 e 4.8), corte lateral (Figura 4.9 e 4.10), e por último no corte axial (Figura 4.11 e 4.12).

A posição foi salva, após a concordância de quatro ortodontistas previamente calibrados.

As medidas realizadas neste estudo apresentaram elevada reprodutibilidade nas medidas de espessura em qualquer altura avaliada, com os valores de correlação intraclasse acima de 0,9, e os erros dados pela fórmula de Dahlberg de até 0,2 mm para qualquer medida (Tabela 5.5 a 5.7). A reprodutibilidade das medidas de inclinação foi alta com todos os valores de correlação intraclasse acima de 0,99 e as medidas de erro dadas pela fórmula de Dahlberg não ultrapassaram 0,4° (Tabelas 5.8).

No presente estudo, as espessuras ósseas alveolares, vestibular e lingual, foram avaliadas em três diferentes alturas a partir da junção amelocementária (3, 6 e 8 mm). Estes locais foram escolhidos em função da possibilidade de avaliação das corticais ósseas alveolares em níveis representativos do terço cervical (3 mm), médio (6 mm) e apical (8 mm). A pequena espessura óssea nos níveis cervical e médio é representativa de ocorrência de deiscências alveolares, enquanto que se encontradas isoladamente no nível apical, seriam representativas de fenestrações ósseas. A presença de uma fina camada de osso a 3 mm da junção amelocementária tende à deiscência óssea e a presença de uma fina camada de osso a 6 e 8 mm conjuntamente com osso mais espesso a 3 mm da junção amelocementária tende à fenestração. A avaliação e mensuração de espessuras ósseas alveolares de indivíduos com oclusão normal em diferentes alturas a partir da junção amelocementária foi descrita por Ferreira (2010), que avaliou as corticais ósseas alveolares maxilares a 3 e 6 mm e das mandibulares a 4 e 8 mm da junção amelocementária, representando cortes cervicais e apicais; por Lee et al. (2009) que aferiu as espessuras alveolares nas alturas de 2, 4, 6 e 8 mm em direção apical a partir da junção amelocementária; e por Almeida (2011) que mensurou a espessura óssea alveolar dos dentes posteriores a 6 mm da junção amelocementária.

Preocupados com ausência ou insuficiência de espessura óssea alveolar para a realização da movimentação ortodôntica, Deguchi et al. (2006), Lee et al. (2009), Garib et al. (2010), Enhos et al. (2012) e Horner et al. (2012), enfatizaram a importância da avaliação da morfologia alveolar previamente ao tratamento, por meio da TCFC. Nestes trabalhos, os autores avaliaram espessuras alveolares a

partir de imagens obtidas de TCFC e observaram maior quantidade de osso cortical na região posterior da mandíbula e na face palatina dos dentes anteriores superiores, enquanto os incisivos inferiores detiveram as menores espessuras alveolares tanto por vestibular quanto por lingual. Na maxila, maior quantidade de osso alveolar é observada na raiz mesial do segundo molar superior (Lee et al., 2009). Os resultados do presente estudo, mostraram que, nos pacientes com oclusão normal, as maiores espessuras alveolares foram encontradas na região disto-vestibular dos primeiros molares superiores a 3 mm da junção amelocementária, porém, nas alturas de 6 e 8 mm, a região méso-vestibular dos segundos molares superiores e a palatina dos segundos pré-molares superiores, apresentaram as maiores espessuras (Tabelas 5.9 a 5.11), concordando com estudos de Lee et al. (2009) e Horner et al. (2012) que também encontraram espessuras maiores na região posterior da maxila. A importância clínica deste resultado é que maiores espessuras ósseas na região de molares permitem a vestibularização destes dentes e expansão dos arcos dentários, com menor risco de defeitos periodontais aos pacientes (Garib et al., 2006). Na região das raízes palatinas dos segundos molares superiores a espessura diminuiu com o aumento da altura, porém em todas as outras regiões os menores valores da espessura óssea alveolar foram observados na altura de 3 mm. Nos pacientes com deformidades dentofaciais de classe III, as maiores espessuras alveolares foram encontradas na região disto-vestibular dos segundos molares superiores (Tabelas 5.12 a 5.14).

A partir da região dos pré-molares, as espessuras alveolares vestibulares tenderam a uma leve diminuição em espessura em direção a região anterior, sendo que na região dos caninos foram encontrados os menores valores, nos dois grupos estudados (Tabelas 5.9 a 5.14). Este resultado foi semelhante ao encontrado por Ghassemian et al. (2012) que também encontraram reduzida espessura óssea vestibular nos caninos superiores, a qual foi atribuída a maior proeminência das raízes destes dentes. Este resultado corrobora a preocupação com o planejamento e o controle da movimentação destes dentes, em especial nos movimentos em direção vestibular para evitar a deiscência óssea e a recessão gengival.

No presente estudo, a região palatina dos incisivos centrais superiores apresentou as maiores espessuras, sendo que na altura de 3 mm da junção amelocementária foram observados os menores valores (Tabelas 5.9 a 5.14).

Na mandíbula, as maiores medidas de espessura óssea alveolar foram observadas na região disto-vestibular do segundo molar inferior para todas as alturas (Tabelas 5.9 a 5.14). Estes resultados estão de acordo com estudos de Deguchi et al. (2006), Garib et al. (2010) e Horner et al. (2012). A partir da região dos pré-molares, as espessuras alveolares, vestibular e lingual, diminuiram da região posterior para a anterior, mostrando corticais ósseas alveolares delgadas na região anterior inferior, nos dois grupos estudados. Os dados observados mostram valores menores das medidas avaliadas na altura de 3 mm da junção amelocementária. Almeida (2011) também observou que a cortical óssea vestibular mostrou-se bastante delgada na região dos primeiros pré-molares e primeiros molares, superiores e inferiores, no terço médio da raiz. As corticais ósseas, palatina e lingual, na maxila e mandíbula, apresentaram-se mais espessas que as corticais ósseas vestibulares. Esses dados estão em consonância com os encontrados por Masumoto et al. (2001) e Garib et al. (2010).

Previamente à introdução da tomografia computadorizada na Odontologia, as inclinações vestibulo-linguais dos incisivos eram mensuradas por meio das telerradiografias laterais, que se mostravam satisfatórias para este propósito (Edwards, 1976; Sperry et al., 1977; Ishikawa et al., 1999; Ishikawa et al., 2000; Tong et al., 2012a). No entanto, devido ao fato destes exames mostrarem uma imagem bidimensional de áreas que são tridimensionais, mensurações na região da sínfise ou do palato são susceptíveis a erros intrínsecos devido à sobreposição de estruturas anatômicas, dificuldades na identificação individual de elementos dentários e erros de magnificação, devido à divergência do feixe de radiação. As inclinações dos dentes posteriores foram avaliadas por meio de modelos de gesso, porém a metodologia utilizada na mensuração da inclinação dos dentes posteriores não corresponde ao longo eixo dos dentes e têm influência nos casos de anomalias de forma de coroa dentária (Andrews, 1989; Janson et al., 2004). Com o advento da TCFC, novas possibilidades de mensurações e avaliações das inclinações dentárias puderam ser realizadas com precisão e confiabilidade. A TCFC permite a obtenção da imagem dos dentes e do osso alveolar com alta definição e menor dosagem de radiação que as tomografias computadorizadas convencionais (Kwong et al., 2008; Yu et al., 2009; Gracco et al., 2010; Yagci et al., 2012).

Para a avaliação das inclinações vestibulo-linguais dos caninos, pré-molares e molares inferiores, diversos estudos desenvolveram metodologias que se mostraram reprodutíveis e precisas a partir de imagens obtidas de TCFC (Masumoto et al., 2001; Mitra; Ravi, 2001; Shewinvanakitkul et al., 2011) utilizando como referência a borda inferior da mandíbula. Para avaliação de inclinações dos molares e caninos superiores, pode ser utilizada como referência uma linha tangente a porção inferior da cavidade nasal (Podesser et al., 2004).

A possibilidade de estudar inclinações dentárias dos dentes posteriores de forma mais acurada a partir das imagens de TCFC em indivíduos com oclusões normais nos permite avaliar criteriosamente o posicionamento espacial dos dentes e individualizar o planejamento de tratamento buscando um resultado oclusal estético, funcional e estável (Almeida, 2011). Da mesma forma, a avaliação das inclinações dentárias em indivíduos com deformidades de dentofaciais de classe III, e a observação da espessura óssea alveolar correspondente, permite guiar o ortodontista na quantidade de movimentação dentária possível na descompensação dentária no tratamento ortodôntico-cirúrgico destes pacientes, sem a possibilidade de efeitos deletérios ao periodonto.

A avaliação das inclinações vestibulo-linguais por meio de TCFC em indivíduos com oclusão normal foi descrita por Tong et al. (2012b), que comparou seus resultados com as inclinações vestibulo-linguais de coroa descrita por Andrews (1989). Os autores encontraram que as inclinações do longo eixo do dente e as inclinações de coroa mostraram diferenças de 25° a 30° entre elas, indicando que as coroas apresentam consistentemente maior inclinação lingual que o longo eixo do dente correspondente. Também foi relatado que as inclinações maxilares foram maiores nos incisivos centrais e diminuíram progressivamente até os primeiros molares, aumentando novamente nos segundos molares. Na mandíbula, a maior inclinação foi observada nos incisivos centrais e esta diminuiu progressivamente até os primeiros molares, aumentando ligeiramente nos segundos molares inferiores. Os resultados do presente estudo concordam com os encontrados por Tong et al. (2012b), visto que os incisivos superiores e inferiores apresentaram as maiores inclinações, e estas inclinações foram diminuindo progressivamente em direção posterior, com exceção, das raízes palatinas dos molares superiores (Tabela 5.15).

No presente estudo, nos indivíduos com deformidades dentofaciais de classe III, na arcada superior, as maiores inclinações foram observadas nos incisivos, e na arcada inferior, nos caninos. As menores inclinações foram observadas para as raízes vestibulares dos segundos molares superiores e inferiores (Tabela 5.16). Não foi encontrada na literatura a descrição das inclinações vestibulo-linguais de todos os dentes de indivíduos com más oclusões de classe III.

A alta reprodutibilidade e precisão das mensurações lineares e angulares em TCFC (Lagravere et al., 2010; Timock et al., 2011) impulsionaram estudos a respeito das espessuras ósseas alveolares e inclinações dentárias, respectivamente (Masumoto et al., 2001; Podesser et al., 2004; Ono et al., 2008; Lee et al., 2009; Mitra et al., 2011; Ising et al., 2012; Tong et al., 2012b; Yagci et al., 2012). Portanto, o interesse de correlacionar esses dois fatores tem o propósito de verificar se variações nas inclinações dentárias para vestibular ou lingual são acompanhadas por redução da espessura alveolar, condição que poderia predispor ao aparecimento de deiscências ou fenestrações.

No presente estudo foram observadas variações significativas nas inclinações dentárias, com amplitudes médias de $32,93^\circ$ nos dentes superiores e $26,7^\circ$ nos dentes inferiores. Tais variações nas inclinações fazem parte do mecanismo dentoalveolar compensatório, processo pelo qual o desenvolvimento dos arcos dentários e do osso alveolar é regulado para assegurar a oclusão dos dentes e a adaptação às partes basais dos maxilares. Um excelente mecanismo compensatório dentoalveolar previne o desenvolvimento de desvios oclusais e inclinações dentárias desfavoráveis (Solow, 1980; Solow; Tallgren, 1977). A fraca correlação encontrada entre a inclinação e a espessura alveolar, nos dois grupos estudados, indicou que o processo natural de desenvolvimento provê estabilidade à espessura de osso alveolar, mesmo nos casos com inclinações dentárias acentuadas. Esta constatação é reforçada pela ausência de quaisquer sinais de deiscências ou fenestrações nas imagens tomográficas avaliadas (Tabelas 5.17 a 5.20).

Diante do exposto pode-se afirmar que nos indivíduos com deformidades dentofaciais de classe III não tratados ortodonticamente e com saúde periodontal, as diferentes inclinações assumidas e estabelecidas pelos dentes após o processo de erupção apresentam poucas correlações estatisticamente significativas com as

espessuras alveolares. Entretanto, não é possível afirmar que a movimentação ortodôntica vestibulo-lingual dentro do intervalo observado no presente estudo garanta adequada espessura do osso alveolar. Para avaliar a estabilidade da espessura do osso alveolar em dentes submetidos a movimento vestibulo-lingual são necessários estudos adicionais.

Almeida (2011) não encontrou correlação com as espessuras alveolares nas porções vestibulares e linguais dos dentes posteriores exceto no dente 26 em relação à espessura total do alvéolo. Estes achados estão em desacordo com os encontrados por Tsunori et al. (1998) que avaliaram a relação entre a espessura óssea alveolar, inclinação dentária e tipo facial e verificaram que a espessura óssea alveolar tem relação importante com o tipo facial, ou seja, quando mais espesso o osso cortical vestibular, menores os ângulos do plano mandibular e goníaco, maior a altura facial posterior, e mais lingualizados os dentes posteriores inferiores. Os achados do presente estudo também estão em desacordo com as pesquisas de Yamada et al. (2007) e Yu et al. (2009) os quais observaram que a inclinação vestibulo-lingual dos incisivos superiores e inferiores foi significativamente correlacionada com o osso alveolar correspondente, sugerindo que a morfologia do osso alveolar parece ser afetada pela inclinação dentária. Nauert e Berg (1999) observaram que a correlação entre a quantidade de suporte ósseo vestibular e a inclinação dos incisivos em relação à linha A-Pog não foi significativa, porém, em relação ao plano mandibular, no nível superior da raiz, houve correlação negativa entre o grau de inclinação vestibular e a quantidade de osso alveolar. Entender esse mecanismo de compensação pode ser de grande valia no diagnóstico e plano de tratamento no estabelecimento de limites de movimentações dentárias.

O presente estudo está em concordância com o estudo de Lee et al. (2012) no qual não foi encontrada correlação estatisticamente significativa entre o grau de inclinação do incisivo e a extensão de mudança óssea alveolar do incisivo central e lateral, e que a quantidade total de vestibularização do incisivo inferior não apresentou correlação com recessão gengival, altura de gengiva inserida e espessura da margem gengival. Já Marinho (2010) e Brandão (2012) observaram correlação entre a espessura e a inclinação dos incisivos superiores e inferiores,

porém, o valor do coeficiente foi baixo, indicando que apesar de existir correlação linear significativa, essa correlação não é forte.

Para a comparação entre as espessuras ósseas entre os dois grupos, avaliamos as alturas de 3 e 8 mm, porque estas duas medidas são mais representativas quando correlacionadas com as inclinações dentárias, sendo que a altura de 3 mm representa a porção cervical e a altura de 8 mm a região apical. O presente estudo mostrou que todas as espessuras médias em 3 mm são estatisticamente menores nos indivíduos classe III em relação aos indivíduos com oclusão normal (Tabela 5.21). Na altura de 8 mm, a maioria das espessuras avaliadas apresentou, em média, menor valor nos indivíduos classe III, com exceção da face palatina do segundo molar superior que apresentou um valor ligeiramente maior para os indivíduos classe III (1,31 mm) do que para os indivíduos com oclusão normal (1,29 mm)(Tabela 5.22). Este resultado é importante no planejamento do tratamento ortodôntico-cirúrgico dos indivíduos com deformidades dentofaciais de classe III, pois em muitos destes casos há necessidade de movimentar os dentes anteriores e posteriores no sentido vestibulo-lingual (descompensação dentária) para gerar os movimentos cirúrgicos necessários para a correção da deformidade. Considerando o fato destes indivíduos (classe III) apresentarem menores espessuras ósseas em comparação com os indivíduos com oclusão normal, nos níveis cervicais, previamente ao tratamento, os movimentos de descompensação dentária devem ser realizados com cautela para evitar a ocorrência de deiscências e fenestrações durante o preparo ortodôntico para a cirurgia ortognática.

Com relação às inclinações, no presente estudo foi observado que os segundos pré-molares superiores, incisivos laterais superiores, incisivos centrais superiores e primeiros molares inferiores se apresentaram com maiores inclinações vestibulares nos indivíduos classe III (Tabela 5.23). Este resultado é esperado visto que, nos indivíduos com deformidades dentofaciais de classe III não tratados ortodonticamente, os dentes anteriores superiores inclinam-se para vestibular para camuflar a deformidade (Sperry et al., 1977; Jacobs, 1991; Ishikawa et al., 1999). Nos indivíduos classe III, em todos os dentes da arcada superior, foram observadas maiores inclinações vestibulo-linguais, não estatisticamente significantes, com exceção dos primeiros e segundos molares superiores, na região vestibular (Tabela 5.23). Na arcada inferior, as inclinações médias dos segundos molares (região

vestibular), primeiros pré-molares e incisivos laterais e centrais foram, estatisticamente, menores nos indivíduos classe III, o que sugere que estes dentes se apresentam lingualizados em relação à sua base óssea, compensando a má oclusão de classe III (Sperry et al., 1977; Jacobs, 1991; Ishikawa et al., 1999; Yamada et al., 2007). Nos indivíduos classe III todos os dentes inferiores apresentaram inclinações dentárias menores, apesar de nem todas serem significantes, com exceção dos primeiros molares inferiores, na região vestibular (Tabela 5.23 e Gráficos 5.1 a 5.9).

6.1 Considerações Finais

Cientes de que os indivíduos com deformidades dentofaciais de classe III apresentam inclinações dentárias compensatórias, o presente estudo buscou identificar a amplitude das inclinações vestibulo-linguais nestes indivíduos e em indivíduos com oclusões normais não tratados ortodonticamente, com o intuito de verificar possíveis diferenças entre os grupos estudados e se o processo natural de remodelação óssea provê uniformidade na espessura alveolar, ou se a espessura alveolar em torno das raízes varia em função da inclinação dentária.

Como contribuição clínica deste trabalho consideramos dois aspectos importantes: o primeiro aspecto observado a partir dos resultados foi que no grupo de indivíduos com oclusão normal houve grande amplitude de variação em relação às inclinações dentárias e as respectivas espessuras alveolares relativas às regiões destes dentes, e em não havendo correlação entre estas variáveis podemos especular que há um processo fisiológico compensatório natural que mantém a espessura do osso alveolar que envolve cada dente das arcadas dentárias, superior e inferior, apesar da variação das inclinações radiculares.

O outro aspecto muito importante diz respeito ao conceito da compensação dentária nos indivíduos com deformidades dentofaciais, e em especial no grupo estudado, os indivíduos classe III. A fraca correlação entre as inclinações dentárias e as respectivas espessuras ósseas alveolares neste grupo de indivíduos demonstrou

que, neste tipo de deformidade, a natureza promove a compensação dentária, mantendo, porém, uma quantidade de osso nas regiões vestibular e lingual dos alvéolos dentários na tentativa de manter a integridade do periodonto.

Quando comparamos os dois grupos – oclusão normal e classe III, observamos a partir dos resultados encontrados, que os indivíduos com deformidade dentofacial de classe III apresentam, além de inclinações dentárias compensatórias, espessuras ósseas alveolares menores do que os indivíduos com oclusão normal, nos níveis cervical e apical. Este achado é relevante e tem que ser considerado impreterivelmente não somente no diagnóstico, mas também no planejamento da movimentação dentária, visando a descompensação das inclinações dentárias durante o preparo ortodôntico para a cirurgia ortognática, com o objetivo de evitar a ocorrência de deiscências e fenestrações no osso alveolar.

A realização deste estudo utilizando indivíduos não tratados abre uma perspectiva importante para a sequência desta linha de pesquisa, pois será importante a realização de estudos complementares para avaliar a modificação das espessuras ósseas alveolares decorrentes do movimento ortodôntico de descompensação dentária dos indivíduos com deformidades dentofaciais, comparando-as com os seus níveis iniciais, para assim, estabelecer os limites da movimentação dentária durante o preparo ortodôntico para a cirurgia ortognática, e também verificar se as prescrições dos aparelhos ortodônticos pré-ajustados disponíveis no mercado são adequadas para a correção das inclinações vestibulo-linguais dos dentes, sem causar danos ao periodonto dos indivíduos durante o tratamento ortodôntico.

7 CONCLUSÕES

A análise e discussão dos resultados obtidos no presente estudo permitiram-nos concluir que:

1. Nos indivíduos com oclusão normal, as maiores inclinações foram observadas nos incisivos superiores e inferiores e estes valores foram diminuindo em direção posterior, com exceção das raízes palatinas dos molares superiores. Nos indivíduos com deformidades dentofaciais de classe III, na arcada superior, as maiores inclinações foram observadas nos incisivos, e na arcada inferior, nos caninos. As menores inclinações foram observadas para as raízes vestibulares dos segundos molares superiores e inferiores;
2. Na maxila, os segundos pré-molares, incisivos laterais e os incisivos centrais apresentaram maiores inclinações vestibulares nos indivíduos classe III, enquanto na mandíbula, as inclinações dos segundos molares, primeiros pré-molares e incisivos laterais e incisivos centrais foram, estatisticamente, menores no mesmo grupo em comparação com os indivíduos com oclusão normal;
3. Na maxila, as menores espessuras alveolares foram observadas na região dos caninos e as maiores espessuras ósseas alveolares foram encontradas na região palatina dos incisivos centrais. Na mandíbula, as menores espessuras alveolares foram observadas na face vestibular dos dentes anteriores e as maiores medidas de espessura óssea alveolar foram encontradas na região disto-vestibular do segundo molar. Os dados observados mostram valores menores das medidas avaliadas na altura de 3 mm da junção amelocementária, para ambos grupos estudados.
4. Todas as espessuras médias em 3 mm foram estatisticamente menores nos indivíduos classe III em relação aos indivíduos com

oclusão normal, e a maioria das espessuras avaliadas em 8 mm apresentou menor valor nos indivíduos classe III.

5. Nos indivíduos classe III, foram encontradas maior número de correlações estatisticamente significativas entre inclinação e espessura nos dentes inferiores, mas também há algumas correlações estatisticamente significativas em alguns dentes superiores; nos indivíduos com oclusão normal, foram encontradas poucas correlações estatisticamente significativas entre inclinação e espessura para os dentes superiores e inferiores;
6. Os resultados deste trabalho aceitam a hipótese nula de que diferentes espessuras ósseas alveolares não diminuem com o aumento das inclinações dentárias, em indivíduos com oclusão normal e deformidade dentofacial de classe III, sem histórico de tratamento ortodôntico.

REFERÊNCIAS¹

Al-Jandan BA, Al-Sulaiman AA, Marei HF, Syed FA, Almana M. Thickness of buccal bone in the mandible and its clinical significance in mono-cortical screws placement. A CBCT analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2012.

Almeida CP. Influência da base craniana sobre as dimensões transversais das bases apicais e dos arcos dentários. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2011.

Andrews LF. *Straight Wire - The concept and appliance*. 2 ed. San Diego, Calif.: LA Wells; 1989. 407 p.

Artun J, Krogstad O. Periodontal status of mandibular incisors following excessive proclination. A study in adults with surgically treated mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1987;91(3):225-32.

Ballrick JW, Palomo JM, Ruch E, Amberman BD, Hans MG. Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone-beam computed tomography machine. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;134(4):573-82.

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

Baumgaertel S, Palomo JM, Palomo L, Hans MG. Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;136(1):19-25; discussion -8.

Benninger B, Peterson A, Cook V. Assessing validity of actual tooth height and width from cone beam images of cadavers with subsequent dissection to aid oral surgery. *J Oral Maxillofac Surg*. 2012;70(2):302-6.

Berco M, Rigali PH, Jr., Miner RM, DeLuca S, Anderson NK, Will LA. Accuracy and reliability of linear cephalometric measurements from cone-beam computed tomography scans of a dry human skull. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;136(1):17 e1-9; discussion -8.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

Brandão AS. Avaliação em tomografia computadorizada por feixe cônico da quantidade de tecido ósseo de suporte, vestibular e lingual, dos incisivos centrais superiores e a relação com suas inclinações. São Paulo: Universidade Cidade de São Paulo; 2012.

Braut V, Bornstein MM, Belser U, Buser D. Thickness of the anterior maxillary facial bone wall-a retrospective radiographic study using cone beam computed tomography. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2011;31(2):125-31.

Cattaneo PM, Bloch CB, Calmar D, Hjortshøj M, Melsen B. Comparison between conventional and cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;134(6):798-802.

Cevidanes L, Oliveira AE, Motta A, Phillips C, Burke B, Tyndall D. Head orientation in CBCT-generated cephalograms. *Angle Orthod*. 2009;79(5):971-7.

Cremonini CC, Dumas M, Pannuti CM, Neto JB, Cavalcanti MG, Lima LA. Assessment of linear measurements of bone for implant sites in the presence of metallic artefacts using cone beam computed tomography and multislice computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2011;40(8):845-50.

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*. 2010a;137(1):16 e1-6; discussion -7.

Damstra J, Fourie Z, Ren Y. Simple technique to achieve a natural position of the head for cone beam computed tomography. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2010b;48(3):236-8.

Damstra J, Fourie Z, Huddleston Slater JJ, Ren Y. Reliability and the smallest detectable difference of measurements on 3-dimensional cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;140(3):e107-14.

Davies J, Johnson B, Drage N. Effective doses from cone beam CT investigation of the jaws. *Dentomaxillofac Radiol*. 2012;41(1):30-6.

de Faria Vasconcelos K, Evangelista K, Rodrigues C, Estrela C, de Sousa T, Silva M. Detection of periodontal bone loss using cone beam CT and intraoral radiography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2012;41(1):64-9.

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.

Edwards JG. A study of the anterior portion of the palate as it relates to orthodontic therapy. *Am J Orthod*. 1976;69(3):249-73.

El-Beialy AR, Fayed MS, El-Bialy AM, Mostafa YA. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography measurements: Influence of head orientation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;140(2):157-65.

Engelking G, Zachrisson BU. Effects of incisor repositioning on monkey periodontium after expansion through the cortical plate. *Am J Orthod*. 1982;82(1):23-32.

Enhos S, Uysal T, Yagci A, Veli I, Ucar FI, Ozer T. Dehiscence and fenestration in patients with different vertical growth patterns assessed with cone-beam computed tomography. *Angle Orthod*. 2012 Sep;82(5):868-74.

Farnsworth D, Rossouw PE, Ceen RF, Buschang PH. Cortical bone thickness at common miniscrew implant placement sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;139(4):495-503.

Ferreira MC. Avaliação da espessura das tábuas ósseas alveolar vestibular e lingual dos maxilares, por meio da tomografia computadorizada de feixe cônico (cone beam). São Paulo: Universidade Cidade de São Paulo; 2010.

Fleiss JL. The design and analysis of clinical experiments. New York: Wiley; 1986.

Fuhrmann R. Three-Dimensional Evaluation of Periodontal Remodeling during Orthodontic Treatment. *Semin Orthod*. 2002;8:23-8.

Ganguly R, Ruprecht A, Vincent S, Hellstein J, Timmons S, Qian F. Accuracy of linear measurement in the Galileos cone beam computed tomography under simulated clinical conditions. *Dentomaxillofac Radiol*. 2011;40(5):299-305.

Garcia RM, Claro CAA, Chagas RV, Almeida G. Espessura do processo alveolar da região anterior da maxila e mandíbula em pacientes com discrepância óssea ântero-posterior. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2005;10(5):137-48.

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, Yatabe MS, Ozawa TO, Silva Filho OG. Morfologia alveolar sob a perspectiva da tomografia computadorizada: definindo os limites biológicos para a movimentação dentária. *Dental Press J Orthod*. 2010;15(5):192-205.

Gerlach NL, Meijer GJ, Borstlap WA, Bronkhorst EM, Berge SJ, Maal TJ. Accuracy of bone surface size and cortical layer thickness measurements using cone beam computerized tomography. *Clin Oral Implants Res*. 2012.

Ghassemian M, Nowzari H, Lajolo C, Verdugo F, Pirronti T, D'Addona A. The thickness of facial alveolar bone overlying healthy maxillary anterior teeth. *J Periodontol*. 2012;83(2):187-97.

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, Bongiorno MC, Siciliani G. Computed tomography evaluation of mandibular incisor bony support in untreated patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;138(2):179-87.

Grauer D, Cevidanes LS, Proffit WR. Working with DICOM craniofacial images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;136(3):460-70.

Grauer D, Cevidanes LS, Styner MA, Heulfe I, Harmon ET, Zhu H, et al. . Accuracy and landmark error calculation using cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *Angle Orthod*. 2010;80(2):286-94.

Handelman CS. The anterior alveolus: its importance in limiting orthodontic treatment and its influence on the occurrence of iatrogenic sequelae. *Angle Orthod*. 1996;66(2):95-109; discussion -10.

Hassan B, van der Stelt P, Sanderink G. Accuracy of three-dimensional measurements obtained from cone beam computed tomography surface-rendered images for cephalometric analysis: influence of patient scanning position. *Eur J Orthod*. 2009;31(2):129-34.

Holberg C, Steinhauser S, Geis P, Rudzki-Janson I. Cone-beam computed tomography in orthodontics: benefits and limitations. *J Orofac Orthop*. 2005;66(6):434-44.

Horner KA, Behrents RG, Kim KB, Buschang PH. Cortical bone and ridge thickness of hyperdivergent and hypodivergent adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012;142(2):170-8.

Hu KS, Kang MK, Kim TW, Kim KH, Kim HJ. Relationships between dental roots and surrounding tissues for orthodontic miniscrew installation. *Angle Orthod*. 2009;79(1):37-45.

Ishikawa H, Nakamura S, Iwasaki H, Kitazawa S, Tsukada H, Chu S. Dentoalveolar compensation in negative overjet cases. *Angle Orthod*. 2000;70(2):145-8.

Ishikawa H, Nakamura S, Iwasaki H, Kitazawa S, Tsukada H, Sato Y. Dentoalveolar compensation related to variations in sagittal jaw relationships. *Angle Orthod*. 1999;69(6):534-8.

Ising N, Kim KB, Araujo E, Buschang P. Evaluation of dehiscences using cone beam computed tomography. *Angle Orthod*. 2012;82(1):122-30.

Jacobs SG. Treatment planning in orthodontics and orthognathic surgery: the significance of tooth inclination and dental compensations. *Aust Dent J*. 1991;36(5):349-55.

Janson G, Bombonatti R, Cruz KS, Hassunuma CY, Del Santo M, Jr. Buccolingual inclinations of posterior teeth in subjects with different facial patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004;125(3):316-22.

Januario AL, Duarte WR, Barriviera M, Mesti JC, Araujo MG, Lindhe J. Dimension of the facial bone wall in the anterior maxilla: a cone-beam computed tomography study. *Clin Oral Implants Res*. 2011;22(10):1168-71.

Jin GC, Kim KD, Roh BD, Lee CY, Lee SJ. Buccal bone plate thickness of the Asian people. *J Endod*. 2005;31(6):430-4.

Jin SH, Park JB, Kim N, Park S, Kim K, J., Kim Y, et al. . The thickness of alveolar bone at the maxillary canine and premolar teeth in normal occlusion. *J Periodontal Implant Sci*. 2012;42(5):173-8.

Kapila S, Conley RS, Harrell WE, Jr. The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics. *Dentomaxillofac Radiol*. 2011;40(1):24-34.

Katranji A, Misch K, Wang HL. Cortical bone thickness in dentate and edentulous human cadavers. *J Periodontol*. 2007;78(5):874-8.

Kim Y, Park JU, Kook YA. Alveolar bone loss around incisors in surgical skeletal Class III patients. *Angle Orthod*. 2009;79(4):676-82.

Kirkwood BR, Sterne JAC. *Essential medical statistics*. 2nd ed. ed. Massachusetts, USA: Blackwell Science; 2006.

Kook YA, Kim G, Kim Y. Comparison of alveolar bone loss around incisors in normal occlusion samples and surgical skeletal class III patients. *Angle Orthod*. 2012;82(4):645-52.

Kwong JC, Palomo JM, Landers MA, Figueroa A, Hans MG. Image quality produced by different cone-beam computed tomography settings. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;133(2):317-27.

Lagravere MO, Low C, Flores-Mir C, Chung R, Carey JP, Heo G, et al. . Intraexaminer and interexaminer reliabilities of landmark identification on digitized lateral cephalograms and formatted 3-dimensional cone-beam computerized tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;137(5):598-604.

Larato DC. Alveolar plate fenestrations and dehiscences of the human skull. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1970;29(6):816-9.

Lascaia CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillofac Radiol*. 2004;33(5):291-4.

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 KM, Kim YI, Park SB, Son WS. Alveolar bone loss around lower incisors during surgical orthodontic treatment in mandibular prognathism. *Angle Orthod*. 2012;82(4):637-44.

Leung CC, Palomo L, Griffith R, Hans MG. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for measuring alveolar bone height and detecting bony dehiscences and fenestrations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;137(4 Suppl):S109-19.

Liedke GS, da Silveira HE, da Silveira HL, Dutra V, de Figueiredo JA. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption. *J Endod*. 2009;35(2):233-5.

Lines PA, Steinhauser EW. Diagnosis and treatment planning in surgical orthodontic therapy. *Am J Orthod*. 1974;66(4):378-97.

Lopes PML, Perrella A, Moreira CR, Rino Neto J, Cavalcanti MG. Aplicação de medidas cefalométricas em 3D-TC. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2007;12(4):99-106.

Lund H, Grondahl K, Grondahl HG. Cone beam computed tomography evaluations of marginal alveolar bone before and after orthodontic treatment combined with premolar extractions. *Eur J Oral Sci*. 2012;120(3):201-11.

Lund H, Grondahl K, Grondahl HG. Cone beam computed tomography for assessment of root length and marginal bone level during orthodontic treatment. *Angle Orthod*. 2010;80(3):466-73.

Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2006;35(4):219-26.

Marinho RB. Avaliação em tomografia computadorizada por feixe cônico da quantidade de tecido ósseo de suporte, vestibular e lingual, dos incisivos centrais inferiores e a relação com suas inclinações. São Paulo: Universidade Cidade de São Paulo; 2010.

Masumoto T, Hayashi I, Kawamura A, Tanaka K, Kasai K. Relationships among facial type, buccolingual molar inclination, and cortical bone thickness of the mandible. *Eur J Orthod*. 2001;23(1):15-23.

Menezes CC, Janson G, Massaro CS, Cambiaghi L, Garib DG. Reprodutibilidade das mensurações da espessura das tábuas ósseas na tomografia computadorizada cone-beam utilizando diferentes protocolos de aquisição de imagem. *Dental Press J Orthod*. 2010;15(5):143-9.

Mengel R, Candir M, Shiratori K, Flores-de-Jacoby L. Digital volume tomography in the diagnosis of periodontal defects: an in vitro study on native pig and human mandibles. *J Periodontol*. 2005;76(5):665-73.

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 KA, Yi ES, Sarment DP. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. *J Periodontol*. 2006;77(7):1261-6.

Mitra S, Ravi MS. Evaluation of buccolingual inclination of posterior teeth in different facial patterns using computed tomography. *Indian J Dent Res*. 2011;22(3):376-80.

Mohan R, Singh A, Gundappa M. Three-dimensional imaging in periodontal diagnosis - Utilization of cone beam computed tomography. *J Indian Soc Periodontol*. 2011;15(1):11-7.

Mol A, Balasundaram A. In vitro cone beam computed tomography imaging of periodontal bone. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008;37(6):319-24.

Molen AD. Considerations in the use of cone-beam computed tomography for buccal bone measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;137(4 Suppl):S130-5.

Moreira CR, Sales MA, Lopes PM, Cavalcanti MG. Assessment of linear and angular measurements on three-dimensional cone-beam computed tomographic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009;108(3):430-6.

Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol*. 1998;8(9):1558-64.

Nauert K, Berg R. Evaluation of labio-lingual bony support of lower incisors in orthodontically untreated adults with the help of computed tomography. *J Orofac Orthop*. 1999;60(5):321-34.

Neves FS, Vasconcelos TV, Vaz SL, Freitas DQ, Haiter-Neto F. Evaluation of reconstructed images with different voxel sizes of acquisition in the diagnosis of simulated external root resorption using cone beam computed tomography. *Int Endod J*. 2012;45(3):234-9.

Nowzari H, Molayem S, Chiu CH, Rich SK. Cone beam computed tomographic measurement of maxillary central incisors to determine prevalence of facial alveolar bone width ≥ 2 mm. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2010 May 11. doi: 10.1111/j.1708-8208.2010.00287.x.

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.

Ozdemir F, Tozlu M, Germec-Cakan D. Cortical bone thickness of the alveolar process measured with cone-beam computed tomography in patients with different facial types. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;143(2):190-6.

Ozmeric N, Kostiouchenko I, Hagler G, Frentzen M, Jervoe-Storm PM. Cone-beam computed tomography in assessment of periodontal ligament space: in vitro study on artificial tooth model. *Clin Oral Investig*. 2008;12(3):233-9.

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.

Patcas R, Markic G, Muller L, Ullrich O, Peltomaki T, Kellenberger CJ, et al. . Accuracy of linear intraoral measurements using cone beam CT and multidetector CT: a tale of two CTs. *Dentomaxillofac Radiol*. 2012a;41(8):637-44.

Patcas R, Muller L, Ullrich O, Peltomaki T. Accuracy of cone-beam computed tomography at different resolutions assessed on the bony covering of the mandibular anterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012b;141(1):41-50.

Periago DR, Scarfe WC, Moshiri M, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy and reliability of cone beam CT derived 3-dimensional images constructed using an orthodontic volumetric rendering program. *Angle Orthod.* 2008;78(3):387-95.

Pinsky HM, Dyda S, Pinsky RW, Misch KA, Sarment DP. Accuracy of three-dimensional measurements using cone-beam CT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006;35(6):410-6.

Podesser B, Williams S, Bantleon HP, Imhof H. Quantitation of transverse maxillary dimensions using computed tomography: a methodological and reproducibility study. *Eur J Orthod.* 2004;26(2):209-15.

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.

Proffit WR, Ackerman JL. Diagnosis and treatment planning. Current orthodontic concepts and techniques. St. Louis: Mosby; 1982.

Rino Neto J. Método de registro da posição natural da cabeça para obtenção da radiografia cefalométrica lateral - Considerações e importância do método no diagnóstico ortodôntico-cirúrgico. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2003;8(3):61-71.

Rino Neto J, Accorsi MAO, Paiva JB, Farias BUL, Cavalcanti MG. Aplicações da Tomografia Computadorizada em Ortodontia: "O Estado da Arte". *Rev Clin Ortod Dental Press.* 2010;9(1):72-84.

Rino Neto J, Accorsi MAO, Ribeiro ANC, Paiva JB, Cavalcanti MG. Imagens craniofaciais em Ortodontia: O estágio atual de desenvolvimento da documentação ortodôntica tridimensional. *OrtodontiaSPO.* 2006;39(2):144-54.

Rino Neto J, Bengtson B. Protocolo de diagnóstico e planejamento 3D em Ortodontia e Ortopedia Facial. In: Accorsi MAO, Velasco L, editors. *Diagnóstico 3D em Ortodontia: a tomografia cone-beam aplicada.* 1a edição ed. Nova Odessa 2011. p. 362p.

Rino Neto J, Bengtson B. Protocolo de diagnóstico e planejamento 3D em Ortodontia e Ortopedia Facial. In: Accorsi MAO, Velasco L, editors. Diagnóstico 3D em Ortodontia: a tomografia cone-beam aplicada. 1a ed. Nova Odessa; 2011. p. 362p.

Rocha JET. Avaliação tomográfica computadorizada da espessura do osso cortical na maxila e mandíbula para ancoragem esquelética. Marília: Universidade de Marília; 2007.

Sarikaya S, Haydar B, Ciger S, Ariyurek M. Changes in alveolar bone thickness due to retraction of anterior teeth. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2002;122(1):15-26.

Schlicher W, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Hatcher DC, Miller AJ. Consistency and precision of landmark identification in three-dimensional cone beam computed tomography scans. Eur J Orthod. 2012;34(3):263-75.

Sheikhi M, Ghorbanizadeh S, Abdinian M, Goroohi H, Badrian H. Accuracy of linear measurements of galileos cone beam computed tomography in normal and different head positions. Int J Dent. 2012;2012:214954.

Sherrard JF, Rossouw PE, Benson BW, Carrillo R, Buschang PH. Accuracy and reliability of tooth and root lengths measured on cone-beam computed tomographs. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2010;137(4 Suppl):S100-8.

Shewinvanakitkul W, Hans MG, Narendran S, Martin Palomo J. Measuring buccolingual inclination of mandibular canines and first molars using CBCT. Orthod Craniofac Res. 2011;14(3):168-74.

Silva SU. Análise tomográfica quantitativa linear de espessuras ósseas alveolares com vistas ao diagnóstico em Ortodontia - proposta de método. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2012.

Solow B. The dentoalveolar compensatory mechanism: background and clinical implications. Br J Orthod. 1980;7(3):145-61.

Solow B, Tallgren A. Dentoalveolar morphology in relation to craniocervical posture. Angle Orthod. 1977;47(3):157-64.

Sperry TP, Speidel TM, Isaacson RJ, Worms FW. The role of dental compensations in the orthodontic treatment of mandibular prognathism. Angle Orthod. 1977;47(4):293-9.

Sun Z, Smith T, Kortam S, Kim DG, Tee BC, Fields H. Effect of bone thickness on alveolar bone-height measurements from cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;139(2):e117-27.

Swasty D, Lee JS, Huang JC, Maki K, Gansky SA, Hatcher D, et al. . Anthropometric analysis of the human mandibular cortical bone as assessed by cone-beam computed tomography. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009;67(3):491-500.

Ten Hoeve A, Mulie RM. The effect of antero-postero incisor repositioning on the palatal cortex as studied with laminagraphy. *J Clin Orthod*. 1976;10(11):804-22.

Thilander B, Nyman S, Karring T, Magnusson I. Bone regeneration in alveolar bone dehiscences related to orthodontic tooth movements. *Eur J Orthod*. 1983;5(2):105-14.

Timock AM, Cook V, McDonald T, Leo MC, Crowe J, Benninger BL, et al. . Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;140(5):734-44.

Tomasi C, Bressan E, Corazza B, Mazzoleni S, Stellini E, Lith A. Reliability and reproducibility of linear mandible measurements with the use of a cone-beam computed tomography and two object inclinations. *Dentomaxillofac Radiol*. 2011;40(4):244-50.

Tong H, Enciso R, Van Elslande D, Major PW, Sameshima GT. A new method to measure mesiodistal angulation and faciolingual inclination of each whole tooth with volumetric cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012a;142(1):133-43.

Tong H, Kwon D, Shi J, Sakai N, Enciso R, Sameshima GT. Mesiodistal angulation and faciolingual inclination of each whole tooth in 3-dimensional space in patients with near-normal occlusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012b;141(5):604-17.

Torres MGG, Campos PSF, Segundo NPN, Ribeiro M, Navarro M, Crusoé-Rebello I. Avaliação de doses referenciais obtidas com exames de tomografia computadorizada de feixe cônico adquiridos com diferentes tamanhos de voxel. *Dental Press J Orthod*. 2010;15(5):42-3.

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.

Vandenberghe B, Jacobs R, Yang J. Detection of periodontal bone loss using digital intraoral and cone beam computed tomography images: an in vitro assessment of bony and/or infrabony defects. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008;37(5):252-60.

Vera C, De Kok IJ, Reinhold D, Limpiphipatanakorn P, Yap AK, Tyndall D, et al. . Evaluation of buccal alveolar bone dimension of maxillary anterior and premolar teeth: a cone beam computed tomography investigation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012;27(6):1514-9.

Veyre-Goulet S, Fortin T, Thierry A. Accuracy of linear measurement provided by cone beam computed tomography to assess bone quantity in the posterior maxilla: a human cadaver study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2008;10(4):226-30.

Waltrick KB, Nunes de Abreu Junior MJ, Corrêa M, Zastrow MD, Dutra VD. Accuracy of linear measurements and visibility of the mandibular canal of cone-beam computed tomography images with different voxel sizes: an in vitro study. *J Periodontol.* 2013 Jan;84(1):68-77. doi: 10.1902/jop.2012.110524. Epub 2012 Mar 5.

Yagci A, Veli I, Uysal T, Ucar FI, Ozer T, Enhos S. Dehiscence and fenestration in skeletal Class I, II, and III malocclusions assessed with cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2012;82(1):67-74.

Yamada C, Kitai N, Kakimoto N, Murakami S, Furukawa S, Takada K. Spatial relationships between the mandibular central incisor and associated alveolar bone in adults with mandibular prognathism. *Angle Orthod.* 2007;77(5):766-72.

Ye N, Jian F, Xue J, Wang S, Liao L, Huang W, et al. . Accuracy of in-vitro tooth volumetric measurements from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;142(6):879-87.

Yu Q, Pan XG, Ji GP, Shen G. The association between lower incisal inclination and morphology of the supporting alveolar bone--a cone-beam CT study. *Int J Oral Sci.* 2009;1(4):217-23.