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

CAROLINA CARMO DE MENEZES

Relação entre o movimento ortodôntico vestibular dos incisivos inferiores e características do osso alveolar vestibular e lingual: avaliação por meio da tomografia computadorizada *cone-beam*

**BAURU
2014**

CAROLINA CARMO DE MENEZES

Relação entre o movimento ortodôntico vestibular dos incisivos inferiores e características do osso alveolar vestibular e lingual: avaliação por meio da tomografia computadorizada *cone-beam*

Tese apresentada a Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas Aplicadas, na área de concentração Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Janson

Co-Orientadora: Prof^a Dr^a Daniela Gamba Garib Carreira

Versão Corrigida

**BAURU
2014**

Menezes, Carolina Carmo de

M524r Relação entre o movimento ortodôntico vestibular dos incisivos inferiores e características do osso alveolar vestibular e lingual: avaliação por meio da tomografia computadorizada *cone-beam*. / Carolina Carmo de Menezes – Bauru, 2014.

170 p. : il. ; 30 cm.

Tese. (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Janson

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

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

Assinatura:

Comitê de Ética da FOB-USP
Número 087/2010
Data: 29/09/2010

DADOS CURRICULARES

Carolina Carmo de Menezes

Nascimento	29 de junho de 1987 Fronteira - MG
Filiação	Ricardo Dias de Menezes Maria Aparecida Carmo de Menezes
2005 – 2008	Curso de Graduação em Odontologia pela Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo – FOB/USP
2009 – 2011	Curso de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas Aplicadas, na área de concentração Ortodontia, em nível de Mestrado, pela Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
2009 – 2012	Especialização em Ortodontia pela UNINGÁ - Bauru – SP
2011 – 2014	Curso de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas Aplicadas, na área de concentração Ortodontia, em nível de Doutorado, pela Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

Dedico este trabalho...

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

Agradeço a Deus...

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

Agradeço especialmente...

Ao meu pai Ricardo, que partiu, mas deixou recordações jamais esquecidas. Sua alegria de viver, seu exemplo de vida nos mostrou como devemos ser uns com os outros... Obrigada por todos os momentos ao meu lado e por continuar me olhando e abençoando de onde o senhor estiver. Saudades eternas...

"ouvi dizer que os anjos moram ao lado de Deus"...

À minha mãe Maria do Carmo, por ter tido perseverança e coragem quando a vida A transformou em pai e mãe ao mesmo tempo, com três crianças pequenas. Nunca poupou esforços e sempre conseguiu com que meus sonhos e das minhas irmãs pudessem se tornar realidade. Obrigada por sempre estar ao meu lado e por me ensinar a superar as dificuldades. A senhora sempre será minha base, minha fonte de inspiração e o meu orgulho. Meu amor não tem limites, obrigada por me amar e ensinar-me tudo.

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

À Camila, sempre ao meu lado, me dando conselhos e orientações e por ser tão especial. Obrigada por me dar a maior alegria da minha vida, o meu sobrinho e afilhado.

À Larissa, que leva alegria por onde passa, sempre carinhosa e preocupada com todos, nunca deixara de ser nossa pequena.

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

Amo muito vocês!!!

Ao meu namorado Saulo, por me fazer uma pessoa melhor a cada dia, seu carinho e seu amor foram fundamentais nesta conquista. Te amo.

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

Aos meus avós Agostinha e Juvenal (in memoriam), pelos inúmeros conselhos, pelas preocupações e pelas orações a mim dirigidas.

Aos meus tios e primos, por me mostrarem que quando se tem uma família unida não há nada do que temer. Quero que saibam que o apoio de vocês foi imprescindível para todas as minhas conquistas.

Ao Daniel Salgueiro e à Fernanda, por toda amizade a mim dirigida e pela confiança no meu trabalho. Saiba que eu os admiro muito como pessoas e profissionais. Obrigada por tudo. Sempre os levarei no meu coração!

À Camila e ao Lucas pela oportunidade de fazer parte da “equipe de tomo”, equipe esta que me presenteou com duas amizades que sempre recordarei com muito carinho!

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

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

Aos amigos, professores e coordenadores do programa de especialização e mestrado da UNIARARAS...

Por me receberem da melhor forma possível, e por permitirem que eu acompanhasse um pouco de todo o grandioso trabalho que vocês desenvolvem, sempre com companheirismo, atenção e amizade. Muito Obrigada!

Agradeço especialmente...

Ao meu orientador Prof. Dr. Guilherme Janson

Por confiar em mim e no meu trabalho.

Por me transformar em pesquisadora, por me mostrar que eu posso fazer melhor sempre. Agradeço também por ter me ensinado que tudo o que precisamos nessa vida se chama: Determinação!

À minha co-orientadora Prof^a Dr^a Daniela Garib

Obrigada pela imensa ajuda durante a realização da minha pós-graduação. Obrigada por estar sempre disposta a me ajudar. O meu infinito agradecimento sempre será pela brilhante pessoa que a senhora é, e por fazer parte da minha vida. Tenho certeza que fui abençoada por poder aprender e conviver esses anos com a senhora e posso dizer que, minha admiração a cada dia aumentava e hoje é imensurável. E na minha vida, não apenas profissional, mas pessoal, sempre vou me espelhar no seu exemplo de pessoa. Deixo aqui meu ETERNO agradecimento!

Agradeço ...

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

Prof. Dr. Marcos Roberto de Freitas

Prof. Dr. José Fernando Castanha Henriques

Prof. Dr. Arnaldo Pinzan

Prof. Dr. Renato Rodrigues de Almeida.

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

Agradeço especialmente...

Aos meus amigos de Doutorado:

Daniel, Juliana, Francyle, Manoela, Marcos, Patrícia, Roberto Bombonatti, Roberto Grec e Suelen.

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

Agradeço...

Aos amigos do Doutorado “Antigo”

Sem os quais eu não teria passado na prova do mestrado. Obrigada pelos ensinamentos quando eu não sabia o que era Ortodontia e por toda disponibilidade que tiveram comigo no início da minha caminhada. Serei eternamente grata a todos vocês! Muito obrigada!

Aos amigos do Doutorado “Novo” e Mestrado

Por todo o carinho demonstrado e dedicado a mim. Obrigada! Em especial gostaria de agradecer a Dani Pupulín por ser tão querida e pelos momentos descontraídos que passamos e a Marília por toda ajuda com as tomografias no início dos trabalhos e por toda a amizade que foi crescendo com o passar do tempo.

Agradeço também...

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

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

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

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

À FAPESP, pela concessão da bolsa de estudos.

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

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

RESUMO

Introdução: O objetivo principal desta pesquisa foi avaliar as características do osso alveolar vestibular e lingual, na região ântero-inferior, em pacientes que realizaram tratamento ortodôntico corretivo não cirúrgico da má oclusão de Classe II. **Material e Métodos:** A amostra foi constituída de 32 pacientes divididos de acordo com a inclinação vestibular dos incisivos inferiores em dois grupos: Grupo Experimental – que protruíram ou inclinaram os incisivos para vestibular em 1,5 mm e/ou 10° ou mais e Grupo Controle – que protruíram ou inclinaram os incisivos para vestibular menos de 1,5 mm e/ou 10°. Estes grupos foram compatibilizados de acordo com a idade, sexo e padrão facial. O nível da crista óssea alveolar vestibular e lingual, a espessura da tábuia óssea vestibular e lingual na metade e no ápice radicular, assim como a presença ou ausência de deiscências e fenestrações foram avaliados nos cortes parassagitais em imagens de tomografia computadorizada *cone-beam*, realizadas após um ano da remoção do aparelho fixo, na região dos seis dentes anteriores inferiores. A comparação intergrupos foi realizada por meio do teste t e o teste de Mann-Whitney para as avaliações quantitativas e pelo teste Exato de Fisher para as avaliações qualitativas ($p < 0,05$). Verificou-se a correlação entre as medidas quantitativas e a quantidade de protrusão/inclinação vestibular dos incisivos inferiores por meio dos testes de Pearson e de Spearman. **Resultados:** O grupo experimental demonstrou espessura da tábuia óssea vestibular no nível apical maior para os incisivos centrais, e espessura da tábuia óssea lingual no nível apical menor para os incisivos centrais, laterais e caninos, em relação ao grupo controle. Maior número de deiscências na lingual dos incisivos centrais e fenestrações na vestibular dos incisivos laterais foi encontrado para o grupo experimental em comparação ao grupo controle. No nível apical dos incisivos centrais e caninos, quanto maior a quantidade de inclinação vestibular e protrusão dos incisivos inferiores durante o tratamento, menor espessura da tábuia óssea lingual e maior espessura da tábuia óssea vestibular. **Conclusões:** O grau de protrusão dos incisivos inferiores apresentou influência sobre a espessura da tábuia óssea ao nível do ápice radicular dos dentes anteriores. Somente deiscências linguais e fenestrações ósseas vestibulares foram observadas com mais frequência no grupo tratado com significativa protrusão dos incisivos.

Palavras-chave: Movimentação Dentária; Periodonto e Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.

ABSTRACT

"Labial movement of the mandibular incisors and tomographic characteristics of the labial and lingual alveolar bone"

The aim of this study was to assess the morphology of the mandibular incisors labial and lingual alveolar bone in patients who underwent Class II nonsurgical orthodontic treatment. The sample comprised 32 patients who were divided into two groups according to the amount of labial protrusion of the mandibular incisors: the experimental group (EG) - which protruded or labially tipped the incisors 1.5 mm and/or 10° or more; and the control group (CG) - which protruded or labially tipped the incisors less than 1.5 mm and/or 10°. These groups were matched according to age, sex and facial pattern. Measurements of the vertical alveolar bone level and alveolar bone thickness of the labial and lingual plate, as well as the presence and absence of dehiscences and fenestrations were evaluated in cone-beam computed tomography cross-sectional images of the six mandibular anterior teeth, taken one year after appliance removal. Intergroup comparisons were performed using Mann-Whitney and t tests for quantitative assessments and Fisher Exact Test for qualitative assessments. Correlation between quantitative measures and the amount of protrusion/labial inclination of the mandibular incisors was evaluated with Pearson and Spearman tests. The experimental group showed significant greater thickness of the apical buccal bone plate of the central incisors and smaller thickness of the apical lingual bone plate of the central incisors, lateral incisors and canines. Greater number of lingual dehiscences in the central incisors and labial fenestrations in the lateral incisors was found for the experimental group. At the apical level of the central incisors and canines, the greater the amount of labial inclination and protrusion of the mandibular incisors during treatment, the smaller was the lingual bone plate thickness and greater was the thickness of the labial bone plate. The protrusion degree of the mandibular incisors influenced the apical bone plate thickness of the anterior teeth. Only lingual dehiscences and labial bone fenestrations were more frequently observed in the group treated with significant protrusion of the incisors.

Keywords: Tooth Movement; Periodontium and Cone-Beam Computed Tomography.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Esquema do procedimento de tomada das imagens tomográficas, no aparelho de tomografia computadorizada cone-beam (SCARFE, W. C.; FARMAN; SUKOVIC, 2006). 48
- Figura 2 - Cortes axiais da região dos dentes posteriores superiores do lado direito: antes da expansão (lado esquerdo) e após a expansão (lado direito). Note que a espessura da tábua óssea vestibular foi reduzida após a expansão, enquanto a tábua óssea lingual aumentou de espessura. Nos softwares específicos para tomografia computadorizada, a mensuração da espessura da tábua óssea é realizada da maneira digital, com precisão de décimos de milímetros (GARIB, D. G. et al., 2006). 51
- Figura 3 - Mensuração das tábuas ósseas vestibular e lingual na maxila, em cortes axiais de tomografia computadorizada cone-beam 3mm apicalmente à junção amelocementária (Fonte: Ferreira, 2010 (FERREIRA, 2010)). 52
- Figura 4 - Esquema do traçado cefalométricos realizado no software Dolphin (Dolphin Imaging Sciences, Chatsworth, Calif, EUA). 67
- Figura 5 - Obtenção das linhas e planos 70
- Figura 6 - Orientação no software Dolphin durante a seleção dos cortes parassagittais de cada elemento dentário, passando exatamente do centro do longo eixo de cada dente ântero-inferior. 73
- Figura 7 - Confirmação do posicionamento do corte parassagittal no centro do longo eixo de cada dente ântero-inferior na imagem axial da reformatação multiplanar – quadrante inferior esquerdo. 75
- Figura 8 - Corte parassagittal selecionado para realizar as mensurações tomográficas. 75
- Figura 9 - Linhas perpendiculares ao longo eixo do dente, tangenciando o ápice radicular, uma voltada para vestibular e a outra para lingual. 77
-
-

Figura 10 - Linhas perpendiculares ao longo eixo de cada dente foram formadas passando pela junção cimentoesmalte vestibular e lingual e pela crista óssea vestibular e lingual.	79
Figura 11 - Nível da crista óssea alveolar vestibular e lingual: distância entre a crista óssea alveolar vestibular e lingual até a junção cimentoesmalte vestibular e lingual, paralelo ao longo eixo do dente (NCOV= 1,8 mm e NCOL= 1,5 mm).	81
Figura 12 - Espessura da tábua óssea vestibular e lingual na metade do comprimento radicular, perpendicularmente ao longo eixo do dente (ETV=0,3 mm e ETL=0,4 mm).	83
Figura 13 - Espessura da tábua óssea vestibular e lingual no ápice radicular perpendicularmente ao longo eixo do dente (ETVa= 4,4 mm e ETLa= 3,2 mm).	85
Figura 14 - Pontos referenciais (A) e mensurações (B) utilizadas neste estudo.	85
Figura 15 - A: Deiscência Vestibular e B: Fenestração no terço médio radicular na face vestibular.	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Resultado para o cálculo do tamanho da amostra para a diferença entre duas médias e o poder do teste de 80%.	65
Tabela 2 -	Definições dos pontos de referências e mensurações utilizados neste estudo (KIM; PARK; KOOK, 2009; LEE et al., 2012).	87
Tabela 3 -	Apresentação dos resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis estudadas para o Grupo Experimental.	98
Tabela 4 -	Apresentação dos resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis estudadas para o Grupo Controle..	99
Tabela 5 -	Apresentação dos resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis estudadas.	100
Tabela 6 -	Resultados do teste t pareado e da fórmula de Dahlberg (DAHLBERG, 1940), aplicadas às variáveis cefalométricas – FMA, IMPA e 1-NB e às variáveis tomográficas – nível da crista óssea alveolar vestibular e lingual e espessura das tábuas óssea vestibular e lingual na metade e no ápice radicular.	101
Tabela 7 -	Compatibilidade entre os grupos GE e GC, para as variáveis: gênero (teste Exato de Fisher), idade ao final do tratamento e padrão facial - FMA (teste t).	102
Tabela 8 -	Comparação intergrupos para as mudanças na posição dos incisivos inferiores do início para o final do tratamento (teste t).	102
Tabela 9 -	Comparação intergrupos para as mensurações do osso alveolar (testes de Mann-Whitney e teste t).	103
Tabela 10-	Resultados da análise comparativa entre os grupos E e C quanto a presença ou ausência de deiscências e fenestrações realizada pelo teste Exato de Fisher.	104
Tabela 11-	Correlação entre as variáveis tomográficas e a protrusão dos incisivos inferiores durante o tratamento, avaliada pela diferença da grandeza 1-NB do final para o início do tratamento (teste de Pearson e Spearman).	105

Tabela 12- Correlação entre as variáveis tomográficas e a protrusão dos incisivos inferiores durante o tratamento, avaliada pela diferença da grandeza IMPA do final para o início do tratamento (teste de Pearson e Spearman).

106

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REVISÃO DA LITERATURA	25
2.1	Considerações sobre as estruturas periodontais	27
2.1.1	Morfologia das tábuas ósseas vestibular e lingual na mandíbula.	28
2.2	Reações teciduais na movimentação dentária.	32
2.3	Repercussões periodontais do Movimento Ortodôntico.	35
2.3.1	Repercussões periodontais do movimento dentário Vestibulolingual dos Incisivos Inferiores	37
2.3.1.1	Repercussões periodontais do movimento dentário Vestibulolingual dos Incisivos Inferiores – Recessões Gengivais.	39
2.3.1.2	Repercussões periodontais do movimento dentário Vestibulolingual dos Incisivos Inferiores – Defeitos Ósseos Alveolares.	43
2.4	A utilização da Tomografia Computadorizada <i>Cone-Beam</i>	46
2.4.1	Utilização da tomografia computadorizada para avaliação das tábuas ósseas alveolares	49
3	PROPOSIÇÃO	59
4	MATERIAL E MÉTODOS	63
4.1	Cálculo Amostral	65
4.2	Material	65
4.3	Métodos	67
4.3.1	Avaliação cefalométrica	67
4.3.1.1	Desenho Anatômico, Demarcação dos pontos cefalométricos e Definição das linhas e planos.	69
4.3.1.2	Definição das grandezas cefalométricas	70
4.3.2	O exame de tomografia computadorizada <i>cone-beam</i>	71
4.3.3	Avaliação das imagens da tomografia computadorizada <i>cone-beam</i> – Análises Quantitativas e Qualitativas	71

4.3.3.1	Processamento e reformatação das imagens	71
4.3.3.2	Padronização e seleção das imagens de tomografia computadorizada <i>cone-beam</i>	73
4.3.3.3	Mensurações das Imagens – Análise Quantitativa	77
4.3.3.4	Avaliação qualitativa das Imagens	89
4.3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA	91
4.3.4.1	Erro do método	91
4.3.4.2	Teste de normalidade	91
4.3.4.3	Compatibilidade entre os grupos	92
4.3.4.4	Análise estatística entre os grupos	92
5	RESULTADOS	95
5.1	Teste de normalidade	98
5.2	Erro Intraexaminador	101
5.3	Compatibilidade entre os grupos da amostra	102
5.4	Análise estatística entre os grupos GE e GC	102
5.5	Análises de correlação	105
6	DISCUSSÃO	107
6.1	AMOSTRA	109
6.1.1	A divisão dos grupos	111
6.2	METODOLOGIA	113
6.2.1	Avaliação cefalométrica	113
6.2.2	O exame de tomografia computadorizada <i>cone-beam</i>	115
6.2.2.1	Padronização, seleção e mensurações das imagens de tomografia computadorizada <i>cone-beam</i>	118
6.2.3	Precisão da metodologia	122
6.3	RESULTADOS	123
6.3.1	Compatibilidade entre os grupos da amostra	123
6.3.2	Resultados das comparações entre os Grupos Experimental e Controle	125
6.3.2.1	Avaliação Quantitativa	125
6.3.2.1.1	Níveis da Crista Óssea Alveolar	125

6.3.2.1.2	Espessura da Tábua Óssea Alveolar	131
6.3.2.2	Avaliação Qualitativa – Deiscências e Fenestrações	135
6.3.3	Resultados das correlações entre a protrusão/inclinação vestibular dos incisivos inferiores e as características alveolares	137
6.3.4	Considerações Clínicas e Futuros Trabalhos	139
7	CONCLUSÕES	141
	REFERÊNCIAS	145
	ANEXOS	165

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O tratamento ortodôntico visa alcançar ótimos resultados estéticos e oclusais, associados com a preservação das estruturas dentárias e periodontais (CHANG et al., 2012; JANSON, G. et al., 2003). A posição e o movimento dos incisivos inferiores desempenham um papel importante no planejamento do tratamento e diagnóstico ortodôntico (WEHRBEIN; BAUER; DIEDRICH, 1996; YARED; ZENOBIO; PACHECO, 2006). Algumas vezes movimentos extensos dos incisivos são necessários para alcançar a meta do tratamento individual (WEHRBEIN; BAUER; DIEDRICH, 1996). A reação tecidual durante o movimento ortodôntico do dente implica na transformação completa (reabsorção e aposição) da arquitetura óssea fisiológica (OPPENHEIM, 1945), o volume reduzido do osso alveolar, por vezes com espessura mínima, é um fator complicador para o tratamento ortodôntico (HANDELMAN, C.S., 1996). E desafiar essas fronteiras pode redundar em efeitos colaterais iatrogênicos para o periodonto de sustentação e proteção (GARIB, D. G.; et al., 2010).

Estudos anteriores verificaram que os movimentos dentários que tendem a descentralizar os dentes do rebordo alveolar representam os movimentos mais críticos para o desenvolvimento de defeitos alveolares (FUHRMANN, R., 1996b, 2002; WEHRBEIN; BAUER; DIEDRICH, 1996). A falta da tábua alveolar vestibular ou lingual, que resulta na exposição da superfície radicular cervical e afeta o osso marginal, representa um defeito alveolar chamado deiscência. Quando, porém, ainda há algum osso na região cervical, o defeito é chamado fenestração (LINGHE; KARRING; ARAÚJO, 2003). O movimento dentário vestibulolingual é fortemente associado com o desenvolvimento de deiscências ósseas (ARI-DEMIRKAYA; ILHAN, 2008; ARTUN; GROBET, 2001; ARTUN; OSTERBERG; KOKICH, 1986; ENGELKING; ZACHRISSON, 1982; FUHRMANN, R.A.; BUCKER; DIEDRICH, 1995; GRACCO et al., 2009; KIM; PARK; KOOK, 2009; MELSEN, 1999; MULIE, R.T.H., A, 1976; THILANDER et al., 1983; WEHRBEIN; BAUER; DIEDRICH, 1996). Estudos em animais comprovaram que o deslocamento dentário em direção vestibular, mediante forças leves, aumenta a distância entre a junção cimento-esmalte e a crista óssea vestibular (ENGELKING; ZACHRISSON, 1982; STEINER, G.G.;

PEARSON; AINAMO, 1981; THILANDER et al., 1983; WENNSTROM et al., 1987). Conclusões semelhantes foram apresentadas em estudos conduzidos em maxilares humanos extraídos em uma autópsia (WEHRBEIN; BAUER; DIEDRICH, 1996; WEHRBEIN; FUHRMANN; DIEDRICH, 1994, 1995). Somados a esses estudos defeitos ósseos vestibulares nos dentes posteriores permanentes podem ser causados tanto pela expansão maxilar rápida (GARIB, D. G. et al., 2006; RUNGCHARASSAENG et al., 2007) quanto pela expansão lenta (FUHRMANN, R., 2002).

Entretanto, o real efeito da inclinação vestibular dos incisivos inferiores na condição periodontal é controverso (RUF; HANSEN; PANCHERZ, 1999). Estudos clínicos constataram o desenvolvimento de recessões gengivais em dentes movimentados natural ou ortodonticamente para vestibular (ANDLIN-SOBOCKI, A; BONDIN, 1993; ANDLIN-SOBOCKI, A.; PERSSON, 1994; ARTUN; GROBETY, 2001; ARTUN; KROGSTAD, 1987). A presença de recessões gengivais também tem sido demonstrada em estudos que avaliam as repercussões das compensações dentárias nos incisivos inferiores no tratamento ortodôntico-cirúrgico da má oclusão de Classe III (ALLAIS; MELSEN, 2003; ARI-DEMIRKAYA; ILHAN, 2008; GRACCO et al., 2009; KIM; PARK; KOOK, 2009; YARED; ZENOBIO; PACHECO, 2006). Todavia, Artun e Grobéty, em 2001, não encontraram a associação do avanço acentuado dos incisivos inferiores e o aumento da altura da coroa clínica em pacientes que realizaram tratamento ortodôntico para correção da má oclusão de Classe II (ARTUN; GROBETY, 2001). Há controvérsias na literatura para a associação positiva do movimento vestibular dos incisivos e a formação de deiscências ósseas nos tratamentos ortodônticos compensatórios pré-cirúrgicos. Alguns autores afirmam que o movimento vestibular dos incisivos no tratamento ortodôntico pré-cirúrgico pode causar perda óssea alveolar (LEE et al., 2012), entretanto, outros autores não encontraram esta associação (KIM; PARK; KOOK, 2009).

As radiografias cefalométricas não são precisas o suficiente para determinar a relação geográfica entre os incisivos inferiores e o osso alveolar circundante da sínfise mandibular (YU et al., 2009). Com a utilização da tomografia computadorizada *cone-beam* na Odontologia ampliou-se ainda mais as evidências concernentes às repercussões da movimentação dentária sobre o osso alveolar vestibular e lingual. Além disso, a introdução da tomografia computadorizada *cone-*

beam permitiu a avaliação da morfologia óssea alveolar (WEINBERG; KOLAR, 2005), sendo essa mais precisa para avaliar a arquitetura e volume ósseo (BERCO et al., 2009) e identificar defeitos alveolares, como deiscências e fenestrações por meio de alta definição e sensibilidade (FUHRMANN, R.A.; BUCKER; DIEDRICH, 1995).

Devido às controvérsias na literatura das repercussões periodontais do movimento ortodôntico vestibular dos incisivos inferiores e sabendo que o movimento e a posição destes dentes desempenham um papel importante no diagnóstico e tratamento ortodôntico (WEHRBEIN; BAUER; DIEDRICH, 1996; YARED; ZENOBIO; PACHECO, 2006), conhecer os limites da protrusão destes dentes (BAYSAL et al., 2013) e repercussões da mecânica ortodôntica corretiva sobre o osso alveolar vestibular e lingual nesta região torna-se imprescindível. Assim, houve a necessidade de realizar um trabalho que avaliasse as características do osso alveolar vestibular e lingual por meio da tomografia computadorizada *cone-beam*, em pacientes com más oclusões de Classe II tratados com protrusão dos incisivos inferiores, comparados a casos onde não se observou movimento vestibular acentuado dos incisivos inferiores durante o tratamento com aparelhos fixos. Conhecer os efeitos colaterais das terapias significa reconhecer os limites da movimentação dentária no intento de preservar as estruturas de suporte dentário em longo prazo (GARIB, D. G.; et al., 2010).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão de literatura deste trabalho contém importantes informações relacionadas às estruturas periodontais e, principalmente, repercussões dos movimentos ortodônticos nestas estruturas. Além disso, neste capítulo são abordados os conceitos da tomografia computadorizada *cone-beam*, importante método de diagnóstico com alta acurácia e reprodutibilidade, que permite a avaliação da região estudada nas três dimensões do espaço e impede a sobreposição de imagens.

2.1 Considerações sobre as estruturas periodontais

As estruturas de proteção e suporte do dente, chamadas de "periodonto", são conhecidas há muito tempo como sendo as seguintes estruturas: gengiva, ligamento periodontal, cemento radicular e osso alveolar a circundar os dentes (LASCALA; MOUSSALLJ, 1980; LINDHE, 2005). O ligamento periodontal é a estrutura de tecido conjuntivo que circunda a raiz unindo-a ao osso (NEWMAN et al., 2012), possui funções físicas, formadora e remodeladora, nutricional e sensorial (NEWMAN et al., 2012). Com relação à função formadora e remodeladora, as células do ligamento periodontal atuam na formação e reabsorção de cemento e osso, que ocorre na movimentação fisiológica do dente; na acomodação do periodonto às forças oclusais, e na reparação de injúrias (NEWMAN et al., 2012). Variações na atividade enzimática celular estão correlacionadas com o processo de remodelação (GIBSON; FULLMER, 1968 apud NEWMAN et al., 2012). O osso alveolar é a porção da maxila e da mandíbula que forma e suporta os alvéolos dentários. Sua formação ocorre quando o dente faz erupção para promover inserção óssea para o ligamento periodontal em formação; porém, se o dente for perdido ele desaparece gradualmente (NEWMAN et al., 2012). A anatomia do osso alveolar pode variar entre os pacientes, as corticais alveolares vestibulares e linguais podem ser afetadas na altura e espessura dependendo do alinhamento dos dentes, da angulação das raízes nos ossos e das forças oclusais (NEWMAN et al., 2012). O

osso alveolar dentre as estruturas periodontais é o menos estável e sua estrutura está em constante mudança, realizada através da remodelação interna regulada por fatores locais e sistêmicos (NEWMAN et al., 2012). Sabe-se que a presença de um sulco gengival raso é muito importante para a homeostasia periodontal marginal, pois desta forma, consegue-se manter a higiene bucal adequada e necessária à saúde periodontal (WAERHAUG, 1978 apud PASSANEZI et al., 2010). Assim, a manifestação das distâncias biológicas (INGBER, 1976) do periodonto marginal é requisito fundamental para a expressão de saúde (PASSANEZI et al., 2010). A anatomia do osso alveolar difere-se de paciente para paciente, com importantes implicações clínicas (GARCIA et al., 2005). A altura e espessura das corticais vestibulares e linguais são afetadas pelo alinhamento dos dentes, angulação das raízes nos ossos e pelas forças oclusais (EDWARDS, 1976; MARTINS et al., 2002; MASUMOTO et al., 2001). A morfologia da tábua óssea alveolar é motivo de incansáveis pesquisas com a finalidade de aprimorar o conhecimento e evitar a ocorrência de iatrogenias periodontais em pacientes ortodônticos (YATABE, 2012).

2.1.1 Morfologia das tábuas ósseas vestibular e lingual na mandíbula.

Conhecer a morfologia alveolar previamente ao início do tratamento ortodôntico constitui um passo importante para a decisão da conduta terapêutica. Neste estudo, as características da tábua óssea vestibular e lingual na região anterior mandibular foram detalhadas conforme descrito na literatura recente.

A espessura da tábua óssea mandibular é muito delgada, com exceção dos segundos e terceiros molares recobertos por uma grossa camada de osso alveolar (GARIB, D. G.; et al., 2010). Ocorre um decréscimo da espessura do rebordo alveolar marcadamente de posterior para anterior (KIM; PARK; KOOK, 2009; SWASTY et al., 2009). A tábua óssea lingual é mais espessa comparada à tábua óssea vestibular, com exceção da região dos incisivos inferiores, delineada por um delgado recobrimento ósseo tanto por vestibular quanto por lingual (FERREIRA, 2010; GARIB, D. G.; et al., 2010). Na região da sínfise mandibular, pode-se encontrar deiscências ósseas previamente ao tratamento ortodôntico, principalmente em pacientes adultos (FUHRMANN, R., 2002). Muitas vezes ocorre uma desproporção entre o diâmetro vestibulolingual dos incisivos inferiores com o diâmetro

do rebordo alveolar (FUHRMANN, R., 2002). Um trabalho recente (SATHAPANA et al., 2013) verificou que não há diferenças para a espessura da cortical alveolar mandibular em relação ao gênero masculino e feminino. Entretanto, foi realizada avaliação apenas da cortical óssea alveolar e não de toda a tábua óssea vestibular e lingual. Swasty et al. (SWASTY et al., 2009) verificaram que a cortical óssea alveolar mandibular para sujeitos de 10 a 19 anos é menor que sujeitos com idades mais avançadas e a espessura aumenta com a idade até os 49 anos e a partir deste período começa a diminuir. Não há evidência na literatura de relação de dependência entre a idade cronológica e espessura total do processo alveolar para pacientes entre 7 e 13 anos (GARCIA et al., 2005), entretanto, para os pacientes adultos em comparação com os pacientes adolescentes há uma maior perda da altura da crista alveolar antes do tratamento ortodôntico ser iniciado (HARRIS; BAKER, 1990). Dentes em posição excêntrica no rebordo alveolar, como incisivos apinhados e caninos em vestibuloversão, representam características de risco para deiscências ósseas e fenestrações (ANDLIN-SOBOCKI, A.; BODIN, 1993).

Nauert e Berg (NAUERT; BERG, 1999), em 1999, avaliaram qualitativa e quantitativamente o suporte ósseo no segmento dos incisivos inferiores em uma amostra de 20 adultos não tratados ortodonticamente, com oclusão normal e sem problemas periodontais, por meio da tomografia computadorizada. O comprimento radicular foi dividido em níveis da junção cimento-esmalte até o ápice radicular, com intervalos de 10% do comprimento radicular. Em cada nível radicular, o suporte ósseo foi mensurado perpendicularmente ao longo eixo do dente tanto na tábua óssea vestibular como na lingual. A presença de deiscências ósseas e fenestrações foram observadas. A inclinação dos incisivos inferiores foi avaliada, assim como, a densidade do tecido ósseo. No 1/10 cervical da raiz nenhum suporte ósseo foi registrado em 80% dos dentes. No segundo 1/10 cervical, o osso pôde ser visto em 35% dos casos. As deiscências ósseas foram maiores por vestibular que por lingual, principalmente nos incisivos laterais. Em 6% dos dentes, um dos terços da superfície radicular não estava coberta por osso, devido a uma fenestração. Uma correlação negativa entre quantidade de suporte ósseo e a inclinação dos incisivos foi encontrada para o terço cervical da raiz. Os resultados deste estudo mostraram que, antes de iniciar o tratamento ortodôntico, uma análise cuidadosa da “condição óssea” é importante na determinação do tipo de biomecânica a ser utilizada.

Em 2007, Yamada et al. (YAMADA et al., 2007) verificaram que a inclinação vestibulolingual dos incisivos centrais inferiores mostrou correlações significativas com as inclinações vestibulolingual do osso alveolar em pacientes adultos Classe III com prognatismo mandibular não tratados. Os resultados indicam que quando um incisivo central é mais inclinado para lingual, o osso alveolar também é mais inclinado para lingual. A sínfise mandibular é mais estreita em pacientes Classe III comparados com pacientes Classe I e Classe II (KIM; PARK; KOOK, 2009; YAMADA et al., 2007). Outros estudos verificaram que o nível do osso alveolar na lingual em pacientes com má oclusão de Classe III é mais distante da junção cimento-esmalte quando comparado com a superfície vestibular (KIM; PARK; KOOK, 2009) e que a distância do ápice radicular com a tábuca óssea vestibular é menor quando comparados com pacientes Classe I (MOLINA-BERLANGA et al., 2013). Existe também correlação significativa entre a inclinação dos incisivos inferiores com a morfologia do osso alveolar para as más oclusões iniciais leves a moderadas (YU et al., 2009). Yu et al. (2009) avaliaram esta região em imagens de tomografia computadorizada *cone-beam* de trinta e oito pacientes e encontraram correlação positiva entre a inclinação dos incisivos centrais inferiores com a morfologia do osso alveolar, onde o ápice deste dente se localizava mais perto da crista alveolar lingual, quando estes dentes estão inclinados para vestibular. Assim, concluíram que a morfologia do osso alveolar pode ser afetada pelo movimento vestibulolingual (YU et al., 2009). Correlação positiva também foi encontrada na literatura para a inclinação dos incisivos inferiores e o osso alveolar para a má oclusão de Classe II (BAYSAL et al., 2013), com diferenças para os pacientes com ângulo do plano mandibular médio (maior inclinação vestibular) quando comparados com pacientes com alto ângulo do plano mandibular (BAYSAL et al., 2013). Kook, Kim e Kim (2012) compararam pacientes com oclusão normal com pacientes com má oclusão de Classe III. Através de avaliações com tomografia computadorizada *cone-beam* verificou-se que existe maior perda óssea vertical nos indivíduos que apresentam má oclusão de Classe III, e a espessura do osso alveolar na região do ápice radicular foi menor para este grupo. Para ambos os grupos, a região dos incisivos inferiores apresenta menor espessura óssea do que os superiores (KOOK; KIM; KIM, 2012). Defeitos ósseos alveolares podem ser encontrados antes do tratamento ortodôntico em pacientes com más oclusões de Classe I e II (EVANGELISTA et al., 2010). Yagci et al. (2012) demonstraram que as fenestrações ocorrem com maior frequência na maxila e as

deiscências ósseas na mandíbula, independentemente da má oclusão apresentada pelo paciente. As deiscências foram mais vistas em todas as más oclusões nos incisivos (YAGCI et al., 2012).

Existe uma relação significativa entre os tipos faciais e a espessura total da sínfise mandibular (GRACCO et al., 2010; TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998). Padrão de crescimento horizontal apresenta um rebordo alveolar mais largo no sentido vestibulolingual comparado ao padrão de crescimento vertical (GARIB, D. G.; et al., 2010; HANDELMAN, C.S., 1996; MULIE, R.M.; HOEVE, 1976). O padrão de crescimento vertical é um fator significativo na morfologia da sínfise alveolar mandibular e no posicionamento dos incisivos, tanto na Classe I como na Classe III (MOLINA-BERLANGA et al., 2013). A diferença entre as espessuras da tábua óssea vestibular e lingual dos braquifacias e dolicofaciais parece restringir-se apenas à região dos ápices dentários (TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998), no terço cervical e médio radicular há semelhança nos distintos padrões faciais (FERREIRA, 2010). Menezes et al. (MENEZES, 2011) demonstraram que há diferenças em diferentes níveis da vestibular na região ântero-inferior, com correlações negativas significantes da espessura da cortical alveolar para o valor do FMA (MENEZES, 2011). Beckmann et al. (BECKMANN et al., 1998) identificaram que os dolicofaciais apresentam o rebordo alveolar e a sínfise mandibular mais estreitos do que os demais tipos faciais, corroborando com o estudo realizado em 2014, no qual estudiosos avaliaram, em TCCB, as características alveolares de sujeitos com diferentes padrões de crescimento craniofacial e verificaram que pacientes com padrão de crescimento vertical apresentam alvéolo anterior mais fino na maxila e em quase todos os sítios da mandíbula em comparação aos demais pacientes e concluíram que sujeitos com padrão vertical pode ter um risco aumentado ao mover os incisivos além do suporte ósseo alveolar, quando submetido a um movimento ântero-posterior desses dentes (SADEK; SABET; HASSAN, 2014). Recente estudo concluiu que os pacientes com padrão de crescimento vertical – hiperdivergente apresentam maiores números de deiscências ósseas comparativamente aos hipodivergentes, porém não há diferenças entre a presença ou ausência de fenestrações e os padrões faciais (ENHOS et al., 2012). Desta forma, nos pacientes com padrão de crescimento horizontal, há menos limitantes morfológicos para a movimentação vestibulolingual dos incisivos inferiores. Contrariamente, os pacientes dolicofaciais apresentam as

maiores restrições nas possibilidades de movimentação dos incisivos inferiores, principalmente no sentido vestibulolingual (GARIB, D. G.; et al., 2010).

A espessura do rebordo alveolar pode definir os limites da movimentação ortodôntica e desafiar essas barreiras pode redundar em efeitos colaterais iatrogênicos para o periodonto de sustentação e proteção (GARIB, D. G.; et al., 2010). A pequena dimensão vestibulolingual do processo alveolar na região dos incisivos inferiores implica uma fina camada de suporte ósseo e assim, quando estes dentes são deslocados ortodonticamente, as vantagens tem de ser ponderadas cautelosamente contra possíveis danos iatrogênicos (NAUERT; BERG, 1999).

2.2 Reações teciduais na movimentação dentária.

Existe um equilíbrio constante e sensível entre as forças oclusais e as estruturas periodontais (NEWMAN et al., 2012). O movimento dentário ortodôntico se torna possível pela aplicação de forças prolongadas, resultando em eventos biológicos na remodelação do osso (reabsorção e aposição óssea fisiológicas) do processo alveolar. A movimentação dentária é controlada por fatores biológicos e mecânicos e caracteriza-se por reações do tecido periodontal em resposta às forças aplicadas. A movimentação ortodôntica depende da capacidade das células periodontais em responder a esses estímulos mecânicos, os quais geram alterações teciduais que, em conjunto com a ativação de mediadores químicos, resultam na remodelação óssea (PROFFIT, 1995; SILVA FILHO; CAPELOZZA FILHO; FERRARI JUNIOR, 1998)

Os dentes submetidos à força ortodôntica irão mover-se na direção em que as forças forem aplicadas, por meio de reabsorção alveolar do lado de pressão e aposição do lado de tensão do ligamento periodontal, concomitantemente com o rearranjo das fibras periodontais (REITAN, 1957 apud ARTUN; GROBETY, 2001). Inicialmente, quando uma força ortodôntica é aplicada a um dente, em primeiro lugar ocorre um estreitamento do ligamento periodontal no lado de pressão, a circulação é impedida causando a degradação de célula e matriz, isto é, hialinização e subseqüentemente inicia-se a reabsorção do osso alveolar (REITAN, 1967 apud MELSEN, 2001). No lado de tensão, uma aposição óssea ocorrerá concomitante até

o ligamento periodontal recuperar sua largura normal (REITAN, 1967 apud MELSEN, 2001). Em outras palavras, o movimento dentário irá ocorrer apenas se o tecido duro em volta do dente puder sofrer colapso adequadamente e construir posteriormente. Esta remodelação requer a presença de células capazes de reabsorver e formar osso (ARAUJO et al., 2001).

O conhecimento desta teoria já está fundamentado na Ortodontia. Entretanto, quais seriam os limites para a movimentação ortodôntica? A espessura do osso alveolar? São algumas questões que ainda permanecem entre os ortodontistas.

Em pacientes tratados ortodonticamente a longo prazo são observados efeitos mínimos de perda em altura nos níveis da crista alveolar (SHARPE et al., 1987). A razão encontrada na literatura é que a posição do dente determina a posição do osso alveolar, quando os dentes erupcionam ou são movimentados, trazem consigo o osso alveolar (PROFFIT, 1995). “O osso segue o movimento do dente” é um axioma básico da Ortodontia e sugere que sempre que ocorrer movimentação ortodôntica, o osso ao redor do alvéolo vai remodelar na mesma medida (REITAN, 1964 apud YAGCI et al., 2012). Os estudos de Reitan confirmam que quando o dente está sujeito a forças adequadas, mantêm-se o suporte ósseo por meio de algum tipo de mecanismo compensatório/adaptativo (REITAN, 1967).

A movimentação dentária pode acontecer com o osso alveolar, mas pode acontecer através dele (BARON, 1975 apud MELSEN, 1999). No primeiro caso, ocorre reabsorção óssea direta, ou seja, do osso da parede óssea alveolar interna no lado de pressão, ao mesmo tempo em que as fibras do ligamento são tencionadas no lado interno oposto, induzindo aposição óssea. Ao mesmo tempo, na direção da força do lado externo do alvéolo, há um mecanismo subperiósteo compensatório para manter a espessura da parede alveolar. Definir exatamente os agentes deste processo não é uma tarefa simples, sabe-se que há a necessidade de forças suaves, uniformemente distribuídas e de natureza cíclica, de modo que haja tempo suficiente para iniciar a ativação celular em todas as áreas, inclusive na parede externa alveolar. Com todos esses cuidados, parece possível o movimento de dentes para além do contorno alveolar (MELSEN, 1999).

Já no segundo caso, em que o movimento dentário ocorre através do osso, o ligamento periodontal no lado de pressão é excessivamente comprimido, desenvolvendo áreas isquêmicas, que geram zonas de hialinização acelular. O dente movimenta somente quando a reabsorção à distância alcança o ligamento periodontal, causando mobilidade, pois não há aposição óssea concomitante no lado de tensão (REITAN, 1967). Nesta situação de desequilíbrio a movimentação dentária pode ocorrer ultrapassando os limites do osso alveolar. Na prática ortodôntica, o objetivo seria produzir o máximo movimento dentário possível seguindo o primeiro caso, porém, determinar o nível ideal das forças aplicadas é um processo complexo (PROFFIT, 1995). As intensidades das forças ortodônticas podem variar de acordo com a espessura da lâmina dura, densidade óssea e espessura da estrutura óssea (CONSOLARO, 2007). A lâmina dura apresenta uma superfície bastante irregular (DALSTRA; CATTANEO; BECKMANN, 2006) e forças classificadas como muito suaves podem resultar em compressão excessiva de superfícies pequenas da parede alveolar (MORAIS, 2012).

Um objetivo comum a todos os ortodontistas é definir uma força que resulta em uma taxa máxima de movimentação dentária com o mínimo de efeitos colaterais iatrogênicos (CATTANEO; DALSTRA; MELSEN, 2009). Para avaliar o que realmente acontece na movimentação ortodôntica há a necessidade de investigar os efeitos de regimes de carga ortodôntica e determinar ponto por ponto o estresse e as distribuições de tensão dentro de todo o periodonto após a aplicação destas forças ortodônticas (CATTANEO; DALSTRA; MELSEN, 2009). Contudo, desenvolver pesquisas que abrangem todos estes detalhes constitui um trabalho árduo. Alguns autores sugerem o método dos elementos finitos e garantem ser uma técnica válida e confiável para o cálculo do estado local de deformação e de carregamento de estruturas complexas (CATTANEO; DALSTRA; MELSEN, 2009), porém, a validade dos resultados deste método é totalmente dependente da capacidade de modelar a complexidade da morfologia dos tecidos e as propriedades dos materiais das estruturas analisadas (CATTANEO; DALSTRA; MELSEN, 2005).

Pode-se observar que o movimento ortodôntico provoca reações teciduais complexas, especula-se que as forças corretamente planejadas fazem com que o movimento do dente ocorra com tecido ósseo alveolar e não além/através dele (BROWN et al., 2009; MELSEN, 1999, 2001). Outros autores sugerem que a

remodelação ocorre sem perda de tecido conjuntivo e osso alveolar, desde que o movimento dentário seja realizado ao longo da arcada dentária e o tecido conjuntivo de proteção seja mantido livre de inflamação (ERICSSON; THILANDER; LINDHE, 1978). É igualmente importante notar que o ambiente local tem uma influência muito importante, periodonto saudável e inflamado reagem de forma diferente (MELSEN, 2001). A reação tecidual gerada por um sistema de forças ortodônticas assemelha-se à de inflamação e se não for mantido estéril, pode conduzir a um equilíbrio negativo e poderão ocorrer colapsos (MELSEN, 2001).

O tratamento ortodôntico é realizado movendo-se os dentes nas posições planejadas, entretanto, movimento dentário eficiente e posição estável não podem ser assegurados sem o apoio adequado de osso alveolar (KOOK; KIM; KIM, 2012). Durante a mecanoterapia ortodôntica, a reabsorção da crista óssea alveolar compromete mais a sustentação do dente que a reabsorção radicular na mesma extensão. Esta afirmação pode ser explicada pela existência de uma maior porcentagem de fibras periodontais no terço coronal da raiz, em relação ao terço apical (LUPI; HANDELMAN; SADOWSKY, 1996). Os objetivos da terapia ortodôntica são estabelecer uma adequada oclusão, melhorar a saúde do periodonto, e melhorar a estética dental e facial (CHANG et al., 2012). Mudanças na aparência externa em relação ao antes e depois do tratamento ortodôntico, tal como o perfil facial e o alinhamento dos dentes, são fáceis de observar (CHANG et al., 2012). Contudo, a reação tecidual durante o movimento ortodôntico do dente que implica na transformação completa da arquitetura óssea fisiológica (OPPENHEIM, 1945) não é de fácil visualização. Assim, conhecer as repercussões periodontais do movimento ortodôntico constitui um fator muito importante no tratamento ortodôntico.

2.3 Repercussões periodontais do Movimento Ortodôntico.

O movimento ortodôntico pode criar defeitos no osso alveolar (GARIB, D. G. et al., 2006; LEUNG et al., 2010; ZACHRISSON, B. U.; ALNAES, 1974) e poucos estudos têm investigado a resposta biomecânica do osso alveolar durante o movimento ortodôntico (CATTANEO; DALSTRA; MELSEN, 2005; MELSEN, 2001;

VERNA; ZAFFE; SICILIANI, 1999). Os estudos anteriores que buscavam avaliar as reações dos tecidos frente ao tratamento ortodôntico focaram na avaliação do ligamento periodontal em modelos animais (CHANG et al., 2012).

Bollen et al. (2008) realizaram uma revisão sistemática relacionada com os efeitos do tratamento ortodôntico na saúde periodontal. Indicaram que há ausência de evidências confiáveis no efeito positivo da terapia ortodôntica sobre o status periodontal. Estudos epidemiológicos com comparações adequadas entre os grupos e acompanhamento do tempo são escassos. A evidência existente sugere uma pequena piora no status periodontal após a terapia ortodôntica. As alegações de que resultados da terapia ortodôntica em geral melhoram a saúde periodontal não podem ser suportadas com evidência controlada (BOLLEN et al., 2008).

Sabe-se que o osso alveolar em torno de um dente é significativamente afetado pela força ortodôntica em modelos animais (MELSEN, 1999; VERNA; DALSTRA; MELSEN, 2000; VERNA; ZAFFE; SICILIANI, 1999). Espera-se o desenvolvimento de deiscências ósseas associado à movimentação dentária em direção ao osso cortical do processo alveolar. Segundo Zachrisson (ZACHRISSON, B U, 1999), estas condições podem ocorrer na região vestibular dos incisivos inferiores quando são protruídos; na região dos pré-molares e molares superiores após a correção das mordidas cruzadas posteriores; e por lingual dos incisivos superiores, após a retração ou torque lingual das raízes vinculadas à compensação de trespasses horizontais anormais.

Alguns autores afirmaram que quando as raízes são deslocadas e movidas para longe do centro do osso alveolar há um risco aumentado de criar e/ou exacerbar defeitos alveolares (FUHRMANN, R., 1996a; WEHRBEIN; BAUER; DIEDRICH, 1996). Estas alterações produzem mudanças mucogengivais, como recessões gengivais (ARTUN; KROGSTAD, 1987; YARED; ZENOBIO; PACHECO, 2006), ou seja, mesmo com o tratamento ortodôntico cuidadosamente planejado e terapia periodontal de suporte, problemas periodontais podem ser observados (KOOK; KIM; KIM, 2012). Dentre estes defeitos alveolares, a deiscência ocorre quando há falta de tábua óssea vestibular ou lingual, que resulta na exposição da superfície radicular cervical e afeta a margem óssea (EVANGELISTA et al., 2010). Enquanto que, quando há algum osso na região cervical, o defeito é chamado de

fenestração (LINGHE; KARRING; ARAÚJO, 2003). A presença desses defeitos ósseos diminui o suporte para os dentes. Sob certas condições, como por exemplo, a inflamação induzida por placa, a falta de suporte ósseo durante a movimentação ortodôntica pode ser prejudicial à saúde dentária e ao periodonto (ARTUN; KROGSTAD, 1987).

Áreas vestibulares de regiões que vestibularizaram os dentes durante o tratamento ortodôntico, pode estar com maior risco de desenvolver recessões gengivais. Tais especulações são reforçadas pela alta frequência de recessões gengivais observada no aspecto vestibular dos dentes proeminentes em pessoas que não receberam tratamento ortodôntico (ARTUN; GROBET, 2001).

Desta forma, alguns movimentos ortodônticos deveriam ser minuciosamente planejados, como por exemplo, a retração ântero-inferior nos casos de biprotrusão ou em tratamentos compensatórios da má oclusão de Classe III, a compensação dentária no Padrão esquelético de Classe II e a descompensação cirúrgica no Padrão esquelético de Classe III, principalmente em pacientes com padrão de crescimento vertical (GARIB, D. G.; et al., 2010). Atualmente, segundo a literatura, a Ortodontia deveria ser muito cautelosa ao planejar movimentos vestibulolinguais dos incisivos inferiores, tanto em tratamentos compensatórios quanto em tratamentos ortodôntico-cirúrgicos (GARIB, D. G.; et al., 2010). As principais repercussões periodontais do movimento dentário vestibulolingual, retratadas na literatura, para os incisivos inferiores, foram abordadas a seguir neste capítulo.

2.3.1 Repercussões periodontais do movimento dentário Vestibulolingual dos Incisivos Inferiores

Movimentos dentários que tendem a descentralizar os dentes do rebordo alveolar constituem os movimentos mais críticos para o desenvolvimento de deiscências ósseas (ANDLIN-SOBOCKI, A.; BODIN, 1993). Com isso, o movimento na direção vestibulolingual representa um maior risco de ultrapassar os limites do rebordo alveolar, e, conseqüentemente, pode-se ocorrer reabsorção das tábuas ósseas livres. Estudos clássicos da literatura reportaram as repercussões do movimento vestibulolingual no periodonto de sustentação e proteção.

Em 1981, Steiner; Pearson; Ainamo (STEINER, G.G.; PEARSON; AINAMO, 1981) avaliaram as alterações periodontais advindas da movimentação vestibular de incisivos (média de 3,05 mm), em macacos. O período experimental foi acompanhado de intenso programa de higiene bucal. Como esperado, constatou-se o desenvolvimento de marcantes deiscências ósseas, acompanhadas por um menor grau de recessão gengival e perda de inserção conjuntiva. Ao analisar as alterações do nível ósseo vestibular, os autores concluíram, ainda, que é possível deslocar um dente fora da sua habitação alveolar. Frequentemente, após o tratamento, fenestrações eram encontradas na superfície vestibular.

Uma vez que a inclinação vestibular excessiva de um dente causa deiscências ósseas e recessões gengivais, Engelking; Zachrisson (ENGELKING; ZACHRISSON, 1982) questionaram se a movimentação ortodôntica para sua posição original poderia reverter esses prejuízos causados ao periodonto. Em um estudo clínico e histológico em macacos, constatou-se que o reposicionamento lingual dos incisivos incitou uma aposição óssea de 2,5 a 3 mm sobre a crista alveolar vestibular em direção coronal. Infelizmente, o periodonto de proteção não respondeu da mesma maneira, visto que a largura da mucosa ceratinizada e o grau de recessão gengival não melhoraram após a movimentação.

Em 1983, Thilander et al. (THILANDER et al., 1983) realizaram outro estudo com a mesma finalidade, porém em cães *beagle*. Movimentaram-se os incisivos do lado direito para vestibular durante cinco meses, resultando na reabsorção de aproximadamente metade da tábua óssea correspondente. Nos próximos cinco meses, esses dentes foram recolocados em suas posições originais, enquanto movimentavam-se os incisivos do lado opostos para vestibular. Durante todo o período do estudo a higiene bucal foi controlada. O movimento do incisivo em direção vestibular causou deiscências em vez de aposição óssea compensatória. No entanto, não se vislumbrou histologicamente nenhuma migração apical do epitélio juncional ou perda de inserção conjuntiva. Contudo, o movimento dentário para sua posição original promoveu a regeneração óssea com total restabelecimento das distâncias biológicas.

Trabalhos mais recentes avaliaram as alterações do movimento vestibulolingual em estudos em humanos, reportando a correlação com as

recessões gengivais ou com a formação de defeitos ósseos alveolares, deiscências e/ou fenestrações, ou mesmo avaliando as características alveolares após este movimento ortodôntico.

2.3.1.1 Repercussões periodontais do movimento dentário Vestibulolingual dos Incisivos Inferiores – Recessões Gengivais.

Um trabalho em humanos foi publicado em 1987 sobre as repercussões periodontais da inclinação dentária ortodôntica para vestibular. Årtun; Krogstad (ARTUN; KROGSTAD, 1987) examinaram longitudinalmente pacientes Classe III submetidos à cirurgia ortognática, em que a descompensação dos incisivos inferiores superou 10°, e os compararam com um grupo onde o preparo ortodôntico pré-cirúrgico alterou minimamente o posicionamento destes dentes. Os incisivos inclinados para vestibular desenvolveram significativamente mais recessão gengival, tanto durante o tratamento quanto num período de três anos após a remoção do aparelho fixo. Entretanto, logo após a remoção do aparelho fixo ocorreram aumentos mínimos na altura da coroa clínica. Ademais, observou-se que quanto mais delgada a sínfise mandibular, maiores as chances de ocorrência de recessões.

A movimentação lingual de um dente com recessão gengival por vestibular parece contribuir positivamente para a correção dessa alteração periodontal de acordo com Andlin-Sobocki; Perssin (ANDLIN-SOBOCKI, A.; PERSSON, 1994). Estes pesquisadores avaliaram os fatores associados à correção espontânea da recessão gengival na região vestibular dos incisivos inferiores. Durante três anos, acompanharam jovens de 6 a 13 anos. Comparando o grupo em que as recessões persistiram com o grupo em que houve a remissão dessa irregularidade, constataram que a menor quantidade de apinhamento ântero-inferior e de discrepância sagital entre as bases apicais, assim como a inclinação dos incisivos para lingual, favoreceram a reversão espontânea das recessões gengivais.

Em 1998, Ruf; Hansen; Pancherz (RUF; HANSEN; PANCHERZ, 1998) avaliaram o desenvolvimento das recessões gengivais em 392 incisivos inferiores de jovens tratados com o aparelho de Herbst (idade média $12,8 \pm 1,4$). Empregaram telerradiografias laterais, modelos de gesso e fotografias intrabucais a fim de quantificar a inclinação vestibular, o comprimento da coroa clínica e a presença de

recessões nos incisivos. Após seis meses do término do tratamento, os incisivos inferiores haviam inclinado em média 8,9° para vestibular, e apenas 3% dos dentes desenvolveram recessões gengivais. Os autores não descartaram a hipótese da inclinação vestibular ter causado deiscências e fenestrações ósseas, porém, concluíram que tal movimento dentário por si só não causa recessões gengivais em adolescentes/jovens.

Årtun e Grobétý (ARTUN; GROBETY, 2001) verificaram se os adolescentes responderiam da mesma maneira que os adultos com relação à correlação entre a inclinação vestibular dos incisivos inferiores e o desenvolvimento de recessões gengivais (ARTUN; KROGSTAD, 1987). Para isso utilizaram uma amostra de pacientes Classe II, em que os incisivos inferiores foram movimentados para vestibular durante o tratamento ortopédico-ortodôntico, e a compararam com um grupo de jovens Classe II tratados sem alteração posicional dos referidos dentes. Os jovens submetidos à inclinação vestibular dos incisivos inferiores exibiram um maior número de dentes com recessão, na ocasião da remoção do aparelho e no controle pós-tratamento, porém, sem diferenças estatisticamente significante com o outro grupo. Os autores concluíram que este tipo de movimento pode ser efetuado em adolescentes com retrusão dos incisivos inferiores, sem aumentar o risco de alterações mucogengivais.

Outros trabalhos avaliaram a presença de 12% de recessões gengivais e aumento da cora clínica de 0,5 mm, significativos clinicamente, após a terapia ortodôntica com inclinação vestibular dos incisivos inferiores, porém, sem diferenças estatísticas ao comparar com o grupo em que os incisivos inferiores não foram inclinados para vestibular. Entretanto, devido à amostra heterogênea e reduzida, e à falta de avaliação clínica direta, os autores ainda recomendam cuidados especiais durante a inclinação vestibular dos incisivos inferiores (DJEU; HAYES; ZAWAIDEH, 2002).

Já em 2002, Martins et al. (MARTINS et al., 2002) compararam clinicamente, cinco anos após a remoção do aparelho fixo, as condições periodontais na face lingual de incisivos inferiores, em jovens tratados com e sem extrações de quatro pré-molares. A quantidade de recessão gengival não diferiu entre os grupos. A profundidade do sulco gengival e a distância entre a crista óssea alveolar e a

margem gengival, constatada diante da sondagem forçada, mostraram-se em média 0,5 mm maior no grupo tratado com extrações quando comparado ao grupo controle.

Com o objetivo de investigar a associação entre o movimento vestibular dos incisivos inferiores e a prevalência e severidade de recessão gengival vestibular, Allais e Melsen (ALLAIS; MELSEN, 2003), em 2003, compararam a quantidade de recessão gengival nos incisivos inferiores, por meio de fotografias intra-orais, de um grupo de pacientes tratados com aparelho ortodôntico fixo e inclinação vestibular dos incisivos inferiores e um grupo controle de pacientes com más oclusões não tratadas. Como resultados, encontraram um número ligeiramente maior de dentes com recessões gengivais no grupo tratado do que no grupo controle, embora não significante. A maior prevalência de recessões gengivais ocorreu nos dentes 32 e 41 nos quais houve diferença estatisticamente significativa da presença de recessões gengivais entre o grupo tratado (maior) e o grupo controle (menor). Segundo os autores, o movimento vestibular dos incisivos inferiores pode ser realizado na maioria dos pacientes sem riscos para o periodonto, na presença de boa higiene oral.

Na busca de identificar parâmetros que pudessem prever recessões gengivais nos incisivos inferiores durante o tratamento ortodôntico, Melsen e Allais (MELSEN; ALLAIS, 2005) (2005) realizaram um estudo com 150 pacientes adultos (idade $33,7 \pm 9,5$ anos) tratados com aparelhos fixos sem extrações dentárias. O trespasse horizontal interincisivos pré-tratamento, o trespasse vertical interincisivos, o apinhamento, a presença de rotação dentária, a relação de caninos, a altura vertical da face e a posição do incisivo inferior em relação à linha A-pogônio e à linha mandibular foram registrados nos modelos de estudo e em radiografias laterais. A recessão gengival na fase pré-tratamento, a espessura de gengiva ceratinizada, o biotipo gengival, a inflamação gengival e o acúmulo visível de placa foram registrados, como também a recessão gengival na fase pós-tratamento. O movimento dos incisivos foi verificado através de mensurações nos modelos pré e pós-tratamento. Os resultados mostraram que não houve aumento significativo na média de recessão gengival durante o tratamento. A prevalência de recessão gengival maior que 0,1 mm aumentou de 21% antes do tratamento para 35% após o tratamento ($p < 0,05$). Apenas 2,8% dos indivíduos desenvolveram uma recessão maior que 2 mm, e 5% das recessões gengivais pré-existent melhoraram. A

presença de recessão ($p<0,001$), biotipo gengival ($p<0,0179$) e inflamação gengival ($p<0,003$) foram identificados como possíveis fatores predisponentes à recessão. Nenhuma das variáveis ortodônticas foi significativamente associada com a recessão. Concluiu-se que, a recessão gengival dos incisivos inferiores não aumentou significativamente durante o tratamento ortodôntico. Após o tratamento, menos de 10% dos indivíduos apresentaram recessão gengival maior que 2 mm, e, no acompanhamento, 5% das recessões gengivais pré-existentes apresentaram melhora. O biotipo gengival fino, visualização de placa e inflamação são fatores predisponentes à recessão gengival.

Em 2006, Yared; Zenobio e Pacheco (YARED; ZENOBIO; PACHECO, 2006) avaliaram o estado periodontal dos incisivos centrais inferiores que foram inclinados para vestibular durante o tratamento ortodôntico, verificando o índice de placa, índice de sangramento gengival, a profundidade de sondagem, nível de inserção e recessões gengivais. De acordo com o ângulo do plano mandibular com o longo eixo dos incisivos inferiores, houve uma protrusão média de $5,85^\circ$. Os autores afirmaram que a inclinação final dos incisivos, muito mais do que a quantidade total de movimento vestibular destes dentes, constitui um fator importante para ser avaliado. A inclinação final maior que 95° junto com uma espessura de gengiva ceratinizada menor que 0,5 mm está diretamente relacionadas com uma maior frequência e severidade de recessões nos incisivos centrais inferiores.

Ari-Demirkaya e Ilhan (ARI-DEMIRKAYA; ILHAN, 2008), em 2008, observaram a associação entre inclinação vestibular dos incisivos inferiores e alterações clínicas periodontais em três grupos de pacientes: pacientes Classe III tratados com cirurgia ortognática; grupo controle 1 - pacientes com diversas má oclusões tratados ortodonticamente sem extrações com aparelhos fixos, e grupo controle 2 - pacientes não tratados sem má oclusão. Mudanças no comprimento da coroa clínica e a presença de recessões gengivais foram verificadas. Ademais, as condições periodontais foram avaliadas segundo o índice de placa; índice de sangramento à sondagem e profundidade de bolsa. Os pacientes cirúrgicos apresentaram piores condições periodontais que os pacientes não tratados. Não houve diferença significativa entre o grupo tratado somente com aparelhos fixos e o grupo controle. Os autores concluíram que não houve nenhuma evidência de que a

descompensação dentária pré-cirúrgica de até 3,5 mm afetaria a condição periodontal em curto prazo.

Como visto atualmente, os trabalhos tem se concentrado na avaliação de recessões gengivais para os pacientes tratados ortodonticamente, como é o caso de Renkema et al. (2013), que avaliaram a prevalência de recessões gengivais em pacientes antes, imediatamente e após 2 e 5 anos do tratamento ortodôntico, tanto da má oclusão de Classe I, como II e III. A prevalência de recessões gengivais aumentou progressivamente após o tratamento ortodôntico. As recessões são mais prevalentes em pacientes idosos do que em pacientes jovens, porém, os riscos de desenvolvimento das recessões foram os mesmos para o gênero feminino e masculino. Nenhuma variável, exceto a idade, no final do tratamento, parece estar associada com o desenvolvimento de recessões gengivais (RENKEMA et al., 2013). Estes autores comentaram que a falta de avaliação dos parâmetros periodontais constitui as limitações do estudo e também sugeriram a necessidade de estudos prospectivos.

2.3.1.2 Repercussões periodontais do movimento dentário Vestibulolingual dos Incisivos Inferiores – Defeitos Ósseos Alveolares.

Wehrbein, Bauer e Diedrich (WEHRBEIN; BAUER; DIEDRICH, 1996), em 1996, avaliaram anatômica e histologicamente a mandíbula removida para autópsia, de uma jovem de 19 anos de idade que se submetia a tratamento ortodôntico corretivo quando faleceu em um acidente. Os incisivos inferiores, que vinham sendo retraídos, exibiram marcantes deiscências ósseas linguais, variando de 2,3 a 6,9 mm. A tábua óssea vestibular também estava reabsorvida, mas em menor magnitude, demonstrando que a aposição óssea compensatória não foi suficiente durante o tratamento. O incisivo lateral direito, girado no início do tratamento, exibiu as maiores perdas óssea. Diante dos achados, os autores sugeriram cautela no movimento de retração em pacientes com sínfise mandibular longa e estreita, e advertiram que o alinhamento de incisivos girados aumenta o potencial para perdas ósseas periodontais.

No mesmo ano, Lupi et al. (LUPU; HANDELMAN; SADOWSKY, 1996) avaliaram radiografias periapicais dos incisivos maxilares e mandibulares pré e pós-

tratamento ortodôntico e verificaram um aumento marcado de reabsorção e perda óssea alveolar durante o curso do tratamento. Entretanto, os autores concluíram que o tratamento ortodôntico de adultos parece estar associado com uma perda iatrogênica clinicamente aceitável em relação aos benefícios estéticos funcionais que ocorrem pelo tratamento.

A incidência de deiscências e fenestrações foi avaliada com tomografia computadorizada médica, em 2002, por Fuhrmann, R. (FUHRMANN, R., 2002) durante e após o tratamento ortodôntico, contudo estes pacientes já apresentavam redução dos tecidos periodontais. Ele exemplificou com um caso clínico onde, logo após o tratamento ortodôntico, os incisivos e caninos inferiores demonstraram extensas deiscências vestibulares. Após três anos de contenção essas deiscências dos caninos e incisivos laterais foram completamente preenchidas por novo osso alveolar, entretanto, para os incisivos centrais inferiores elas persistiram parcialmente. As deiscências e fenestrações foram mais encontradas nos incisivos mandibulares para toda a amostra. Segundo o autor, um cálculo do risco-benefício é necessário para avaliar a situação periodontal inicial, a adaptabilidade dos tecidos duros e moles de recobrimento e a extensão da remodelação osteoblástica para analisar se é permitida a extensão do movimento ortodôntico proposto.

Quando a área de movimento de um dente é limitada, uma força excessiva fará com que o dente toque a cortical externa da tábua alveolar, conduzindo a reabsorção do osso cortical e a exposição da raiz (SARIKAYA et al., 2002). Este modo de movimentação do incisivo leva a perda de osso alveolar e existe discordância sobre a sua capacidade de remodelação e se pode compensar a perda do osso em todos os casos. Por meio de um estudo com tomografia computadorizada *cone-beam*, em 2002, Sarikaya et al. (SARIKAYA et al., 2002) avaliaram as alterações na espessura do osso alveolar vestibular e lingual na região de incisivos, em pacientes com biprotrusão dentoalveolar, tratados com extrações de quatro pré-molares seguidas de retração anterior de 3 mm. Os resultados indicaram uma redução na espessura do osso alveolar lingual em toda extensão radicular, mas principalmente na cervical. Nesta região, dos 19 jovens avaliados, 8 desenvolveram deiscências em pelo menos um incisivo superior, e 11 em pelo menos um incisivo inferior. A tábua óssea vestibular manteve-se inalterada, com uma suave tendência à redução em espessura. Concluiu-se, portanto, que ocorre uma aposição óssea

compensatória por lingual, porém, em menor magnitude que a quantidade de movimentação dentária, podendo redundar em iatrogenias periodontais.

Kim; Park e Kook, em 2009, testaram a hipótese de que não há diferença no nível vertical e na espessura do osso alveolar ao redor dos incisivos centrais superiores e inferiores em pacientes com má oclusão de Classe III esquelética. 20 pacientes realizaram tomografia computadorizada *cone-beam* um mês antes da cirurgia ortognática e as imagens foram avaliadas pelos pesquisadores. A hipótese foi rejeitada, uma vez que a quantidade de perda óssea vertical foi significativamente maior nos incisivos inferiores que foram inclinados para vestibular durante o tratamento ortodôntico do que os incisivos superiores. Uma tábua óssea lingual menos espessa foi observada nos incisivos inferiores comparado aos superiores. Os autores verificaram que o movimento do ápice dos incisivos, principalmente inferiores, pode resultar em movimento fora do osso alveolar. Este movimento excessivo dos dentes durante o tratamento ortodôntico deveria, segundo os autores, ser repensado de acordo com os limites anatômicos e a saúde periodontal, particularmente para os pacientes adultos com má oclusão de Classe III (KIM; PARK; KOOK, 2009).

Também com o intuito de avaliar a perda óssea dos incisivos inferiores em pacientes com prognatismo mandibular, tratados ortodôntico-cirurgicamente, Lee et al. (LEE et al., 2012) realizaram um estudo com uma amostra de 25 pacientes tratados com cirurgia mandibular e tratamento ortodôntico. Cefalogramas lateral e frontal e TCCB dos pacientes foram obtidos nos tempos antes do tratamento (T0), depois do tratamento pré-cirúrgico (T1) e após a cirurgia (T2). Mensurações do nível da crista óssea e espessura da tábua óssea foram avaliadas. Após o tratamento ortodôntico pré-cirúrgico ocorreu redução do nível ósseo alveolar vertical e espessura óssea alveolar das tábuas ósseas vestibular e lingual, mas, não foram deterioradas no tratamento ortodôntico pós-cirúrgico. Assim, estes autores concluíram que com o avanço excessivo dos incisivos inferiores durante o tratamento ortodôntico pré-cirúrgico ocorre perda óssea alveolar em torno destes dentes, portanto, cuidados especiais devem ser considerados em indivíduos com prognatismo mandibular (LEE et al., 2012).

Garlock, em 2012, com o objetivo de avaliar a altura óssea alveolar marginal na região anterior da mandíbula após o tratamento ortodôntico, realizou um estudo com 57 pacientes submetidos aos exames tomográficos pré e pós-tratamento (má oclusão inicial de Classe I e Classe II). Embora tenha ocorrido grande variação, a média de perdas ósseas verticais vestibulares e linguais foram $1,16 \pm 2,26$ mm e $1,33 \pm 2,50$ mm, respectivamente. O autor concluiu que o tratamento ortodôntico provoca alterações na altura do osso alveolar e espessura do osso cortical ao redor dos incisivos inferiores. Contudo, a inclinação dos incisivos não foi correlacionada com as mudanças da altura do osso alveolar (GARLOCK, 2012).

A ocorrência de deiscência e fenestração durante o tratamento ortodôntico depende de vários fatores, tais como a direção do movimento, a frequência e magnitude das forças ortodônticas, e o volume e integridade anatômica dos tecidos de suporte periodontal (WEHRBEIN; BAUER; DIEDRICH, 1996). Para evitar estes problemas, a morfologia alveolar deve ser avaliada antes do tratamento ortodôntico em muitos casos, através de imagem, que mostra topografia óssea e anatomia. Atualmente, tomografia computadorizada *cone-beam* é a opção escolhida para a maioria das situações clínicas, incluindo a avaliação do processo alveolar (EVANGELISTA et al., 2010).

O número de pacientes adultos tem aumentado nas clínicas de ortodontia e os especialistas deveriam prestar mais atenção aos potenciais problemas periodontais que pode desenvolver-se ou pode ser exacerbados durante tratamento ortodôntico (KOKICH, 2011). Cuidados especiais devem ser tomados para evitar agravante preexistente de perda óssea alveolar nos dentes anteriores, especialmente na mandíbula (KOOK; KIM; KIM, 2012).

2.4 A utilização da Tomografia Computadorizada *Cone-Beam*

Recentemente o diagnóstico do complexo craniofacial sofreu alterações devido ao aumento das inovações e do constante ganho com a tecnologia. O maior progresso ocorreu com a introdução da TCCB (tomografia computadorizada *cone-beam*) na década de noventa (KAU et al., 2009), simultaneamente por Mozzo et al. (MOZZO et al., 1998)(1998) na Itália e Arai et al.(ARAI et al., 1999)(1999) no Japão.

Desde então, surgiu uma explosão de interesse nessa nova técnica de imagem para avaliação do complexo craniofacial por diferentes grupos de pesquisadores (DEVOS; CASSELMAN; SWENNEN, 2009).

Essa técnica surgiu em resposta a grande demanda por tecnologia que pudesse fornecer tridimensionalmente as estruturas do complexo craniofacial, com custo mais baixo, doses de radiação mais baixas, aquisição da imagem mais fácil; maior acurácia; redução de artefato; menores doses de radiação; tempo de escaneamento mais rápido e melhor custo-benefício que as tomografias computadorizadas (TC) convencionais usadas em Medicina (CEVIDANES et al., 2007; GARIB, D G; et al., 2007; SCARFE, W. C.; FARMAN; SUKOVIC, 2006; WEINBERG; KOLAR, 2005).

A tomografia computadorizada *cone-beam* constitui um método de diagnóstico por imagem que utiliza a radiação X e permite a obtenção da reprodução de uma secção do corpo humano em quaisquer uns dos três planos do espaço (GARIB, D G; et al., 2007). A TCCB permite enxergar todas as estruturas em camadas e favorece a delimitação de irregularidades tridimensionalmente, principalmente dos tecidos mineralizados, com uma definição admirável (PARKS, 2000) sem sobreposição de imagens (GARIB, D G; et al., 2007).

O aparelho de tomografia computadorizada *cone-beam* assemelha-se com o aparelho de radiografia panorâmica, e, na maioria das vezes, o paciente é posicionado sentado. Esse aparelho possui dois componentes principais, posicionados em extremos opostos da cabeça do paciente: a fonte ou tubo de raios-X, responsável por emitir um feixe em forma de cone, e um detector de raios-X. Esse sistema realiza somente um giro de 360 graus em torno da cabeça do paciente (Figura 1), a qual está apoiada em um suporte para não ocorrer movimentação. A cada grau (geralmente a cada 1 grau), o aparelho adquire uma imagem base da cabeça do paciente, muito semelhante a uma telerradiografia, cada uma ligeiramente deslocada da outra, sob diferentes ângulos ou perspectivas (GARIB, D G; et al., 2007; SCARFE, W C; FARMAN ; SUKOVIC, 2006).

Figura 1. Esquema do procedimento de tomada das imagens tomográficas, no aparelho de tomografia computadorizada *cone-beam* (SCARFE, W. C.; FARMAN; SUKOVIC, 2006).

Ao final, as imagens bases são reconstruídas e, com isso, uma imagem volumétrica tridimensional 3D é gerada, por meio de um software específico, que possui um sofisticado programa de algoritmos, instalado em um computador convencional ligado ao tomógrafo. O exame tem duração de 10 a 70 segundos (uma volta completa do sistema), contudo, o tempo de exposição efetivo aos raios-X fica entre 3 a 6 segundos (GARIB, D G; et al., 2007; SCARFE, W C;; FARMAN ; SUKOVIC, 2006). Os programas de TCCB permitem a reconstrução multiplanar em volume, que se constitui na capacidade de processar imagens axiais, coronais, sagitais e oblíquas, além da reconstrução em 3D. Outra vantagem desse exame é o fato de o programa permitir gerar imagens bidimensionais, réplicas das radiografias convencionais como, por exemplo, a panorâmica e as telerradiografias em norma lateral e frontal (2013; GARIB, D G; et al., 2007; LAMICHANE et al., 2009). Assim, o custo biológico, decorrido da exposição do paciente à radiação (4 a 15 vezes maior que na panorâmica, ou semelhante a um exame periapical da boca toda) pode ser justificado em alguns casos específicos. Com relação ao custo do exame, a TCCB mostra-se muito compensadora, pois atualmente o orçamento do exame equivale aproximadamente ao da documentação convencional de Ortodontia. Assim sendo, o ortodontista deverá avaliar a relação custo/benefício em cada caso particular (GARIB, D G; et al., 2007).

A definição da imagem da TC de feixe cônico relaciona-se à espessura do voxel, menor unidade da imagem, que apresenta altura, largura e profundidade de iguais dimensões: quanto menor a espessura do voxel, maior a definição da imagem, porém maior a dose de radiação emitida (FARMAN; SCARFE, 2006). De Vos, Casselman, Swennen realizaram uma revisão sistemática, em 2009, e

verificaram que há necessidade de mais estudos que determinem a correta dose de radiação ao paciente, além de uma completa orientação relacionada às propriedades, aparelhos e utilização da TCCB, na especialidade da Ortodontia (DEVOS; CASSELMAN; SWENNEN, 2009).

2.4.1 Utilização da tomografia computadorizada para avaliação das tábuas ósseas alveolares

Nos trabalhos clássicos da literatura, o periodonto era avaliado por meio de radiografias periapicais, interproximais e panorâmicas, através das quais a crista óssea interproximal podia ser analisada. Porém, esses métodos bidimensionais não forneciam informações confiáveis sobre as tábuas ósseas alveolares vestibular e lingual (GRIMARD et al., 2009; JANSON, G. et al., 2003), devido à sobreposição dos ossos contralaterais ou estruturas dentais tradicionais bidimensionais (LANG; HILL, 1977) e também devido ao fato do recobrimento gengival maquiar ou ocultar estas estruturas. Para a visualização e mensuração dos componentes do alvéolo, o método de diagnóstico por imagem disponível atualmente consiste na tomografia computadorizada (NAITO; HOSOKAWA; YOKOTA, 1998), que possibilita o diagnóstico de defeitos ósseos nas paredes alveolares vestibular e lingual (VANDENBERGHE; JACOBS; YANG, 2008), em 3 dimensões com o mínimo de distorções e baixa dose de radiação (LEE et al., 2012).

As imagens provenientes da tomografia computadorizada helicoidal e *cone-beam* podem denunciar os locais com deiscências e fenestrações ósseas periodontais devido a sua elevada definição e sensibilidade (FUHRMANN, R., 1996b; FUHRMANN, R.A.; BUCKER; DIEDRICH, 1995; FUHRMANN, R.A. et al., 1995; LOUBELE, M. et al., 2008; MOL; BALASUNDARAM, 2008). Anteriormente ao advento da tomografia computadorizada, esforços para definir a repercussão da movimentação dentária sobre as tábuas ósseas vestibular e lingual concentraram-se em estudos em animais (ENGELKING; ZACHRISSON, 1982; STEINER, G.G.; PEARSON; AINAMO, 1981; THILANDER et al., 1983; WENNSTROM et al., 1987) e estudos com radiografias convencionais, como demonstrado anteriormente (MULIE, R.T.H., A, 1976; TEN HOEVE, A.; MULIE, R.M., 1976; WAINWRIGHT, 1973). Atualmente, a quantidade de estudos com TC sobre a morfologia das tábuas ósseas

vestibular e lingual previamente ao tratamento ortodôntico está crescendo (GRACCO et al., 2009; NAUERT; BERG, 1999; SWASTY et al., 2009; YAMADA et al., 2007) tanto quanto as avaliações das repercussões da movimentação dentária sobre o osso alveolar (GARIB, D. G. et al., 2006; GUNDUZ et al., 2004; KIM; PARK; KOOK, 2009; RUNGCHARASSAENG et al., 2007; LEE et al., 2012).

Em 1995, a tomografia computadorizada helicoidal foi validada para identificação do osso alveolar vestibular e lingual (FUHRMANN, R.A. et al., 1995). Segundo este estudo, somente tábuas ósseas com espessura inferior a 0,2 mm podem não ficar aparentes no exame de tomografia computadorizada (FUHRMANN, R.A. et al., 1995). Adicionalmente, um estudo em cadáveres evidenciou que os defeitos ósseos horizontais realizados por vestibular e lingual não puderam ser visualizados em radiografias periapicais, diferentemente da tomografia helicoidal, onde eram identificados (FUHRMANN, R.A.; BUCKER; DIEDRICH, 1995). No ano seguinte, um estudo experimental em que deiscências ósseas foram realizadas artificialmente em maxilares de cadáveres concluiu que a tomografia computadorizada era o único meio de diagnóstico por imagem que permitia a avaliação quantitativa tridimensional da espessura vestibulolingual do rebordo alveolar e das tábuas ósseas vestibular e lingual (FUHRMANN, R., 1996b). Em 2008, como colocado anteriormente, comprovou-se a elevada acurácia da tomografia computadorizada *cone-beam* para fornecer o diagnóstico e análise quantitativa do nível da crista óssea alveolar vestibular e lingual (LOUBELE, M. et al., 2008; MOL; BALASUNDARAM, 2008).

Estudos realizados em 2002 verificaram que existem evidências de que na região da sínfise mandibular, não é raro visualizar deiscências ósseas previamente ao tratamento ortodôntico, principalmente em pacientes adultos, através da capacidade da tomografia computadorizada evidenciar as imagens da tábua óssea que recobrem os dentes por vestibular e lingual (FUHRMANN, R., 2002). Através da TC, constatou-se que a expansão, a protrusão e a retração com translação fazem parte dos movimentos com maior risco de ocasionar deiscências ósseas vestibulares (FUHRMANN, R., 2002).

Neste mesmo ano, Sarikaya et al. utilizaram a tomografia computadorizada para avaliar as alterações na espessura do osso alveolar vestibular e lingual na

região dos incisivos, em pacientes com biprotrusão dentária tratados ortodonticamente com extrações de quatro pré-molares seguidas de retração anterior (SARIKAYA et al., 2002). Esses autores ressaltaram entre outros aspectos que alguns pacientes demonstraram deiscências ósseas por lingual, identificadas na tomografia computadorizada, porém, não são visualizadas “macroscopicamente” ou em imagens cefalométricas (SARIKAYA et al., 2002).

Deiscências ósseas vestibulares nos dentes posteriores podem ocorrer na dentadura permanente devido à expansão rápida da maxila, principalmente em pacientes com tábua óssea inicialmente delgada (GARIB, D. G. et al., 2006; RUNGCHARASSAENG et al., 2007). Estes efeitos colaterais foram primeiramente identificados em um estudo com tomografia computadorizada helicoidal (GARIB, D. G. et al., 2006) e confirmados por um estudo com tomografia computadorizada *cone-beam* (RUNGCHARASSAENG et al., 2007). Ambos os estudos demonstraram que a tábua óssea vestibular mostra uma redução em espessura após a expansão ortopédica maxilar, enquanto a tábua óssea lingual aumenta em espessura (GARIB, D. G. et al., 2006; RUNGCHARASSAENG et al., 2007) (Figura 2).

Figura 2- Cortes axiais da região dos dentes posteriores superiores do lado direito: antes da expansão (lado esquerdo) e após a expansão (lado direito). Note que a espessura da tábua óssea vestibular foi reduzida após a expansão, enquanto a tábua óssea lingual aumentou de espessura (GARIB, D. G. et al., 2006).

A espessura das tábuas ósseas vestibular e lingual dos dentes superiores e inferiores em adolescente e em adultos jovens também tiveram valores de referência identificados pela tomografia computadorizada *cone-beam* (FERREIRA, 2010) (Figura 3). A espessura do rebordo alveolar e das corticais ósseas tem sido explorada em imagens de tomografia computadorizada, buscando identificar os locais ideais para inserção de mini-implantes ortodônticos, na maioria com TCCB,

com maior previsibilidade e estabilidade (BAUMGAERTEL; HANS, 2009; LIM, J.E.; LIM; CHUN, 2008; LIM, W.H. et al., 2007; MOTOYOSHI et al., 2009; ONO; MOTOYOSHI; SHIMIZU, 2008).

Figura 3 - Mensuração das tábuas ósseas vestibular e lingual na maxila, em cortes axiais de tomografia computadorizada cone-beam 3mm apicalmente à junção amelocementária (Fonte: Ferreira, 2010 (FERREIRA, 2010)).

É importante ressaltar que nos trabalhos acima mencionados, o erro causal e sistemático das mensurações foram realizados, revelando uma grande reprodutibilidade das mensurações das tábuas ósseas em tomografia computadorizada.

Georgescu et al. (GEORGESCU et al., 2010) realizaram avaliações quantitativas e qualitativas na TCCB na região anterior da mandíbula. As avaliações quantitativas foram realizadas nas radiografias panorâmicas e na reconstrução panorâmica da TCCB em cada dente anterior mandibular, através de diferentes cores do rebordo alveolar indicando diferentes densidades ósseas. As mensurações realizadas nas radiografias panorâmicas eram superestimadas de 6 a 7 mm quando comparadas com a TCCB, os autores concluíram, portanto, que uma avaliação quantitativa da região anterior da mandíbula só pode ser realizada com TCCB.

Em 2010, Leung et al. (LEUNG et al., 2010) propuseram duas investigações: avaliar a precisão e confiabilidade da tomografia computadorizada *cone-beam* no diagnóstico de ocorrências naturais de fenestrações e deiscências ósseas, e avaliar a precisão e confiabilidade deste exame na medição do osso alveolar marginal. As diferenças entre o método direto e a TCCB, provavelmente, foram devido às

limitações na resolução espacial das imagens de TCCB. Os resultados mostraram que a sensibilidade e especificidade da TCCB para fenestrações foi cerca de 0,8, ao passo que a especificidade para deiscência foi superior (0,95) e a sensibilidade inferior (0,40). A confiabilidade de todas as medidas foi alta neste estudo. Os autores concluíram que, quando o defeito não é encontrado por esse exame, provavelmente ele não existe.

Sabe-se que as resoluções de TCCB fornecem dados precisos e retrata a verdade anatômica de forma confiável, sendo, portanto, um instrumento adequado para mensurações lineares intra-orais (PATCAS, R.; et al., 2012). Todavia, o tamanho do voxel afeta a precisão das mensurações, assim, os limites de concordância das diferentes resoluções dos diferentes protocolos devem ser considerados quando da escolha do tamanho do voxel (PATCAS, R.; et al., 2012). Com relação ao tomógrafo i-Cat, Sun et al. (2011) (SUN et al., 2011) concluíram que a diminuição do tamanho do voxel de 0,4 para 0,25 mm pode melhorar a acurácia de medidas lineares. Além disso, a literatura reporta no estudo de Razavi et al. (2010) (RAZAVI et al., 2010), a comparação da precisão e a acurácia de dois tomógrafos (i-Cat NG® e Accuitomo 3D60 FPD®) com diferentes tamanhos de voxel (0,3 mm e 0,125 mm, respectivamente). Esses autores concluíram que, com um tamanho de voxel menor, melhor acurácia é obtida quando avaliado distâncias lineares pequenas, como o osso alveolar ao redor de implantes. Porém, não creditaram essa melhor acurácia somente ao voxel, citaram que o tomógrafo Accuitomo 3D60 FPD® apresenta melhor resolução da imagem o que facilitou a mensuração do osso alveolar (RAZAVI et al., 2010). Recentemente, Woodo et al. (2013) verificaram que mensurações lineares da altura do osso alveolar em modelo animal eram relativamente maiores e imprecisas quando um voxel de 0,4 mm era utilizado, comparado a um voxel de 0,2 mm, no qual essas medidas podiam ser melhoradas, desde que os tecidos que recobriam estas estruturas mantivessem intactos (WOOD et al., 2013).

Estudos realizados para verificar a precisão das medidas lineares pequenas das imagens de TCCB, quando comparadas às medidas feitas nos próprios ossos alveolares, têm mostrado que a altura óssea alveolar é subestimada pelas imagens de TCCB quando a espessura óssea é menor ou igual ao tamanho do voxel da tomografia (YATABE, 2012). Este fenômeno do osso “ficar invisível” é provavelmente

causado por dois fatores: o efeito do volume parcial (SCARFE, W. C.; FARMAN, 2008) e a limitação da resolução de contraste relacionado aos aparelhos de tomografias (LEUNG et al., 2010).

O efeito de volume parcial é um artefato comum da tomografia computadorizada e ocorre quando um único voxel engloba duas estruturas de densidades diferentes. Este voxel reflete a densidade média das duas estruturas, desta forma, quando a espessura do osso é reduzida a um nível menor ou igual ao do voxel, os voxels que estão sobre o osso alveolar irão refletir uma densidade média do osso alveolar e do ligamento periodontal. Como resultado, uma camada fina de osso pode se tornar “invisível” durante o exame (SCARFE, W. C.; FARMAN, 2008). Sun et al., também constataram que as medidas para altura óssea alveolar nas imagens de TCCB com voxel de 0,4 mm podem superestimar a perda óssea (SUN et al., 2011). Essa propriedade da tomografia computadorizada dificulta a visualização nítida do limite de cada estrutura.

Consequentemente, quando se deseja avaliar estruturas pequenas com os exames de TCCB, alguns preceitos que conduzem a boa definição da imagem devem ser seguidos. De acordo com Molen (2010) (MOLEN, 2010), a resolução espacial da imagem (menor distância para identificação de duas estruturas distintas) de TCCB não equivale exatamente à diminuição do voxel (menor unidade da imagem tomográfica). Algumas propriedades das imagens tomográficas – como a média do volume parcial, os artefatos e os ruídos – podem interferir na resolução espacial da imagem (MOLEN, 2010). Para obtenção de uma boa resolução espacial da imagem, o campo de visão da tomada radiográfica (FOV) e a dimensão do voxel devem ser ambos o menor possível (MOLEN, 2010). E durante o exame, o paciente deve ser orientado a ficar imóvel para não ocorrer artefatos de movimentação (GARIB, D. G.; et al., 2010).

Espessura mínima de 0,6 mm constitui a menor espessura do osso alveolar capaz de ser distinguido na imagem tomográfica do cimento radicular em protocolos de 0,25, 0,35 e 0,4 mm de tamanho do voxel (LEUNG et al., 2010; SUN et al., 2011). Considerando que os dois voxels mais utilizados em Ortodontia (0,3 e 0,4 mm) oferecem uma resolução espacial de 0,7 mm, os estudos que desejam avaliar espessura óssea alveolar deve-se utilizar o menor FOV (se restringir somente a

região de interesse) e o menor voxel possível, aumentar o tempo de escaneamento e usar um melhor sensor para aperfeiçoar escala de cinza (MOLEN, 2010). Ressalta-se, todavia, que não há melhor método para avaliação de espessura óssea alveolar e deiscências ósseas do que a tomografia computadorizada *cone-beam*.

As diretrizes européias sobre a proteção contra radiações em radiologia odontológica recomendam iniciar o tratamento ortodôntico na má oclusão de Classe I usando apenas radiografias panorâmicas (European guidelines on radiation protection in dental radiology) (EVANGELISTA et al., 2010). Considerando o princípio ALARA (*“As Low As Reasonably Achievable”*), a indicação para um método de imagem deve ser baseada nas necessidades clínicas do paciente e a obtenção de uma imagem adequada mantendo, ao mesmo tempo, a qualidade e uma dose de radiação mais baixa. No entanto, em pacientes que necessitam movimentos ortodônticos mais extensos, e aqueles que têm um biotipo gengival menos favorável, tais como gengiva inserida fina, um diagnóstico tridimensional de osso alveolar tem sido recomendado para preservar a saúde periodontal durante e após o tratamento (EVANGELISTA et al., 2010). Atualmente, poucos autores na literatura apresentaram níveis mais elevados de evidência científica do uso e do impacto da TCCB nas decisões de diagnóstico e planejamento do tratamento ortodôntico (Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial, 2013).

A Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial publicaram em 2013 as recomendações clínicas do uso de TCCB no tratamento ortodôntico. Inicialmente, foi ressaltado que há uma falta de revisões sistemáticas na literatura sobre a TCCB, e que existe uma necessidade de investigação rigorosa sobre a eficácia da imagem da TCCB para todos os aspectos da ortodontia, principalmente aqueles relacionados com a sua influência sobre as decisões do plano de tratamento, escolha da terapia ortodôntica e avaliação dos resultados (FRYBACK; THORNBURY, 1991). Mesmo sem evidências na literatura, todo ortodontista deve ter em mente que toda exposição cumulativa à radiação ionizante aumenta o risco de indução ao câncer, assim, as diretrizes apresentadas nesta declaração de 2013, visam minimizar ou eliminar a exposição à radiação desnecessária em diagnóstico por imagem na Ortodontia (2013). Como comentado anteriormente, para todos os procedimentos de imagem que utilizam radiação ionizante, os benefícios clínicos devem ser equilibrados em relação aos riscos potenciais de radiação, determinados

pela radiosensibilidade relativa daqueles que estão sendo analisados e as habilidades dos operadores para controlar a exposição à radiação (Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial, 2013). A escolha da modalidade utilizada para a imagem de um paciente ortodôntico é baseado em uma avaliação risco / benefício. Como parte dessa declaração de posição da Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial, as seguintes diretrizes são sugeridas para o uso da TCCB em ortodontia: 1. Imagem de acordo com a condição clínica; 2. Avaliar o risco da dose de radiação; 3. Minimizar a exposição à radiação do paciente e 4. Manter a competência profissional na realização e interpretação de estudos de TCCB. Estas diretrizes foram resumidas a seguir.

A decisão de realizar um exame de TCCB é baseado na história do paciente, exame clínico, radiografias disponíveis e a presença de uma condição clínica para a qual os benefícios para o diagnóstico e/ou plano de tratamento superam os riscos potenciais da exposição à radiação, especialmente no caso de uma criança ou jovem adulto. Outra situação que justifica a utilização da TCCB é quando a questão clínica para a qual é exigida a imagem de TCCB não pode ser respondida de forma adequada por radiografias convencionais (Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial, 2013; HALAZONETIS, 2012). A escolha do protocolo correto constitui um passo muito importante do diagnóstico por imagem com TCCB. A Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial recomenda usar um protocolo TCCB que restringe o campo de visão (FOV), minimiza a exposição (mA e kVp), o número de imagens base e a resolução, e ao mesmo tempo, ainda permite a visualização adequada da região de interesse e sempre utilizar coberturas de blindagem protetora para minimizar a exposição aos órgãos radiosensíveis fora do FOV da exposição (Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial, 2013). Os Ortodontistas devem ser capazes de interpretar o exame prescrito, toda imagem radiográfica prescrita e/ou realizada por um dentista pode conter informações que são importantes para a saúde geral do paciente (Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial, 2013).

Segundo as recomendações clínicas do uso da TCCB, sua utilização para a avaliação do volume dentoalveolar pode ser necessária quando há uma redução da largura vestibulolingual alveolar, protrusão bimaxilar, ou na presença de condição periodontal comprometida (Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial,

2013; LEUNG et al., 2010; LOUBELE, M. et al., 2008; MOLEN, 2010; RUNGCHARASSAENG et al., 2007; TIMOCK et al., 2011; YAGCI et al., 2012).

Um dos elementos chave para um tratamento ortodôntico bem sucedido é a avaliação detalhada dos resultados do tratamento. A posição dos incisivos inferiores em relação ao seu osso de suporte é um fator importante no planejamento, na avaliação do progresso, assim como na determinação do resultado do tratamento (AASEN; ESPELAND, 2005). O tratamento ortodôntico é conseguido movendo os dentes para posições planejadas, este movimento será eficiente e estável quando o suporte ósseo for adequado (KOOK; KIM; KIM, 2012). Maior atenção deve ser dada aos incisivos inferiores, quando um grande movimento destes dentes é planejado e os pacientes devem ser informados a respeito dos riscos inerentes a este tratamento (KOOK; KIM; KIM, 2012). A tentativa de se identificar ortodonticamente uma posição ideal, estável e equilibrada, e esteticamente agradável dos incisivos não deve causar problemas periodontais, patologias articulares futuras, ou recidivas de apinhamento, assim, os esforços para determinar os limites do movimento aumentaram recentemente (GRACCO et al., 2010).

Como observado, o futuro parece muito promissor em fornecer evidências adicionais sobre o efeito longitudinal de distintas mecânicas ortodônticas sobre o periodonto de sustentação através da tomografia computadorizada. Ademais, a Ortodontia ampliou suas potencialidades de diagnóstico e capacidade de delinear um prognóstico mais realista com a introdução da tomografia computadorizada *cone-beam*, inclusive da região dos incisivos inferiores (GAHLEITNER et al., 2004). A morfologia do periodonto de sustentação, observada nas imagens de tomografia computadorizada, pode alterar metas ortodônticas convencionais. As repercussões da movimentação dentária no osso alveolar, evidenciadas por meio da tomografia computadorizada, apontará os limites da Ortodontia, definindo os procedimentos que poderão e que não deverão ser implementados em cada caso em particular (Garib et al., 2010).

A Ortodontia clássica considerava o apinhamento, a posição dos incisivos inferiores e o padrão de crescimento como o tripé que regia o diagnóstico e o plano de tratamento (GARIB, D. G.; et al., 2010). A Ortodontia contemporânea incluiu nessa lista a estética da face e do sorriso. A Ortodontia do futuro vai somar a esses

quatro fatores a anatomia periodontal inicial do paciente (GARIB, D. G.; et al., 2010). “Conhecer amplamente os detalhes anatômicos dos pacientes e compreender os efeitos colaterais da movimentação dentária significa reconhecer nossos limites e praticar a Ortodontia mais segura” (GARIB, D. G.; et al., 2010).

3 PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar as características do osso alveolar vestibular e lingual, na região dos incisivos inferiores, em pacientes cujo tratamento ortodôntico corretivo incitou um movimento vestibular significativo destes dentes, comparando-os com pacientes em que o tratamento ortodôntico procurou preservar a inclinação inicial dos incisivos inferiores ou os movimentou para lingual.

Os objetivos específicos foram:

- Avaliar o nível da crista óssea alveolar vestibular e lingual dos dentes ântero-inferiores.
 - Avaliar a espessura da tábua alveolar vestibular e lingual dos dentes ântero-inferiores.
 - Avaliar a frequência de deiscência e fenestrações nos dentes ântero-inferiores.
 - Correlacionar as características do osso alveolar com a quantidade de protrusão/inclinação vestibular dos incisivos inferiores.
-

4 MATERIAL E MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Cálculo Amostral

O cálculo do tamanho da amostra para a diferença de duas médias foi realizado considerando o poder do teste de 80% e o coeficiente de confiança de 95%. Os valores referentes à média e ao desvio padrão do nível da crista óssea alveolar quando compara a inclinação vestibular dos incisivos inferiores, bem como a estimativa da mínima diferença a detectar, necessários para realizar o cálculo amostral, foram retirados dos resultados do estudo de Lee et al. (LEE et al., 2012) de 2012 como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado para o cálculo do tamanho da amostra para a diferença entre duas médias e o poder do teste de 80%.

Diferença entre duas médias	
s (Desvio Padrão)	0,84
d (Diferença a detectar)	0,94
α (Erro tipo I)	5%
β (Poder do teste)	20%
N (Valor da amostra para cada grupo)	14

4.2 Material

Após a aprovação deste trabalho pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Processo nº 087/2010 – Anexo I e II) procedeu-se a seleção da amostra, que incluiu jovens tratados na Clínica de Ortodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo. Os critérios de inclusão considerados inicialmente foram: 1. Presença de má oclusão Classe II ao início do tratamento ortodôntico; 2. Ausência de anomalias craniofaciais; 3. Ausência de assimetrias mandibulares ou condilares; 4. Ausência de agenesias dentárias ou perda de dentes permanentes na região dos dentes anteriores inferiores; 5. Ausência de doença periodontal ativa e 6. Ausência de restaurações cervicais ou próteses dentárias nos dentes ântero-inferiores.

Dois grupos de estudo foram avaliados:

- **Grupo E (grupo experimental):** composto por 16 pacientes com má oclusões inicial de Classe II, tratados ortodonticamente com aparelho fixo, sem extrações de dentes inferiores, e que apresentaram uma movimentação vestibular dos incisivos inferiores igual ou maior que 1,5 mm (avaliado pela grandeza cefalométrica 1-NB), e/ou apresentaram uma acentuada modificação do ângulo IMPA (10° ou mais para vestibular), representando a inclinação do incisivo inferior na base óssea, do início para o final do tratamento. O exame de tomografia computadorizada *cone-beam* foi tomado um ano após a finalização do tratamento ortodôntico, em substituição à documentação ortodôntica de controle.
- **Grupo C (grupo controle):** composto por 16 pacientes com má oclusões inicial de Classe II, cujo tratamento ortodôntico com aparelho fixo não ocasionou acentuada movimentação vestibular dos incisivos inferiores. Neste grupo também foram incluídos casos tratados com extração de pré-molares inferiores e cuja variável cefalométrica linear 1-NB e a angular IMPA não mostraram alterações iguais ou maiores que 1,5 mm e 10° , respectivamente, ou, foram reduzidas durante o tratamento ortodôntico corretivo. Os pacientes do grupo C foram pareados por idade ao final do tratamento ortodôntico, sexo e padrão de crescimento craniofacial (FMA) com os pacientes do Grupo E. O exame de tomografia computadorizada *cone-beam* foi realizado um ano após a finalização do tratamento ortodôntico, em substituição à documentação ortodôntica de controle.

Todos os pacientes possuíam contenção fixa inferior metálica, corretamente posicionada na lingual dos dentes ântero-inferiores, de forma que, não promovesse artefactos de imagem na tomografia computadorizada *cone-beam* que atrapalhassem a avaliação topográfica que será detalhada a diante.

4.3 Métodos

4.3.1 Avaliação cefalométrica

As telerradiografias, em norma lateral, obtidas antes e ao final do tratamento ortodôntico corretivo e contidas na documentação de cada paciente da amostra foram digitalizadas para o formato JPEG, utilizando-se um scanner ScanMaker i800 (Microtek, Hsinchu, Taiwan) com resolução de 300dpi. Os traçados cefalométricos iniciais e finais de cada paciente foram realizados e mensurados pelo método digital utilizando-se o software Dolphin Imaging Software – versão 11.5 (Dolphin Imaging Sciences, Chatsworth, Calif, EUA) como representado na Figura 4, por uma única examinadora (C.C.M.).

Figura 4 - Esquema do traçado cefalométricos realizado no software Dolphin (Dolphin Imaging Sciences, Chatsworth, Calif, EUA).

Previamente à realização do traçado cefalométrico houve a necessidade de correção da magnificação, uma vez que as radiografias foram tomadas em diferentes centros de documentação, com diferentes aparelhos de raio X. O fator de magnificação foi 9,8% para os três aparelhos de raio X utilizados e a correção foi feita pelo próprio programa Dolphin 11.5 inserindo o tamanho da régua de calibração

(Ruler Length) da imagem com a correção da magnificação. Este valor foi calculado baseado na fórmula abaixo:

$$\text{Ruler Length} = \frac{100}{(1 + \text{FatMg}/100)}$$

Onde “Ruler Length” é o valor utilizado como distância entre os dois pontos da régua de calibração do Dolphin (possui 100 mm de valor real) da imagem digitalizada e “FatMg” é o fator de magnificação indicado por cada aparelho de raio X.

A elaboração do cefalograma foi constituída da seguinte forma:

- ✓ Desenho anatômico
- ✓ Definição dos pontos cefalométricos
- ✓ Definição das linhas e planos
- ✓ Obtenção das medidas cefalométricas

Nesta etapa, foi delimitado o desenho anatômico, definidos pontos cefalométricos e obtidas as grandezas cefalométricas (BAUMRIND; FRANTZ, 1971b, 1971a; INTERLAND, 1968; KROGMAN; SASSOUNI, 1957; MCNAMARA, 1984). Para as notações, todo ponto significa ângulo e todo traço, distância linear (INTERLAND, 1968).

4.3.1.1 Desenho Anatômico, Demarcação dos pontos cefalométricos e Definição das linhas e planos.

Foram delineadas as seguintes estruturas anatômicas: Sela Túcica; Corpo do osso esfenóide; Contorno anterior do osso frontal e dos ossos nasais; Fissuras pterigomaxilares; Contorno póstero-inferior das cavidades orbitárias; Meato auditivo externo; Contorno da maxila; Contorno da mandíbula; Incisivos centrais superiores e inferiores; Primeiros molares superiores e inferiores e Perfil tegumentar, desde a região acima da glabella até o contorno inicial do pescoço. Dentre todos os pontos cefalométricos realizados, aqueles utilizados para a confecção de linhas e planos utilizados durante as cefalometrias inicial e final realizadas para a separação dos grupos da amostra e classificação do padrão de crescimento craniofacial, foram os seguintes:

1. Or (orbitário): ponto inferior da margem infraorbitária;
2. Me (mentoniano): ponto inferior do contorno da sínfise mentoniana;
3. Go (gônio): ponto inferior e posterior do contorno do ângulo goníaco, definido pela bissetriz do ângulo formado pela tangente à borda inferior do corpo mandibular e outra tangente à borda posterior do ramo ascendente da mandíbula;
4. Po (pório): ponto mais superior do meato acústico externo;
5. N (násio): ponto anterior da intersecção na sutura fronto-nasal;
6. B (supramentoniano): ponto profundo da concavidade anterior da mandíbula.

Definição das linhas e planos (Figura 5)

Plano Horizontal de Frankfort: formado pelo ponto pório (Po) e orbitário (Or);

Plano Mandibular - GoMe: do ponto gônio (Go) ao mentoniano (Me);

Linha NB: formada pela união dos pontos násio (N) e supramentoniano (B);

Linha do incisivo inferior: linha do longo eixo do incisivo inferior, que utiliza como pontos de referência a borda incisal e o ápice do dente.

Figura 5 – Obtenção das linhas e planos.

4.3.1.2 Definição das grandezas cefalométricas

Variáveis cefalométricas

FMA (°): ângulo formado pelos planos: horizontal de Frankfort (PoOr) e mandibular (GoMe). Define basicamente a orientação do padrão de crescimento craniofacial, valor normativo = 25° (TWEED, 1962);

IMPA (°): ângulo formado pelo plano mandibular (GoMe) e a linha do incisivo inferior. Define basicamente a inclinação vestibulolingual do incisivo inferior na sua base óssea, valor normativo = 90° (TWEED, 1962);

1-NB (mm): distância linear do limite anterior da face vestibular do incisivo inferior à linha NB. Define a posição linear do incisivo inferior na sua base óssea, valor normativo = 4 mm (STEINER, C.C., 1960).

A grandeza cefalométrica FMA foi utilizada para análise de compatibilidade entre os grupos com relação ao padrão de crescimento craniofacial. As grandezas IMPA e 1-NB foram avaliadas nas telerradiografias, em norma lateral, pré e pós-tratamento de cada paciente e as alterações dessas grandezas cefalométricas classificavam cada um dos pacientes no seu respectivo grupo como demonstrado inicialmente neste capítulo (4.2 Material - critérios para divisão dos grupos).

4.3.2. O exame de tomografia computadorizada *cone-beam*

Inicialmente, as informações dos procedimentos realizados nesta pesquisa foram explicadas para cada paciente e seus responsáveis, a fim de se obter o consentimento livre e esclarecido (Anexo III). Após esta etapa, o exame de tomografia computadorizada foi realizado no tomógrafo PreXion 3D (The Yoshida Dental MSG. CO., Ltda, Tóquio, Japão), com regime de trabalho de 90 kV, 4 mA e tempo de exposição de 19 segundos, a dimensão do voxel equivaleu a 0,1 mm. Foi selecionado o campo de visão de 56 mm de diâmetro x 51 mm de altura, de modo a abranger toda a região anterior da mandíbula. Os pacientes foram posicionados no aparelho padronizando-se a posição da cabeça de modo que o plano de Frankfurt ficasse paralelo e o plano sagital mediano perpendicular ao solo. Este exame foi realizado em uma Clínica particular de Radiologia da cidade de Bauru, devidamente licenciado pelo órgão de Vigilância Sanitária competente, após laudo radiométrico emitido pela empresa Embraq, em 2012, um ano após o final do tratamento ortodôntico.

4.3.3. Avaliação das imagens da tomografia computadorizada *cone-beam* – Análises Quantitativas e Qualitativas

4.3.3.1. Processamento e reformatação das imagens

As imagens originais foram armazenadas no formato digital (DICOM - Digital Image and Communication in Medicine) para possibilitar a revisão de qualquer imagem sem perda de qualidade, permitindo a visualização, manipulação e análise a qualquer momento. Posteriormente, estas imagens foram transportadas para um microcomputador com o programa Dolphin Imaging Software – versão 11.5 (Dolphin Imaging Sciences, Chatsworth, Calif, EUA). As mensurações foram realizadas por um único examinador (C.C.M.), de modo cego, ou seja, sem a identificação do grupo a que cada paciente pertencia. Todas as medidas foram obtidas pelo método digital em sala escurecida. É importante ressaltar a ausência do fator de magnificação nas imagens provenientes da tomografia computadorizada *cone-beam*.

4.3.3.2 Padronização e seleção das imagens de tomografia computadorizada *cone-beam*

O programa Dolphin Imaging Software – versão 11.5 (Dolphin Imaging Sciences, Chatsworth, Calif, EUA) permite a observação simultânea e individual dos cortes sagital, axial, coronal e da reformatação 3D (modelo tridimensional). Os cortes parassagittais passando pelo centro dos dentes anteriores inferiores foram obtidos para as mensurações tomográficas. Estes cortes foram realizados modificando a orientação das imagens, de modo que, para cada elemento dentário um corte parassagital que passava exatamente no seu longo eixo era selecionado e salvo na ferramenta “*Orientation*” do programa, como demonstrado na Figura 6. Na imagem axial da reformatação multiplanar a confirmação de que o corte parassagital estava localizado exatamente no centro do longo eixo do dente, na maior distância vestibulolingual, também era verificada (Figura 7 – quadrante inferior esquerdo). Após esta padronização e seleção, a imagem parassagital determinada era utilizada para as avaliações tomográficas (Figura 8).

Figura 6 – Orientação no software Dolphin durante a seleção dos cortes parassagittais de cada elemento dentário, passando exatamente do centro do longo eixo de cada dente ântero-inferior.

Figura 7 – Confirmação do posicionamento do corte parassagital no centro do longo eixo de cada dente ântero-inferior na imagem axial da reformatação multiplanar – quadrante inferior esquerdo.

Figura 8 – Corte parassagital selecionado para realizar as mensurações tomográficas.

4.3.3.3 Mensurações das Imagens – Análise Quantitativa

As mensurações das imagens de tomografia computadorizada *cone-beam* foram realizadas seguindo o método proposto por Lee et al. (LEE et al., 2012) e Kim, Park, Kook (KIM; PARK; KOOK, 2009). Este método segue o proposto inicialmente por Handelman (HANDELMAN, C.S., 1996) e Beckmann et al. (BECKMANN et al., 1998) para radiografias convencionais.

As mensurações foram realizadas na ferramenta “*Digitalize/Measurements*”. Primeiramente, duas linhas perpendiculares ao longo eixo do dente foram realizados, tangenciando o ápice do dente, uma voltada para vestibular e outra para lingual (Figura 9).

Figura 9 – Linhas perpendiculares ao longo eixo do dente, tangenciando o ápice radicular, uma voltada para vestibular e a outra para lingual.

Em seguida, quatro linhas perpendiculares ao longo eixo de cada dente foram geradas passando pela junção cimentoesmalte vestibular e lingual e pela crista óssea alveolar vestibular e lingual (Figura 10), representando o extremo cervical da imagem do osso alveolar vestibular e lingual.

Figura 10 – Linhas perpendiculares ao longo eixo de cada dente foram formadas passando pela junção cimentoesmalte vestibular e lingual e pela crista óssea vestibular e lingual.

Nível da crista óssea alveolar vestibular e lingual

Em cada corte parassagital de cada dente ântero-inferior, foram mensuradas as seguintes grandezas lineares verticais (Figura 11):

- **NCOV:** nível da crista óssea vestibular, estabelecido por meio da distância entre a crista óssea alveolar vestibular e a junção cimentoesmalte vestibular, paralelo ao longo eixo do dente.
- **NCOL:** nível da crista óssea lingual, estabelecido por meio da distância entre a crista óssea alveolar lingual e a junção cimentoesmalte lingual, paralelo ao longo eixo do dente.

Figura 11 – Nível da crista óssea alveolar vestibular e lingual: distância entre a crista óssea alveolar vestibular e lingual até a junção cimentoesmalte vestibular e lingual, paralelo ao longo eixo do dente (NCOV= 1,8 mm e NCOL= 1,5 mm).

Espessura das tábuas ósseas vestibular e lingual

Em cada um dos 6 cortes parassagittais de cada dente ântero-inferior, foram mensuradas as seguintes grandezas lineares horizontais (Figura 12 e 13): espessuras das tábuas ósseas vestibular e lingual dos dentes ântero-inferiores na metade do comprimento radicular e no ápice radicular. A mensuração estendeu-se do limite externo radicular até o limite externo da cortical óssea, perpendicularmente ao longo eixo do dente, de ambos os lados.

- **ETV:** espessura da tábua óssea vestibular, mensurada desde o limite externo da cortical vestibular até o perímetro vestibular da raiz dentária, na metade do comprimento radicular, perpendicularmente ao longo eixo do dente (Figura 12).
- **ETL:** espessura da tábua óssea lingual, mensurada desde o limite externo da cortical lingual até o perímetro lingual da raiz dentária, na metade do comprimento radicular, perpendicularmente ao longo eixo do dente (Figura 12).

Figura 12 – Espessura da tábuia óssea vestibular e lingual na metade do comprimento radicular, perpendicularmente ao longo eixo do dente (ETV=0,3 mm e ETL=0,4 mm).

- **ETVa:** espessura da tábuia óssea vestibular, mensurada desde o limite externo da cortical vestibular até o perímetro apical da raiz dentária, no ápice do dente, perpendicularmente ao longo eixo do dente (Figura 13).
- **ETLa:** espessura da tábuia óssea lingual, mensurada desde o limite externo da cortical lingual até o perímetro apical da raiz dentária, no ápice do dente, perpendicularmente ao longo eixo do dente (Figura 13).

Figura 13 – Espessura da tábua óssea vestibular e lingual no ápice radicular perpendicularmente ao longo eixo do dente (ETVa= 4,4 mm e ETLa= 3,2 mm).

Os pontos de referências e as mensurações utilizadas neste estudo estão representados na Figura 14, A e B respectivamente, e na Tabela 2.

Figura 14 – Pontos referenciais (A) e mensurações (B) utilizadas neste estudo.

Tabela 2 – Definições dos pontos de referências e mensurações utilizados neste estudo (KIM; PARK; KOOK, 2009; LEE et al., 2012).

Definições dos pontos	
1	Borda incisal dos incisivos e caninos inferiores
2	Ápice radicular dos incisivos e caninos inferiores
3	Junção cimentoesmalte no lado vestibular
4	Junção cimentoesmalte no lado lingual
5	Crista alveolar no lado vestibular
6	Crista alveolar no lado lingual
7	Ponto de intersecção da linha perpendicular com o longo eixo dos incisivos e caninos inferiores na metade radicular com o contorno vestibular da sínfise
8	Ponto de intersecção da linha perpendicular com o longo eixo dos incisivos e caninos inferiores na metade radicular com o contorno vestibular da raiz
9	Ponto de intersecção da linha perpendicular com o longo eixo dos incisivos e caninos inferiores na metade radicular com o contorno lingual da raiz
10	Ponto de intersecção da linha perpendicular com o longo eixo dos incisivos e caninos inferiores na metade radicular com o contorno lingual da sínfise
11	Ponto de intersecção da linha perpendicular com o longo eixo dos incisivos e caninos inferiores no ápice radicular com o contorno vestibular da sínfise
12	Ponto de intersecção da linha perpendicular com o longo eixo dos incisivos e caninos inferiores no ápice radicular com o contorno lingual da sínfise
Definições das mensurações	
NCOV	Distância entre os pontos 3 e 5 paralelamente ao longo eixo dos incisivos e caninos
NCOL	Distância entre os pontos 4 e 6 paralelamente ao longo eixo dos incisivos e caninos
ETV	Distância entre os pontos 7 e 8 perpendicularmente ao longo eixo dos incisivos e caninos
ETL	Distância entre os pontos 9 e 10 perpendicularmente ao longo eixo dos incisivos e caninos
ETVa	Distância entre os pontos 2 e 11 perpendicularmente ao longo eixo dos incisivos e caninos
ETLa	Distância entre os pontos 2 e 12 perpendicularmente ao longo eixo dos incisivos e caninos

4.3.3.4 Avaliação qualitativa das Imagens

No corte parassagital escolhido para as mensurações quantitativas a presença ou ausência de deiscências e fenestrações vestibulares e linguais foram anotadas para os dentes ântero-inferiores. A falta da tábua cortical vestibular ou lingual maior que 2 mm, que resulta na exposição da superfície radicular cervical representa o defeito alveolar chamado deiscência (EVANGELISTA et al., 2010; KOOK; KIM; KIM, 2012; NEWMAN et al., 2012; PERSSON et al., 1998; YAGCI et al., 2012). Quando ainda há algum osso na região cervical, o defeito é chamado de fenestração (LINGHE; KARRING; ARAÚJO, 2003). As deiscências e fenestrações foram anotadas para os lados vestibular e lingual, os dentes ântero-inferiores foram analisados individualmente, se o defeito alveolar estivesse presente em pelo menos um dos dois dentes de cada grupo dentário (incisivos centrais, laterais e caninos), a presença (Sim) era anotada para o paciente. Estes defeitos ósseos estão representados na Figura 15.

Figura 15 – A: Deiscência Vestibular e B: Fenestração no terço médio radicular na face vestibular.

4.3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As mensurações do nível da crista óssea alveolar vestibular e lingual e das espessuras da tábua óssea vestibular e lingual na metade e no ápice radicular para os incisivos centrais; incisivos laterais e caninos foram calculadas para cada paciente e as médias de cada grupo de dente foram utilizadas nos cálculos estatísticos.

4.3.4.1 Erro do método

A confecção dos traçados cefalométricos foi realizada pela mesma operadora (C.C.M.). Trinta dias após o término dessa etapa, 20 telerradiografias foram sorteadas e novamente traçadas no software Dolphin Imaging Software – versão 11.5 (Dolphin Imaging Sciences, Chatsworth, Calif, EUA), para determinar a confiabilidade dos resultados. Da mesma forma, após trinta dias da fase inicial, 10 imagens de tomografias computadorizadas *cone-beam* foram sorteadas e novamente, seguindo os mesmos referenciais, as mensurações da espessura das corticais ósseas vestibular e lingual e os níveis das cristas ósseas alveolares foram realizadas no software Dolphin Imaging Software – versão 11.5 (Dolphin Imaging Sciences, Chatsworth, Calif, EUA).

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

4.3.4.2 Teste de normalidade

Primeiramente, utilizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov em todas as variáveis estudadas, para avaliar se estas apresentavam curva de distribuição normal e determinar os testes estatísticos a serem utilizados no presente trabalho. O referido teste de normalidade foi aplicado para as variáveis inicialmente separadas

por Grupos E e C. De acordo com os resultados da análise (Tabelas 3 e 4, Capítulo 5), observou-se que a variável NCOL para os incisivos centrais (NCOL 1) não apresentou curva de distribuição normal ($p < 0,05$) no grupo experimental (Grupo E), fazendo com que fossem utilizados testes não-paramétricos nos cálculos estatísticos. Para as demais variáveis, todas se apresentavam com distribuição normal ($p > 0,05$), assim testes paramétricos foram utilizados nos cálculos estatísticos.

Este teste de normalidade também foi utilizado para as variáveis no geral. De acordo com os resultados da análise (Tabela 5, Capítulo 5), observou-se que as variáveis: NCOL dos incisivos centrais e laterais (NCOL 1 e 2) e NCOV dos caninos (NCOV 3), assim como, ETV dos incisivos centrais, laterais e caninos (ETV 1, 2 e 3) não apresentaram curva de distribuição normal ($p < 0,05$), assim, as correlações utilizadas com estas variáveis foram não-paramétricas. Para as demais variáveis estudadas, todas se apresentaram com curva de distribuição normal ($p > 0,05$), o que fez com que fossem utilizados testes paramétricos nos testes estatísticos de correlação.

4.3.4.3 Compatibilidade entre os grupos

Para verificar a homogeneidade da amostra quanto ao gênero foi empregado o teste Exato de Fisher, já quanto à idade ao final do tratamento ortodôntico e o padrão de crescimento craniofacial (FMA) foi empregado o teste t entre os Grupos E e C.

4.3.4.4 Análise estatística entre os grupos

Para análise comparativa entre os Grupos E e C para o nível da crista óssea alveolar vestibular e lingual, espessura da tábua óssea alveolar vestibular e lingual na metade radicular e no ápice radicular para os incisivos centrais, laterais e caninos foi utilizado o teste t, com exceção do nível da crista óssea alveolar lingual dos incisivos centrais que foi comparado entre os grupos pelo teste de Mann-Whitney. Entretanto, para a análise comparativa entre os Grupos Experimental e Controle

para a presença ou ausência de Deiscências e Fenestrações vestibular e lingual foi utilizado o teste Exato de Fisher.

Para determinar se existia correlação entre os níveis da crista óssea alveolar e as espessuras das tábuas ósseas dos incisivos centrais, laterais e caninos e a quantidade de protrusão dos incisivos inferiores foram utilizados os testes de correlação de Pearson e Spearman para as variáveis paramétricas e não-paramétricas, respectivamente.

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

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

Na Tabela 6, estão dispostos os resultados dos erros sistemáticos (HOUSTON, 1983) e casuais (DAHLBERG, 1940) da avaliação intraexaminador, aplicada às variáveis cefalométricas FMA, IMPA e 1-NB e às variáveis tomográficas nível da crista óssea alveolar vestibular e lingual e espessura da tábuia óssea vestibular e lingual na metade radicular e no ápice radicular para os incisivos centrais, laterais e caninos. Os resultados da fórmula de Dahlberg demonstraram valores reduzidos (0,07 a 0,88). Não foram encontrados erros sistemáticos significantes.

Os grupos GE e GC foram compatíveis no que se refere ao gênero, à idade ao final do tratamento ortodôntico e ao padrão de crescimento craniofacial, representado pela grandeza cefalométrica FMA (Tabela 7).

As análises comparativas realizadas entre os grupos experimental e controle estão dispostas nas tabelas 8, 9 e 10. Na Tabela 8 está representada a análise estatística comparativa da protrusão dos incisivos inferiores, representada pela diferença do final para o início do tratamento das grandezas cefalométricas 1-NB e IMPA nos grupos E e C. Na Tabela 9, podem ser visualizados os resultados da estatística comparativa entre os grupos realizada pelo teste t e teste de Mann-Whitney. Os resultados demonstraram que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para a espessura da tábuia óssea no nível apical por vestibular e lingual. O grupo E demonstrou, ao nível apical, espessura da tábuia óssea vestibular maior para os incisivos centrais e espessura da tábuia óssea lingual menor para os incisivos centrais, laterais e caninos que o grupo controle. Na Tabela 10 podem ser visualizados os resultados da estatística comparativa entre os grupos para a presença ou ausência de deiscências e fenestrações vestibulares e linguais realizadas pelo teste Exato de Fisher. Os resultados demonstraram que houve diferença estatisticamente significativa para os grupos, com maior número de deiscências por lingual dos incisivos centrais e de fenestração na vestibular dos incisivos laterais no grupo experimental.

Os resultados das análises de correlação entre o grau de protrusão dos incisivos e o nível da crista óssea e espessura da tábuia óssea estão dispostos na

Tabela 11 e 12. De acordo com esses resultados, existe correlação negativa significativa entre a espessura da tábua óssea alveolar lingual dos caninos no ápice radicular e a protrusão dos incisivos, avaliada pela diferença do final para o início do tratamento (grandeza cefalométrica 1-NB). Assim como para a espessura da tábua óssea alveolar lingual do incisivo central no ápice radicular e a inclinação vestibular dos incisivos avaliada pela diferença do final para o início do tratamento da grandeza cefalométrica IMPA. Além disso, houve correlação positiva para a espessura da tábua óssea alveolar vestibular no nível apical do incisivo central e dos caninos com a diferença da grandeza IMPA do final para o início do tratamento.

5.1 Teste de normalidade:

Tabela 3 – Apresentação dos resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis estudadas para o Grupo Experimental.

Grupo Experimental		
Variáveis		
Padrão de Crescimento – FMA	16	p>0,20*
Idade Final	16	p<0,10*
NCOV 1	16	p>0,20*
NCOL 1	16	p<0,05**
NCOV 2	16	p<0,10*
NCOL 2	16	p>0,20*
NCOV 3	16	p>0,20*
NCOL 3	16	p<0,15*
ETV 1	16	p>0,20*
ETL 1	16	p>0,20*
ETV 2	16	p<0,10*
ETL 2	16	p>0,20*
ETV 3	16	p<0,10*
ETL 3	16	p>0,20*
ETVa 1	16	p>0,20*
ETLa 1	16	p>0,20*
ETVa 2	16	p>0,20*
ETLa 2	16	p>0,20*
ETVa 3	16	p>0,20*
ETLa 3	16	p>0,20*

1 – média das mensurações para os incisivos centrais.

2 – média das mensurações para os incisivos laterais.

3 – média das mensurações para os caninos.

*Variáveis com curva de distribuição normal. **Variável sem curva de distribuição normal.

Tabela 4 – Apresentação dos resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis estudadas para o Grupo Controle.

Grupo Controle		
Variáveis		
Padrão de Crescimento – FMA	16	p>0,20*
Idade Final	16	p>0,20*
NCOV 1	16	p<0,15*
NCOL 1	16	p>0,20*
NCOV 2	16	p>0,20*
NCOL 2	16	p<0,15*
NCOV 3	16	p<0,20*
NCOL 3	16	p>0,20*
ETV 1	16	p>0,20*
ETL 1	16	p>0,20*
ETV 2	16	p>0,20*
ETL 2	16	p>0,20*
ETV 3	16	p>0,20*
ETL 3	16	p>0,20*
ETVa 1	16	p>0,20*
ETLa 1	16	p>0,20*
ETVa 2	16	p>0,20*
ETLa 2	16	p>0,20*
ETVa 3	16	p>0,20*
ETLa 3	16	p>0,20*

1 – média das mensurações para os incisivos centrais.

2 – média das mensurações para os incisivos laterais.

3 – média das mensurações para os caninos.

*Variáveis com curva de distribuição normal. **Variável sem curva de distribuição normal.

Tabela 5 – Apresentação dos resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis estudadas.

Variáveis	N	K-S p
Padrão de Crescimento – FMA	32	p>0,20*
Idade Final	32	p>0,20*
NCOV 1	32	p>0,20*
NCOL 1	32	p<0,05**
NCOV 2	32	p>0,20*
NCOL 2	32	p<0,05**
NCOV 3	32	p<0,05**
NCOL 3	32	p>0,20*
ETV 1	32	p<0,01**
ETL 1	32	p>0,20*
ETV 2	32	p<0,01**
ETL 2	32	p>0,20*
ETV 3	32	p<0,01**
ETL 3	32	p>0,20*
ETVa 1	32	p>0,20*
ETLa 1	32	p>0,20*
ETVa 2	32	p>0,20*
ETLa 2	32	p>0,20*
ETVa 3	32	p>0,20*
ETLa 3	32	p>0,20*

1 – média das mensurações para os incisivos centrais.

2 – média das mensurações para os incisivos laterais.

3 – média das mensurações para os caninos.

*Variáveis com curva de distribuição normal. ****Variáveis sem curva de distribuição normal.**

5.2 Erro Intraexaminador

Tabela 6 – Resultados do teste t pareado e da fórmula de Dahlberg (DAHLBERG, 1940), aplicadas às variáveis cefalométricas – FMA, IMPA e 1-NB e às variáveis tomográficas – nível da crista óssea alveolar vestibular e lingual e espessura das tábuas óssea vestibular e lingual na metade e no ápice radicular.

Variáveis	1ª mensuração		2ª mensuração		p	Dahlberg
	Média	DP	Média	DP		
FMA	28,13	4,79	27,66	4,76	0,07	0,84
IMPA	97,54	5,57	97,93	5,66	0,11	0,79
1-NB	6,62	1,99	6,65	1,82	0,73	0,26
NCOV 1	2,32	1,00	2,29	0,77	0,78	0,19
NCOL 1	3,59	2,54	3,82	2,26	0,61	0,88
NCOV 2	2,73	1,57	2,66	1,40	0,49	0,22
NCOL 2	2,09	0,74	1,86	0,58	0,18	0,37
NCOV 3	3,19	2,12	3,12	2,12	0,44	0,17
NCOL 3	1,83	0,30	1,66	0,30	0,07	0,20
ETV 1	0,59	0,78	0,54	0,70	0,35	0,10
ETL 1	0,29	0,28	0,34	0,30	0,15	0,07
ETV 2	0,66	1,36	0,50	0,68	0,51	0,48
ETL 2	0,48	0,23	0,58	0,35	0,42	0,26
ETV 3	0,62	1,26	0,43	0,52	0,47	0,54
ETL 3	2,13	1,44	2,14	1,20	0,96	0,42
ETVa 1	5,23	3,59	5,34	3,25	0,65	0,47
ETLa 1	2,48	1,10	2,46	0,98	0,85	0,22
ETVa 2	5,34	2,65	5,29	2,57	0,55	0,17
ETLa 2	2,39	0,80	2,43	0,70	0,73	0,18
ETVa 3	4,98	2,41	5,13	2,28	0,14	0,20
ETLa 3	4,22	1,11	4,43	1,19	0,06	0,24

1 – média das mensurações para os incisivos centrais.

2 – média das mensurações para os incisivos laterais.

3 – média das mensurações para os caninos.

5.3 Compatibilidade entre os grupos da amostra:

Tabela 7 – Compatibilidade entre os grupos GE e GC, para as variáveis: gênero (teste Exato de Fisher), idade ao final do tratamento e padrão facial - FMA (teste t).

Variáveis			GE	GC	P
Gênero	Masculino	N	5	5	1,00 [¥]
	Feminino	N	11	11	
Idade Final	Média (DP)		19,13 (6,65)	20,81 (5,33)	0,43 [€]
Padrão Facial (FMA)	Média (DP)		26,67 (4,86)	26,94 (4,01)	0,86 [€]

[¥]Teste Exato de Fisher e [€]Teste t.

5.4 Análise estatística entre os grupos GE e GC:

Tabela 8 – Comparação intergrupos para as mudanças na posição dos incisivos inferiores do início para o final do tratamento (teste t).

	GE (16)		GC (16)		P
	Média	DP	Média	DP	
Diferença 1-NB	2,21	0,79	-0,06	1,06	0,01*
Diferença IMPA	12,73	5,33	1,88	4,96	0,01*

* Estatisticamente significante $p < 0,05$.

Tabela 9 – Comparação intergrupos para as mensurações do osso alveolar (testes de Mann-Whitney e teste t).

	GE (16)		GC (16)		P
	Média	DP	Média	DP	
NCOV 1	2,40	1,42	2,03	0,98	0,39 [€]
NCOL 1	3,07	2,43	2,69	1,55	0,78 ^{\$}
NCOV 2	2,49	1,55	1,95	0,74	0,22 [€]
NCOL 2	1,70	0,36	1,97	1,24	0,41 [€]
NCOV 3	2,94	2,29	2,56	2,09	0,63 [€]
NCOL 3	1,53	0,84	1,61	0,47	0,76 ^{*€}
ETV 1	0,64	0,69	0,35	0,16	0,11 [€]
ETL 1	0,31	0,30	0,48	0,43	0,19 [€]
ETV 2	0,50	1,04	0,23	0,18	0,31 [€]
ETL 2	0,79	0,46	0,81	0,64	0,91 [€]
ETV 3	0,50	0,96	0,25	0,24	0,33 ^{\$}
ETL 3	2,08	1,30	2,62	0,91	0,18 [€]
ETVa 1	6,33	3,22	4,57	1,15	0,04^{*€}
ETLa 1	2,05	0,83	3,03	1,20	0,01^{*€}
ETVa 2	5,68	2,59	4,65	1,09	0,15 [€]
ETLa 2	2,54	0,93	3,32	0,96	0,03^{*€}
ETVa 3	5,71	2,17	4,73	1,33	0,13 [€]
ETLa 3	3,90	1,17	5,03	0,85	<0,01^{*€}

1 – média das mensurações para os incisivos centrais.

2 – média das mensurações para os incisivos laterais.

3 – média das mensurações para os caninos.

^{\$}Teste de Mann-Whitney, [€] Teste t e ^{*}Estatisticamente significativo p< 0,05.

Tabela 10 – Resultados da análise comparativa entre os grupos E e C quanto a presença ou ausência de deiscências e fenestrações realizada pelo teste Exato de Fisher.

Dentes	Deiscência	GE	GC	P
Incisivos Centrais Vestibular	Presente	9 (56,25%)	6 (37,5%)	0,48
	Ausente	7 (43,75%)	10 (62,5%)	
Incisivos Centrais Lingual	Presente	14 (87,5%)	7 (43,75%)	0,02*
	Ausente	2 (12,5%)	9 (56,25%)	
Incisivos Laterais Vestibular	Presente	11 (68,75%)	7 (43,75%)	0,29
	Ausente	5 (31,25%)	9 (56,25%)	
Incisivos Laterais Lingual	Presente	8 (50%)	7 (43,75%)	1,00
	Ausente	8 (50%)	9 (56,25%)	
Caninos Vestibular	Presente	8 (50%)	6 (37,5%)	0,72
	Ausente	8 (50%)	10 (62,5%)	
Caninos Lingual	Presente	13 (81,25%)	6 (37,5%)	0,43
	Ausente	3 (18,75%)	10 (62,5%)	
Fenestração				
Incisivos Centrais Vestibular	Presente	1 (6,25%)	0 (0%)	1,00
	Ausente	15 (93,75%)	16 (100%)	
Incisivos Centrais Lingual	Presente	4 (25%)	4 (25%)	1,00
	Ausente	12 (75%)	12 (75%)	
Incisivos Laterais Vestibular	Presente	11 (68,75%)	3 (18,75%)	0,01*
	Ausente	5 (31,25%)	13 (81,25%)	
Incisivos Laterais Lingual	Presente	4 (25%)	6 (37,5%)	0,70
	Ausente	12 (75%)	10 (62,5%)	
Caninos Vestibular	Presente	6 (37,5%)	4 (25%)	0,70
	Ausente	10 (62,5%)	12 (75%)	
Caninos Lingual	Presente	0 (0%)	0 (0%)	1,00
	Ausente	16 (100%)	16 (100%)	

*Estatisticamente significativa $p < 0,05$.

5.5 Análises de correlação:

Tabela 11 – Correlação entre as variáveis tomográficas e a protrusão dos incisivos inferiores durante o tratamento, avaliada pela diferença da grandeza 1-NB do final para o início do tratamento (teste de Pearson e Spearman).

	Coefficiente de Correlação	P
NCOV 1 x Protrusão (1-NB)	0,15	0,42 ^P
NCOL 1 x Protrusão (1-NB)	0,05	0,79 ^s
NCOV 2 x Protrusão (1-NB)	0,14	0,45 ^P
NCOL 2 x Protrusão (1-NB)	0,25	0,18 ^s
NCOV 3 x Protrusão (1-NB)	-0,08	0,66 ^s
NCOL 3 x Protrusão (1-NB)	0,02	0,92 ^P
ETV 1 x Protrusão (1-NB)	0,12	0,53 ^s
ETL 1 x Protrusão (1-NB)	-0,14	0,43 ^P
ETV 2 x Protrusão (1-NB)	0,04	0,83 ^s
ETL 2 x Protrusão (1-NB)	0,06	0,76 ^P
ETV 3 x Protrusão (1-NB)	0,04	0,83 ^s
ETL 3 x Protrusão (1-NB)	-0,18	0,33 ^P
ETVa 1 x Protrusão (1-NB)	0,26	0,15 ^P
ETLa 1 x Protrusão (1-NB)	-0,30	0,10 ^P
ETVa 2 x Protrusão (1-NB)	0,18	0,33 ^P
ETLa 2 x Protrusão (1-NB)	-0,26	0,14 ^P
ETVa 3 x Protrusão (1-NB)	0,23	0,20 ^P
ETLa 3 x Protrusão (1-NB)	-0,37	0,04*^P

1 – média das mensurações para os incisivos centrais.

2 – média das mensurações para os incisivos laterais.

3 – média das mensurações para os caninos.

^P Correlação de Pearson

^s Correlação de Spearman

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

Tabela 12 – Correlação entre as variáveis tomográficas e a protrusão dos incisivos inferiores durante o tratamento, avaliada pela diferença da grandeza IMPA do final para o início do tratamento (teste de Pearson e Spearman).

	Coefficiente de Correlação	P
NCOV 1 x Protrusão (IMPA)	0,18	0,34 ^P
NCOL 1 x Protrusão (IMPA)	0,08	0,66 ^S
NCOV 2 x Protrusão (IMPA)	0,17	0,34 ^P
NCOL 2 x Protrusão (IMPA)	0,12	0,52 ^S
NCOV 3 x Protrusão (IMPA)	-0,11	0,55 ^S
NCOL 3 x Protrusão (IMPA)	-0,06	0,76 ^P
ETV 1 x Protrusão (IMPA)	0,29	0,11 ^S
ETL 1 x Protrusão (IMPA)	-0,29	0,11 ^P
ETV 2 x Protrusão (IMPA)	0,27	0,13 ^S
ETL 2 x Protrusão (IMPA)	-0,17	0,69 ^P
ETV 3 x Protrusão (IMPA)	0,30	0,10 ^S
ETL 3 x Protrusão (IMPA)	-0,13	0,50 ^P
ETVa 1 x Protrusão (IMPA)	0,41	0,02*^P
ETLa 1 x Protrusão (IMPA)	-0,53	<0,01*^P
ETVa 2 x Protrusão (IMPA)	0,32	0,08 ^P
ETLa 2 x Protrusão (IMPA)	-0,34	0,06 ^P
ETVa 3 x Protrusão (IMPA)	0,36	0,04*^P
ETLa 3 x Protrusão (IMPA)	-0,23	0,21 ^P

1 – média das mensurações para os incisivos centrais.

2 – média das mensurações para os incisivos laterais.

3 – média das mensurações para os caninos.

^P Correlação de Pearson

^S Correlação de Spearman

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

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

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

6.1 AMOSTRA

Não há na literatura trabalhos semelhantes que avaliaram e compararam as características do osso alveolar vestibular e lingual de pacientes com má oclusão inicial de Classe II tratados ortodonticamente com acentuada protrusão dos incisivos inferiores utilizando-se o método da TCCB. O valor da amostra de 16 pacientes para cada grupo avaliado está dentro do cálculo amostral (Capítulo 4, item 4.1), sendo um valor estatisticamente representativo. O cálculo do tamanho da amostra é realizado atualmente para manter o rigor científico e para que as pesquisas atinjam os objetivos propostos, despendendo do menor custo (LAURIS, 2009). De acordo com os resultados do trabalho de Lee et al. (LEE et al., 2012), de 2012, são necessários 14 pacientes por grupo para encontrar valores significantes, com o poder do teste de 80% e o coeficiente de confiança de 95%, quando se comparam às médias do nível da crista óssea na inclinação vestibular dos incisivos inferiores.

Os pacientes com má oclusão de Classe II, com retrusão alveolar grave, podem se beneficiar do avanço ortodôntico acentuado dos incisivos inferiores (ARTUN; GROBETY, 2001). Os trabalhos, na literatura, que reportaram as características periodontais, após a movimentação dos incisivos inferiores, nos pacientes com má oclusão inicial de Classe I ou II, avaliaram a presença ou ausência de recessões gengivais (ALLAIS; MELSEN, 2003; ARTUN; GROBETY, 2001; DJEU; HAYES; ZAWAIDEH, 2002; RENKEMA et al., 2013; RUF; HANSEN; PANCHERZ, 1999; YARED; ZENOBIO; PACHECO, 2006), o aumento da coroa clínica (ARTUN; GROBETY, 2001), ou mesmo a perda óssea em radiografias cefalalométricas laterais (LUPI; HANDELMAN; SADOWSKY, 1996) como efeito da terapia ortodôntica. Devido, principalmente, aos efeitos de sobreposição

radiográfica, as radiografias cefalométricas convencionais não são indicadas para avaliação da morfologia alveolar vestibulolingual (GRACCO et al., 2010; YU et al., 2009). Atualmente, como serão detalhadas mais adiante neste capítulo, as características morfológicas ósseas alveolares podem ser avaliadas com a tomografia computadorizada *cone-beam*, assim, inicialmente, os pacientes tratados na clínica de Ortodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru que apresentaram, no início do tratamento, má oclusão inicial de Classe II foram selecionados para fazer parte da amostra deste estudo e esta característica foi o primeiro critério de inclusão a ser considerado neste trabalho.

O segundo critério de inclusão considerado foi a ausência de anomalias craniofaciais (LEE et al., 2012) para adequada comparação morfológica alveolar da região da sínfise mandibular. Este motivo fez com que o critério de ausência de assimetrias mandibulares e condilares também fizesse parte do estudo. Como os demais trabalhos, na literatura, que avaliaram as características alveolares da região ântero-inferior, o quinto critério de inclusão constituiu a ausência de agenesias ou perda de dentes permanentes nesta região (KOOK; KIM; KIM, 2012; LEE et al., 2012). A ocorrência de deiscências e fenestrações, durante o tratamento ortodôntico, depende de vários fatores, tais como a direção do movimento, o volume e a integridade anatômica dos tecidos periodontais de suporte (WEHRBEIN; BAUER; DIEDRICH, 1996) e o acúmulo do biofilme associado ao aparelho ortodôntico (ZACHRISSON, B. U.; ALNAES, 1974). Quando há a necessidade de comparação das características ósseas alveolares, com relação à direção e quantidade do movimento ortodôntico, os demais fatores devem ser controlados. Assim, a ausência de doença periodontal (KIM; PARK; KOOK, 2009; KOOK; KIM; KIM, 2012) constituiu um critério de inclusão do presente trabalho. Por fim, o sétimo e último critério de inclusão, porém, não menos importante que os demais, foi a ausência de restaurações cervicais ou próteses dentárias nos dentes ântero-inferiores, pois, poderiam atrapalhar as mensurações das tábuas ósseas, ou mesmo, dificultar a avaliação da presença ou ausência de deiscências e fenestrações (KOOK; KIM; KIM, 2012). Todos estes critérios foram avaliados em documentações ortodônticas e avaliação (visão) clínica. Todos os pacientes apresentavam contenção fixa inferior metálica corretamente adaptada.

6.1.1 A divisão dos grupos

De acordo com os critérios de inclusão, 32 documentações foram separadas do arquivo do Departamento de Ortodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo. Estes pacientes haviam terminado o tratamento ortodôntico há um ano e, após a explicação dos procedimentos realizados, nesta pesquisa, para cada paciente e seus responsáveis, e da obtenção do consentimento livre e esclarecido (Anexo III), eles foram divididos em dois grupos.

Inicialmente, os pacientes seriam divididos de acordo com uma quantidade de inclinação vestibular de três milímetros dos incisivos inferiores, quantidade mais relatada nos estudos em animais que verificaram as repercussões periodontais do movimento vestibular desses dentes (ENGELKING; ZACHRISSON, 1982; STEINER, G.G.; PEARSON; AINAMO, 1981; THILANDER et al., 1983). Entretanto, devido à escassez de casos onde essa quantidade de protrusão ocorreu e devido às dificuldades da seleção da amostra, o valor representativo, para a divisão dos grupos, passou para 1,5 mm de protrusão dos incisivos inferiores avaliado pela diferença do final para o início do tratamento da grandeza cefalométrica 1-NB e/ou uma acentuada modificação do ângulo IMPA (10° para vestibular) também do final para o início do tratamento. Pacientes que apresentaram valores iguais ou maiores que estes valores representativos formaram o Grupo E – Grupo Experimental, entretanto, aqueles que possuíam valores menores, constituíram o Grupo C – Grupo Controle. Artun e Grobéty (ARTUN; GROBETY, 2001) separaram sua amostra, também de pacientes com má oclusão inicial de Classe II, em dois grupos, de acordo com a quantidade de inclinação vestibular dos incisivos inferiores, porém, a forma de divisão não foi claramente detalhada na sua metodologia. Raposo et al. (RAPOSO et al., 2011) separaram sua amostra em dois grupos de acordo com a inclinação natural dos incisivos inferiores na base óssea, avaliada também pela grandeza cefalométrica IMPA, entretanto, o estudo foi desenvolvido com pacientes não-ortodônticos e o valor de 92° foi utilizado como valor de separação entre o grupo com inclinação vestibular do grupo sem inclinação vestibular. Desta forma, há uma ausência de trabalhos, na literatura, que utilizam a protrusão dos incisivos inferiores como item de divisão dos grupos. Entretanto, vale ressaltar que os trabalhos da literatura, os quais avaliaram a inclinação vestibular dos incisivos inferiores,

mostraram alterações do ângulo IMPA entre 8,5° e 10° (ARI-DEMIRKAYA; ILHAN, 2008; ARTUN; KROGSTAD, 1987; LEE et al., 2012; RUF; HANSEN; PANCHERZ, 1999). Estas grandezas cefalométricas foram escolhidas porque a distância em milímetro (1-NB) estabelece, quão proeminente, os incisivos são em relação ao osso de suporte, enquanto que a inclinação em graus (IMPA) indica a posição vestibulolingual do incisivo inferior na sua base óssea e se os dentes têm sido inclinados ou movidos de corpo (PROFFIT, 1995 apud DJEU; HAYES; ZAWAIDEH, 2002).

Não existe evidência da relação entre o tempo de tratamento e a reabsorção óssea alveolar (NELSON; ARTUN, 1997). Yared et al. (YARED; ZENOBIO; PACHECO, 2006) recomendaram um tempo mínimo de 6 meses, após a remoção do aparelho, para a avaliação das características periodontais, pois, caso exista qualquer inflamação devido ao acúmulo de placa no aparelho ortodôntico, ela será controlada neste período. Nos trabalhos de Chang et al. (CHANG et al., 2012) e Molen (MOLEN, 2010), os autores sugerem aguardar de 6 meses a 1 ano após a remoção do aparelho ortodôntico, para que a remodelação óssea esteja completa. Dessa maneira, a avaliação das estruturas ósseas, nas imagens de TCCB, não estaria comprometida, por uma diferença da densidade óssea enquanto este processo não estivesse concluído. Já Ten Hoeve e Mulie (TEN HOEVE, A.; MULIE, R.M., 1976) afirmaram, com base em evidências de laminografia, que o osso cortical se reestabelece em 6 meses, não importa o quanto o movimento dentário tenha sido extenso. Artun e Grobéty (ARTUN; GROBETY, 2001) afirmaram que as recessões gengivais, ocorridas devido às deiscências formadas pela movimentação ortodôntica, ocorrem nos primeiros três anos posteriores ao término do tratamento; após este período, a progressão foi idêntica a de grupos que não tinham sofrido expansão. Já os trabalhos que avaliaram a inclinação vestibular dos incisivos inferiores, na má oclusão de Classe III, tratados cirurgicamente, realizaram o exame de TCCB logo após o tratamento ortodôntico pré-cirúrgico (KIM; PARK; KOOK, 2009; LEE et al., 2012). Desta forma, a escolha da realização do exame tomográfico como substituição da documentação ortodôntica de controle, após um ano do tratamento ortodôntico, foi a mais adequada, de acordo com as justificativas enunciadas acima. Isso somado ao fato de que as alterações posteriores poderiam não ser decorrentes ao tratamento ortodôntico, considerando também a facilidade do

paciente em retornar para participar do estudo, sem ter comprometimentos com o delineamento do trabalho.

6.2 METODOLOGIA

6.2.1 Avaliação cefalométrica

As telerradiografias, em norma lateral, iniciais e finais, contidas na documentação de cada paciente da amostra, foram digitalizadas e os traçados cefalométricos iniciais e finais foram realizados e mensurados pelo método digital e por uma única examinadora (C.C.M.), utilizando-se o software Dolphin Imaging Software – versão 11.5 (Dolphin Imaging Sciences, Chatsworth, Calif, EUA). As telerradiografias padronizadas em norma lateral são amplamente aceitas e utilizadas, na Ortodontia, como uma ferramenta de análise das estruturas esqueléticas, dentárias e tegumentares (DVORTSIN et al., 2008). A utilização de softwares, para a análise cefalométrica, vem se tornando cada vez mais popular. A mensuração cefalométrica digital oferece uma série de vantagens, como realizar as mensurações das grandezas cefalométricas em um menor espaço de tempo (TSOROVAS; KARSTEN, 2010), a imagem pode ser ampliada sem a perda da qualidade, permitindo o ajuste de contraste, densidade e realce de bordas, tornando os tecidos moles mais facilmente perceptíveis, assim como o contorno das estruturas ósseas e pontos cefalométricos (SAYINSU et al., 2007), os ângulos e as distâncias são automaticamente calculados, eliminando a possibilidade de erro durante a medição manual e transferência dos dados para o computador (SANDLER, 1988).

O software utilizado, neste estudo, o Dolphin Imaging Software (versão 11.5), é amplamente utilizado e apresenta grande reprodutibilidade e acurácia nas medições de grandezas cefalométricas (SANDLER, 1988 APUD MENDES, 2013). A correção da magnificação não é algo tão simples neste software (POWER et al., 2005), entretanto, com uma pequena modificação da fórmula preconizada, é possível realizar a correção dos valores de magnificação das telerradiografias, possibilitando que mesmo aquelas realizadas em diferentes aparelhos de raios X

possam ser precisamente comparadas (TAN; LEWIS, 2010). Como as radiografias dos pacientes deste estudo foram realizadas em dois aparelhos de raios X diferentes, para que as mensurações das telerradiografias pudessem ser comparadas, necessitou-se informar ao programa cefalométrico o valor da magnificação de cada imagem radiográfica em função do aparelho de raio X (JANSON, G. et al., 2007). O programa Dolphin, diferente de outros programas, não possui um local específico para inserir a correção da magnificação (POWER et al., 2005). Durante a calibração da imagem, de acordo com o manual do fabricante, o fator de magnificação é colocado junto à fórmula do comprimento da régua (“Ruler Length”).

A marcação digital dos pontos cefalométricos e a individualização do traçado anatômico foram realizadas, em sala escurecida, por um único examinador (C.C.M.). Com o objetivo de minimizar a imprecisão na determinação das estruturas anatômicas, as telerradiografias iniciais e finais de um mesmo paciente eram utilizadas em sequência (HOUSTON, 1983).

Como explicado anteriormente, as grandezas cefalométricas 1-NB e IMPA foram utilizadas para a separação dos grupos, pois constituem grandezas que descrevem a quantidade de protrusão e inclinação vestibular dos incisivos inferiores, na base óssea, durante o tratamento ortodôntico (DJEU; HAYES; ZAWAIDEH, 2002). Estas grandezas cefalométricas foram escolhidas por serem medidas de fácil determinação e interpretação, além de serem utilizadas pelos demais autores nos trabalhos que avaliaram a inclinação vestibular destes dentes (ARI-DEMIRKAYA; ILHAN, 2008; ARTUN; KROGSTAD, 1987; LEE et al., 2012; RUF; HANSEN; PANCHERZ, 1999). Assim sendo, estas foram as grandezas cefalométricas escolhidas.

Para compatibilizar os grupos em relação ao padrão de crescimento craniofacial, a grandeza cefalométrica FMA foi utilizada. O valor do ângulo do plano mandibular com o plano de Frankfort – FMA define basicamente a orientação do padrão de crescimento craniofacial. Esse ângulo foi o escolhido, dentre os demais ângulos que definem o padrão de crescimento, pois os trabalhos que avaliam a relação anatômica alveolar, nos diferentes padrões de crescimento, utilizaram essa

variável em sua metodologia (GRACCO et al., 2009; GRACCO et al., 2010; MASUMOTO et al., 2001; TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998).

6.2.2 O exame de tomografia computadorizada *cone-beam*

Há uma dificuldade, tanto no aspecto clínico quanto no aspecto radiográfico convencional, em avaliar as alterações decorrentes do tratamento ortodôntico, principalmente nas regiões vestibular e lingual (WEHRBEIN; BAUER; DIEDRICH, 1995). As radiografias cefalométricas tradicionais foram usadas para avaliar a região dos incisivos inferiores (HARRIS; BAKER, 1990; LUPI; HANDELMAN; SADOWSKY, 1996), mas esta abordagem não é precisa o suficiente para determinar a relação geográfica entre os incisivos e o osso alveolar circundante. Tal fato ocorre, principalmente, devido aos efeitos de sobreposição radiográfica (GRACCO et al., 2010; YU et al., 2009) e à dificuldade de padronização da tomada radiográfica, sem promover distorção da imagem em decorrência das angulações variadas da fonte de raios X (HARRIS; BAKER, 1990). Com a tecnologia da tomografia computadorizada *cone-beam*, é possível adquirir imagens precisas que permitem avaliações quantitativas (FUHRMANN, R.A.; BUCKER; DIEDRICH, 1995; LEE et al., 2012) e qualitativas (FUHRMANN, R.A.; BUCKER; DIEDRICH, 1995) da superfície óssea e da relação entre dente e osso (LEE et al., 2012; PAN et al., 2014), sem as desvantagens das radiografias convencionais (FUHRMANN, R., 1996a). Assim, a TCCB constitui uma ferramenta útil e mais prática para avaliação das alterações do osso periodontal (LEUNG et al., 2010), como também para encontrar defeitos periodontais (VANDENBERGHE; JACOBS; YANG, 2008). Neste tipo de exame não ocorre sobreposição de imagens e não existe o fator de magnificação. Os riscos dos raios X são cumulativos, as estratégias para a redução da dose, incluindo escolha do aparelho e protocolo de aquisição da imagem, devem ser considerados na análise de todos os pacientes (GRUNHEID et al., 2012).

Desta forma, mesmo com o exame de tomografia computadorizada *cone-beam* não fazendo parte da documentação ortodôntica, o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos aprovou este trabalho exclusivamente porque a TCCB é o único método tridimensional com moderada dose de radiação que fornece informações com acurácia aceitável sobre as condições do suporte alveolar, após

uma movimentação ortodôntica *in vivo* (KAPILA; CONLEY; HARRELL, 2011). Baseado na literatura, a TCCB é indicada para a avaliação do suporte periodontal em paciente com largura óssea vestibulolingual reduzida (LEUNG et al., 2010; LOUBELE, M; et al., 2008; MOLEN, 2010; TIMOCK et al., 2011; YAGCI et al., 2012), como é o caso da região anterior da mandíbula. A indicação da TCCB para verificar o comprometimento das tábuas ósseas vestibular e lingual foi recentemente confirmada e publicada pela Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial (2013) em um importante estudo onde selecionou situações ortodônticas que justificassem a utilização da TCCB na Ortodontia.

A TCCB foi introduzida na década de 1990 e possui vantagens, como a baixa dose de radiação (LUDLOW; DAVIES-LUDLOW; BROOKS, 2003), menor custo (EVANGELISTA et al., 2010), menor produção de artefatos (SCARFE, W C; FARMAN; SUKOVIC, 2006) em comparação com a tomografia convencional, excelente contraste dos tecidos, eliminação de indefinição e sobreposição dos dentes adjacentes e alta resolução espacial (CEVIDANES et al., 2007; CEVIDANES; STYNER; PROFFIT, 2006; WEINBERG; KOLAR, 2005). A dose de radiação da TCCB ainda funciona como um bloqueio para a utilização deste tipo de exame na Ortodontia. A Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial publicou um estudo recente (2013) a respeito das recomendações clínicas do uso de TCCB, no tratamento ortodôntico, declarando a sua posição para este assunto. De acordo com esse trabalho, um protocolo com tomografia computadorizada convencional apresenta uma dose efetiva de radiação (E)* cerca de 7 vezes maior do que scanner de TCCB PreXion 3D (1410 μ Sv (SUOMALAINEN et al., 2009) e 189 μ Sv (LUDLOW; IVANOVIC, 2008), respectivamente), entretanto, os campos de visão (FOV) oferecidos no tomógrafo PreXion 3D são pequenos, compreendendo maxila e/ou mandíbula apenas, indicando assim, cuidados especiais na comparação direta da dose de radiação. Para um protocolo de resolução padrão, volume de 8,1 mm x 7,6 mm, a dose de radiação efetiva exposta pelo exame 189 μ Sv (LUDLOW; IVANOVIC, 2008) equivale a cerca de sete a oito vezes a radiação exposta por uma panorâmica

* Dose Efetiva de Radiação (E): É um cálculo amplamente utilizado que permite a comparação do dano de diferentes exposições à radiação ionizante a um dano equivalente produzido por uma dose de radiação em todo o corpo. *E* é expressa em μ Sv (microsieverts) e é calculada pela equação: $E = \sum w_t x H_t$, em que *E* é o produto do fator de peso do tecido (*w_t*, representa a contribuição relativa daquele órgão ou tecido ao risco geral do organismo, e dose de radiação com peso (*H_t*). O risco do corpo inteiro é encontrado pela somatória de todos os órgãos e tecidos expostos (MORAIS, 2012).

(26 μ Sv) (LUDLOW; IVANOVIC, 2008), entretanto, não representa o dobro das radiografias periapicais boca-toda (100 μ Sv) (SCARFE, W C; FARMAN ; SUKOVIC, 2006). Uma maneira de diminuir a dose de radiação efetiva, recebida durante o exame de TCCB, é a escolha adequada do FOV – campo de visão, ele deve abranger apenas as estruturas que devem ser avaliadas com o exame (2013), este detalhe será abordado mais adiante.

Sabe-se que as resoluções de TCCB fornecem dados precisos e retratam a verdade anatômica de forma confiável (LEUNG et al., 2010; PATCAS, R.; et al., 2012; TIMOCK et al., 2011), sendo, portanto, um instrumento adequado para mensurações lineares intra-orais (PATCAS, R.; et al., 2012). A TCCB é um método radiográfico tridimensional de moderada dose, com boa acurácia e confiabilidade, inclusive na avaliação de estruturas de pequenas dimensões como o periodonto (MORAIS, 2012). O protocolo de aquisição da imagem deve ser corretamente estabelecido para minimizar a má interpretação dos resultados e melhorar a qualidade da pesquisa (MOLEN, 2010). O exame de tomografia computadorizada foi realizado no tomógrafo PreXion 3D (The Yoshida Dental MSG. CO., Ltda, Tóquio, Japão), com regime de trabalho de 90 kV, 4 mA e tempo de exposição de 19 segundos, pertencente ao centro de documentação particular da cidade de Bauru, devidamente licenciado pelo órgão de Vigilância Sanitária competente, após laudo radiométrico emitido pela empresa Embraq em 2012. Foi selecionado o campo de visão (FOV) de 56 mm de diâmetro x 51 mm de altura, de modo a abranger toda a região anterior da mandíbula; a dimensão do voxel equivaleu a 0,1 mm. O tamanho do voxel afeta a precisão das mensurações e os limites de concordância das diferentes resoluções dos diferentes protocolos devem ser considerados quando da escolha do tamanho do voxel (PATCAS, R.; et al., 2012). Em um mesmo tomógrafo, com a diminuição do tamanho do voxel de 0,4 para 0,25 mm (SUN et al., 2011) e de 0,4 para 0,2 mm (WOOD et al., 2013), ou em tomógrafos distintos (RAZAVI et al., 2010) ocorre uma melhora da acurácia de medidas lineares, diminuindo as imprecisões das mensurações. Uma melhor precisão é conseguida também com uma melhor resolução espacial da imagem (RAZAVI et al., 2010) e, de acordo com Molen (MOLEN, 2010), a resolução espacial da imagem (menor distância para identificação de duas estruturas distintas) de TCCB não equivale exatamente à diminuição do voxel apenas, algumas propriedades das imagens, como a média do

volume parcial, os artefatos e os ruídos também podem interferir nesta propriedade. No estudo de Ballrick et al. (BALLRICK et al., 2008), a resolução espacial da imagem para um voxel de 0,2 mm foi de 0,4 mm, já para o voxel de 0,3 mm e 0,4 mm esta resolução espacial era de 0,7 mm; para áreas de osso fino, uma resolução espacial de 0,7 mm não é adequada. Para obter uma boa resolução espacial da imagem, o campo de visão da tomada radiográfica (FOV) e a dimensão do voxel devem ser os menores possíveis (MOLEN, 2010). Assim, como este trabalho avaliou medidas lineares muito pequenas, optou-se por um voxel e FOV bastante reduzidos, de 0,1 mm e 56 mm de diâmetro x 51 mm de altura, respectivamente, para assegurar uma melhor qualidade da imagem tomográfica e nitidez suficiente para as mensurações, com a menor dose de radiação possível. Os pacientes foram posicionados, no aparelho, padronizando-se a posição da cabeça de modo que o plano de Frankfurt ficasse paralelo e o plano sagital mediano perpendicular ao solo e eles foram orientados a permanecer imóveis para não ocorrer artefatos de movimentação (GARIB, D. G.; et al., 2010).

Pode-se verificar que foi escolhido o protocolo mais adequado de aquisição de imagem que apresenta nitidez suficiente para a identificação das estruturas que foram avaliadas, e ao mesmo tempo, com a menor dose de radiação possível. Respeitando, portanto, o princípio ALARA (*“As Low As Reasonably Achievable”*) (Horner; Armitt, 2011 <http://www.eadmfr.info/guidelines-cbct-dental-and-maxillofacial-radiology>). As imagens originais foram armazenadas no formato digital (DICOM - *Digital Image and Communication in Medicine*) para possibilitar a revisão de qualquer imagem sem perda de qualidade, permitindo a visualização, manipulação e análise a qualquer momento.

6.2.2.1 Padronização, seleção e mensurações das imagens de tomografia computadorizada *cone-beam*

Embora inúmeros trabalhos tenham verificado o nível e a espessura da tábua óssea alveolar, nenhum segue uma metodologia padronizada. Diferentes cortes da imagem são utilizados, em diferentes posições, e muitos não exemplificam ou citam a padronização inicial que deveria ser realizada nos softwares. O melhor método descrito, na literatura, foi o método de Lee et al. (LEE et al., 2012) e Kim,

Park, Kook (KIM; PARK; KOOK, 2009). Este método segue o inicialmente proposto por Handelman (HANDELMAN, C.S., 1996) e Beckmann et al. (BECKMANN et al., 1998) em radiografias convencionais. Contudo, nenhum destes autores descreveu a padronização inicial das imagens nos softwares.

O software escolhido para a avaliação das imagens de tomografia computadorizada *cone-beam* foi o Dolphin Imaging Software – versão 11.5 (Dolphin Imaging Sciences, Chatsworth, Calif, EUA). Ele permite a observação simultânea e individual dos cortes sagital, axial, coronal e da reformatação 3D (modelo tridimensional). Este software é bastante utilizado na Odontologia e alguns autores já demonstraram a sua utilização para mensurações alveolares (FERREIRA, 2010; TIMOCK et al., 2011; WOOD et al., 2013). Wood et al. (WOOD et al., 2013) compararam dois softwares muito utilizados na Odontologia o Dolphin (version 11.5 Premium; Dolphin Imaging, Chatsworth, Calif) e o OsiriX (version 3.9; www.osirix-viewer.com); verificaram que ambos possuem o mesmo grau de precisão para as medidas da altura óssea alveolar. Este software foi o escolhido devido a sua precisão, fácil manuseio das ferramentas contidas no próprio programa com praticidade e grande aceitação na área da Odontologia.

A padronização inicial da imagem foi realizada na ferramenta “*Orientation*”, de forma que a linha do corte parassagital (chamado sagital, no programa) passasse exatamente no longo eixo do dente em questão. Na imagem axial da reformatação multiplanar, a confirmação de que o corte parassagital estava localizado exatamente no centro do longo eixo do dente, na maior distância vestibulolingual, também foi verificada. A escolha do corte parassagital, passando na maior distância vestibulolingual, no longo eixo do dente no corte axial, foi padronizada inicialmente no estudo de Kook, Kim e Kim (KOOK; KIM; KIM, 2012), Kim, Park e Kook (KIM; PARK; KOOK, 2009) e Sarikaya et al. (SARIKAYA et al., 2002). Vale ressaltar que, além de desenvolver uma metodologia que levasse em consideração trabalhos que avaliaram a morfologia alveolar mandibular (ENHOS et al., 2012; EVANGELISTA et al., 2010; KIM; PARK; KOOK, 2009; KOOK; KIM; KIM, 2012; LEE et al., 2012; NAHM et al., 2012; SARIKAYA et al., 2002; YAGCI et al., 2012), facilitando possíveis comparações dos resultados, o corte parassagital escolhido neste trabalho é o único que permite que as mensurações do nível ósseo alveolar e da espessura da tábua óssea sejam realizadas na mesma imagem. Ao contrário, se demais cortes fossem

escolhidos para a mensuração de cada variável, por exemplo, corte axial para espessura, corte sagital para nível/altura óssea, novas padronizações seriam necessárias e, assim, maiores riscos de erros de padronização estariam presentes na metodologia. A análise da espessura óssea, em um único corte axial, tem como desvantagem o fato de que se considera a medida naquela altura, não sendo apreciada a situação óssea ao longo da raiz (MORAIS, 2012). Após esta padronização e seleção, a imagem parassagital determinada era utilizada para as avaliações tomográficas.

A avaliação quantitativa do presente estudo realizou as mensurações na ferramenta “*Digitalize/Measurements*”, na qual linhas, pontos e ângulos são facilmente confeccionados. Os passos para essas mensurações seguiram os descritos por Lee et al. (LEE et al., 2012) e Kim, Park e Kook (KIM; PARK; KOOK, 2009), onde a crista alveolar foi definida como o extremo cervical do osso alveolar (LUPI; HANDELMAN; SADOWSKY, 1996) e a distância entre a crista alveolar e a junção cimentoesmalte nas superfícies vestibular e lingual, paralelamente ao longo eixo do dente, representou o nível da crista óssea alveolar. Esta mensuração foi realizada em demais trabalhos da literatura que relataram a perda óssea alveolar ao redor dos incisivos inferiores, seguindo os mesmos princípios (KIM; PARK; KOOK, 2009; KOOK; KIM; KIM, 2012; LEE et al., 2012; LUPI; HANDELMAN; SADOWSKY, 1996; SHARPE et al., 1987). Com esta mesma ferramenta, as espessuras da tábua óssea vestibular e lingual foram mensuradas, perpendicularmente, ao longo eixo do dente, na metade radicular, como descrito anteriormente por Lee et al. (LEE et al., 2012), mensurada desde o limite externo da cortical até o perímetro da raiz dentária e no ápice radicular, como descrito por Kim, Park, Kook (KIM; PARK; KOOK, 2009), Kook, Kim e Kim (KOOK; KIM; KIM, 2012) e Lee et al. (LEE et al., 2012), do ápice radicular ao limite externo da cortical alveolar, perpendicularmente ao longo eixo do dente.

Com a tecnologia da tomografia computadorizada *cone-beam* além das avaliações quantitativas da superfície óssea e da relação entre dente e osso (FUHRMANN, R.A.; BUCKER; DIEDRICH, 1995; LEE et al., 2012), as avaliações qualitativas também são possíveis e eliminam as desvantagens das radiografias convencionais (FUHRMANN, R.A.; BUCKER; DIEDRICH, 1995). Sabe-se que as deiscências ósseas alveolares são defeitos ósseos onde a altura da crista alveolar é

maior que 2 mm, considerando a distância da crista óssea até a junção cimentoesmalte (EVANGELISTA et al., 2010; KOOK; KIM; KIM, 2012; NEWMAN et al., 2012; PERSSON et al., 1998; YAGCI et al., 2012). Quando ainda há algum osso na região cervical, o defeito é chamado de fenestração (LINGHE; KARRING; ARAÚJO, 2003). Neste estudo, a presença ou ausência de deiscência foi avaliada na face vestibular e lingual do corte parassagital escolhido; se a distância da junção cimentoesmalte à crista alveolar fosse maior que dois milímetros, a presença de deiscência era marcada. Este valor foi escolhido devido aos relatos já citados anteriormente e ao fato de que alguns autores relataram que pessoas sem história ou sinais de doença periodontal apresentam esta distância entre 0 a 2 mm (KALLESTAL; MATSSON, 1989; NEWMAN et al., 2012; STONER, 1972). O periodonto saudável apresenta dimensões médias distribuídas em 1,07 mm de inserção conjuntiva e 0,97 mm de epitélio juncional num total de 2,04 mm acima da crista óssea, sendo estas estruturas constantes nos seres humanos (GARGIULO; WENTZ; ORBAN, 1961 apud JANSON, M.R.P.; JANSON; MARTINS, 2001). A presença ou ausência de fenestrações foram anotadas para as superfícies vestibular e lingual no corte parassagital, seguindo os demais trabalhos da literatura (EVANGELISTA et al., 2010; SARIKAYA et al., 2002).

As médias dos incisivos centrais direito e esquerdo, incisivos laterais direito e esquerdo e caninos direito e esquerdo foram calculadas e representadas pelos números 1 – incisivos centrais, 2 – incisivos laterais e 3 – caninos. Já está comprovado, na literatura, que não há diferença entre os lados direito e esquerdo para as espessuras da tábua alveolar (ZEKRY et al., 2014), da mesma forma que não há diferença entre a espessura da cortical óssea alveolar (BAUMGAERTEL; HANS, 2009). Assim, nenhuma região foi composta por diferentes padrões de espessura do osso alveolar que pudesse comprometer os resultados finais. As médias para essas regiões foram analisadas para cada paciente e utilizadas nos cálculos estatísticos. A maioria dos trabalhos na literatura avalia somente os incisivos centrais (BAYSAL et al., 2013; KIM; PARK; KOOK, 2009; KOOK; KIM; KIM, 2012; UYSAL et al., 2012; YU et al., 2009) e incisivos laterais (GRACCO et al., 2010; NAHM et al., 2012; NAUERT; BERG, 1999; RAPOSO et al., 2011; SARIKAYA et al., 2002). No presente estudo, avaliou-se toda a região anterior da mandíbula, incluindo os caninos para ter uma melhor visão das características ósseas desta região,

principalmente, devido ao fato de que a TCCB permite a avaliação de cada dente e, por consequência, os resultados tornam-se mais específicos.

Desta forma, pode-se verificar que a metodologia deste trabalho buscou ser a mais prática e reprodutível possível seguindo os trabalhos clássicos da literatura, ao passo que todas as características alveolares da região anterior da mandíbula pudessem ser corretamente avaliadas.

6.2.3. Precisão da metodologia

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

Considerando-se que, quanto mais precisa a metodologia, mais fiéis são as conclusões inferidas, um trabalho que não quantifica o erro do método deve ser avaliado com reserva. Para evitar esse problema, 20 telerradiografias foram selecionadas aleatoriamente para a verificação do erro intraexaminador, após um intervalo de 30 dias, assim como, 10 imagens de tomografia computadorizada *cone-beam*. O traçado, a digitalização e as medições cefalométricas foram realizados exatamente nas mesmas condições e seguindo rigorosamente os mesmos critérios utilizados para a análise de todas as telerradiografias da amostra. A padronização das imagens de TCCB e a confecção dos cortes selecionados para as mensurações das características ósseas alveolares seguiram também os mesmos critérios.

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

teste t pareado não demonstraram nenhum erro sistemático estatisticamente significativo (Tabela 6).

O erro casual, calculado pela fórmula proposta por Dahlberg (DAHLBERG, 1940), quantifica a imprecisão do operador durante a demarcação dos pontos. Os erros casuais não afetam a média da amostra, mas geralmente aumentam a variância e, dessa forma, os desvios-padrão. Isso não invalida os resultados, mas se torna uma diferença estatisticamente mais difícil de ser obtida. Os requisitos para o tamanho da amostra se tornam maiores se a forma de medição oferecer baixa confiabilidade. Os resultados da fórmula de Dahlberg demonstraram que os erros casuais para as variáveis deste estudo foram poucos (Tabela 6). Conclui-se que os desvios-padrão encontrados para elas sejam realmente o reflexo da variabilidade dos grupos. A ausência de erros sistemáticos e os valores reduzidos para o erro casual atestaram a precisão, confiabilidade e reprodutibilidade das medidas realizadas nesta pesquisa.

6.3 RESULTADOS

6.3.1 Compatibilidade entre os grupos da amostra

De acordo com os testes estatísticos realizados, houve compatibilidade do grupo experimental e grupo controle para gênero, idade ao final do tratamento e padrão de crescimento craniofacial (Tabela 7). Esses testes foram realizados para verificar a distribuição de cada uma dessas variáveis em ambos os grupos. Sabe-se que existe diferença das mensurações alveolares na região da sínfise mandibular de acordo com o sexo, a espessura alveolar é maior para o sexo masculino em comparação ao feminino, com exceção da espessura vestibular do ápice ao limite interno da cortical óssea, para pacientes não tratados ortodonticamente (UYVAL et al., 2012). Janson et al. (JANSON, G. et al., 2003) já relatava que há uma controvérsia na literatura sobre a influência do sexo na altura óssea alveolar. Segundo os estudos que verificaram alterações no nível das cristas ósseas e na espessura da tábua óssea alveolar, no ápice radicular, no tratamento ortodôntico dos pacientes com má oclusão inicial de Classe III, não foram encontradas

diferenças significativas para o sexo (KIM; PARK; KOOK, 2009; KOOK; KIM; KIM, 2012) e atualmente um estudo verificou que não há diferenças entre o sexo para pacientes não ortodônticos (ZEKRY et al., 2014) em relação às mensurações quantitativas alveolares mandibulares. Outro estudo verificou que não há diferença na prevalência de fenestrações entre os gêneros (PAN et al., 2014). Desta forma, este trabalho compatibilizou os grupos quanto ao sexo para que não houvesse interferência desta variável nos resultados, já que existe controvérsia na literatura.

As populações de células e vascularização são reduzidas no ligamento periodontal e no processo alveolar dos adultos. Existe uma redução nas substâncias do colágeno do ligamento periodontal, assim como, menor número de fibroblastos, osteoblastos e cementoblastos, desta forma, os pacientes adultos podem responder diferentemente ao esquema convencional do tratamento ortodôntico dos pacientes adolescentes (GRANT; BERNICK, 1972 apud NEWMAN et al., 2012). O tratamento em adolescentes geralmente é auxiliado pelo crescimento dos maxilares e do desenvolvimento do alvéolo, enquanto que nos adultos, a correção é totalmente por meio do movimento dos dentes no alvéolo (HARRIS; DYER; VADEN, 1991). Não há estudos comparando a diferença da tábua óssea nas diferentes faixas etárias, mas Swasty et al. (SWASTY et al., 2009) verificaram que a cortical óssea alveolar mandibular para indivíduos de 10 a 19 anos é menor do que em idades mais avançadas e a espessura aumenta com a idade até os 49 anos e, a partir deste período, começa a diminuir. Para manter os resultados livres de interferências relativas à idade dos pacientes da amostra, compatibilizaram-se os dois grupos.

Padrão de crescimento horizontal apresenta um rebordo alveolar mais largo no sentido vestibulolingual, comparado ao padrão de crescimento vertical (GARIB, D. G.; et al., 2010; HANDELMAN, C.S., 1996; MULIE, R.M.; HOEVE, 1976). Essas diferenças parecem se concentrar na região dos ápices radiculares (FERREIRA, 2010; TSUNORI; MASHITA; KASAI, 1998) e em diferentes níveis da vestibular na região ântero-inferior, com correlações negativas significantes para o valor do FMA (MENEZES, 2011). Beckmann et al. (BECKMANN et al., 1998) identificaram que os dolicofaciais apresentam o rebordo alveolar e a sínfise mandibular mais estreitos do que os demais tipos faciais, assim como foi confirmado por Sadek; Sabet e Hassan, em 2014 (SADEK; SABET; HASSAN, 2014). Um estudo recente concluiu que os pacientes que possuem padrão de crescimento vertical apresentam maiores

números de deiscências, porém, não há diferença para a presença ou ausência de fenestrações e padrões faciais (ENHOS et al., 2012). Portanto, houve a necessidade de compatibilização da amostra com relação ao padrão de crescimento craniofacial, representado pela grandeza cefalométrica FMA.

De acordo com os resultados da Tabela 7, os valores médios obtidos para as variáveis comparadas apresentaram-se estatisticamente semelhantes nas duas categorias de grupos estudados. Nota-se, portanto, um alto grau de compatibilidade entre todos eles e ausência de interferência de características díspares nos resultados.

6.3.2 Resultados das comparações entre os Grupos Experimental e Controle

De acordo com os resultados encontrados na Tabela 8, os grupos foram significativamente diferentes com relação à quantidade de protrusão e inclinação vestibular dos incisivos inferiores durante o tratamento ortodôntico.

6.3.2.1 Avaliação Quantitativa

6.3.2.1.1 Níveis da Crista óssea Alveolar

Movimentos vestibulolinguais excessivos dos incisivos inferiores devem ser evitados, segundo a literatura, para que não ocorra perda óssea irreversível, o que reduz o suporte dentário (TEN HOEVE, A.; MULIE, R.M., 1976). Não está definido quanto de osso alveolar (altura/largura – recobrimento vestibulolingual) é necessário para suportar os dentes em suas novas posições e para assegurar o resultado do tratamento ortodôntico em longo prazo (KOOK; KIM; KIM, 2012). Contudo, sabe-se que a inclinação vestibular dos incisivos inferiores pode causar efeitos colaterais, como reabsorção externa, recessões gengivais e defeitos alveolares como deiscências e fenestrações (EVANGELISTA et al., 2010). Neste trabalho, não houve diferença para o nível da crista óssea alveolar entre os pacientes que tiveram os dentes anteriores acentuadamente inclinados para vestibular, no tratamento da má oclusão de Classe II (grupo experimental), e os pacientes que, o tratamento não

incitou a mesma quantidade de movimento (grupo controle), como mostra a Tabela 9. Verifica-se que os incisivos centrais demonstraram maiores médias do NCO tanto na vestibular quanto na lingual para o grupo experimental, enquanto que este padrão não ocorre nos incisivos laterais e caninos, sendo maior apenas na face vestibular, ou seja, no sentido do movimento ortodôntico. Estes resultados, embora não significantes, mostram que os efeitos no nível da crista óssea alveolar podem ser mais predominantes nos incisivos centrais. A inexistência de trabalhos semelhantes, que comparam dois grupos diferentes de pacientes com a mesma má oclusão inicial e que promoveram diferente inclinação vestibular dos incisivos inferiores, dificulta a comparação dos resultados.

Estes resultados não são compatíveis aos encontrados nos trabalhos clássicos desenvolvidos em animais (ENGELKING; ZACHRISSON, 1982; STEINER, G.G.; PEARSON; AINAMO, 1981; WENNSTROM et al., 1987). Nesses trabalhos, o movimento vestibular dos incisivos inferiores resultava em grandes reabsorções da tábua óssea correspondente (THILANDER et al., 1983), marcantes deiscências ósseas e frequentes fenestrações vestibulares (STEINER; PEARSON; AINAMO, 1981). No entanto, sabe-se que os achados em humanos representam um nível de evidência mais elevado que os resultados provenientes de estudos em animais. Esta diferença pode ter ocorrido devido à diferença na quantidade de protrusão dos incisivos inferiores. No trabalho de Steiner, Pearson e Ainamo (STEINER, G.G.; PEARSON; AINAMO, 1981), a média foi de 3,05 mm (STEINER, G.G.; PEARSON; AINAMO, 1981), enquanto que a média de protrusão deste estudo para o Grupo Experimental foi de 1,88 mm. Além disso, estes autores compararam dentes movimentados ortodonticamente com grupo controle de dentes não movimentados ortodonticamente, ou seja, que não receberam forças ortodônticas. De acordo com Melsen (MELSEN, 1999), o movimento dentário vestibulolingual pode ocorrer com ou através do osso alveolar. No primeiro caso, haveria reabsorção da superfície óssea, na área de pressão do ligamento periodontal, com uma aposição compensatória na superfície externa do processo alveolar. Entretanto, quando a magnitude de força induz à reabsorção óssea indireta, os clastos reabsorvem a superfície externa da tábua óssea em direção ao ligamento periodontal, levando, assim, ao movimento dentário através da delgada tábua óssea alveolar. Durante o tratamento ortodôntico, buscam-se forças ideais para ocorrer apenas o primeiro

processo, porém, devido à irregularidade e espessura delgada da superfície óssea na região ântero-inferior, esta perda alveolar e o aumento do nível da crista óssea alveolar podem ocorrer também nos casos em que há pouca alteração na posição dos incisivos inferiores, como no grupo controle. As médias do NCOV e do NCOL de ambos os grupos ficaram próximas à condição de saúde (2 mm) (JANSON, G. et al., 2003; NEWMAN et al., 2012).

A maioria dos estudos atuais encontrados na literatura reporta as características periodontais dos tecidos moles ao redor destes dentes inclinados para vestibular com o tratamento ortodôntico, não encontrando associação com as recessões gengivais (ALLAIS; MELSEN, 2003; ARTUN; GROBETY, 2001; DJEU; HAYES; ZAWAIDEH, 2002; MELSEN; ALLAIS, 2005; RENKEMA et al., 2013; RUF; HANSEN; PANCHERZ, 1999). Vale ressaltar que a inclinação vestibular por si só não causa recessões gengivais (RUF; HANSEN; PANCHERZ, 1999), contudo, possíveis deiscências formadas a partir desse movimento predispõem a área a recessões em longo prazo (YARED; ZENOBIO; PACHECO, 2006). Uma vez definida a deiscência óssea, a recessão gengival pode se desenvolver na deficiência de mucosa ceratinizada e/ou na presença de fatores precipitantes como inflamação e escovação traumática (YARED; ZENOBIO; PACHECO, 2006). Como visto, na ausência de suporte ósseo, o tecido gengival pode ceder frente a inúmeros fatores (YARED; ZENOBIO; PACHECO, 2006). A natureza fina da caixa alveolar mandibular torna difícil prever as consequências periodontais dos movimentos excessivos dos incisivos na correção da má oclusão de Classe III (ARI-DEMIRKAYA; ILHAN, 2008; ARTUN; KROGSTAD, 1987). Talvez por esses achados, os trabalhos que avaliaram recentemente as características alveolares após a movimentação ortodôntica, se concentraram na má oclusão de Classe III, dificultando a comparação dos resultados.

Outros trabalhos avaliaram perdas ósseas ocorridas no intervalo entre o início e o final da movimentação ortodôntica vestibulolingual dos incisivos inferiores (LEE et al., 2012; LUPI; HANDELMAN; SADOWSKY, 1996; NAHM et al., 2012; SARIKAYA et al., 2002; WEHRBEIN; BAUER; DIEDRICH, 1996). O presente trabalho avaliou as características, após a movimentação ortodôntica, ou seja, os valores encontrados indicam qual é o suporte ósseo dos pacientes da amostra, porém, não indicam que essas mensurações reflitam o grau de osso alveolar perdido

com o movimento ortodôntico, desta forma o nível da crista óssea alveolar (NCO) significa suporte alveolar atual e não perda óssea.

O único trabalho que verificou os níveis da crista óssea dos incisivos inferiores, após a movimentação ortodôntica, com TCCB, seguindo a mesma metodologia, foi o realizado por Kim, Park e Kook (KIM; PARK; KOOK, 2009), entretanto, em pacientes com má oclusão inicial de Classe III e média de idade semelhante, porém, sem grupo controle. A média para o NCOV e NCOL dos incisivos centrais inferiores (6,87 mm e 8,19 mm, respectivamente) foram maiores em comparação com o presente trabalho, o que demonstrou exposição radicular de 75% do comprimento total. Esta diferença provavelmente ocorreu por alguns fatores. Primeiro, os pacientes da amostra do presente estudo são pacientes que tinham má oclusão inicial de Classe II, já a amostra de Kim, Park e Kook era de pacientes Classe III; já está comprovado, na literatura, que a sínfise mandibular é mais estreita nos pacientes Classe III do que nos Classe II (YAMADA et al., 2007) e as consequências periodontais do movimento dos incisivos, nestas condições, se tornam mais críticas (ARI-DEMIRKAYA; ILHAN, 2008). Além deste fato, eles não reportaram quanto de inclinação vestibular e/ou protrusão ocorreu durante a movimentação ortodôntica, possivelmente foi em níveis maiores do que os apresentados neste estudo. Ao comparar os valores encontrados por Kim, Park e Kook com os valores do estudo de Lee et al. (LEE et al., 2012) que avaliaram o nível da crista óssea dos incisivos antes e após a movimentação ortodôntica de pacientes Classe III, ortodôntico-cirúrgicos, percebe-se que os valores encontrados, após a inclinação vestibular de em média 10° dos incisivos inferiores para nível da crista óssea vestibular e lingual (2,76 mm e 2,32 mm para os incisivos centrais e 2,73 mm e 2,45 mm para os incisivos laterais, respectivamente), são medidas menores do que Kim, Park e Kook. Embora o protocolo da TCCB não esteja definido no estudo de Lee et al., especula-se que o protocolo utilizado no estudo de Kim, Park e Kook, com voxel equivalente a 0,4 mm pode ter dificultado a correta avaliação da região anterior mandibular.

Fuhrman, Bucker e Diedrich observaram que quando a espessura cortical é inferior a 0,5 mm, a verificação com TCCB é relativamente precisa (FUHRMANN, R.A.; BUCKER; DIEDRICH, 1995). Sabe-se que os erros de percepção são inerentes às observações e as decisões humanas; no entanto, a magnitude do erro

na percepção visual é moderada pela nitidez da imagem (MOL; BALASUNDARAM, 2008). A falta de clareza da imagem pode ser o resultado de limitada resolução espacial da imagem, pouca resolução de contraste, pobre relação sinal-ruído ou uma combinação destes. Mol e Balasundaram (MOL; BALASUNDARAM, 2008) identificaram que tanto a demarcação da junção cimento-esmalte como a borda coronal do osso alveolar podem desafiar a resolução espacial do sistema quando se utiliza um voxel de 0,3 mm, pois são estruturas extremamente delgadas encontradas no aspecto anterior da mandíbula. A resolução espacial da imagem (menor distância para identificação de duas estruturas distintas) de TCCB pode ser definida por algumas propriedades das imagens tomográficas, como a média do volume parcial, os artefatos e o ruído. Para obtenção de uma boa resolução espacial, o campo de visão da tomada radiográfica (FOV) e a dimensão do voxel devem ser ambos, o menor possível (MOLEN, 2010). Leung et al. verificaram que, usando um voxel de 0,38 mm a 2 mA, a altura óssea alveolar pode ser medida com precisão de cerca de 0,6 mm. Ao escolher um protocolo de imagem de 0,4 mm como o proposto por Kim, Park e Kook (KIM; PARK; KOOK, 2009) para avaliação do nível ósseo alveolar na região da sínfise, a resolução espacial da imagem pode ter sido comprometida, e os valores elevados tanto na vestibular quanto na lingual, podem ser representações de falso-negativos para o osso alveolar. Porém, os resultados de Kim, Park e Kook não podem ser ignorados, uma vez que, em Ortodontia, espessuras alveolares inferiores a 0,5 mm (quantidade esta que pode ter sido classificada como 0 mm de tecido ósseo alveolar na cervical) representa um “quase defeito”, porque é extremamente fino e, segundo alguns autores, devem ser considerados como defeito (EVANGELISTA et al., 2010; HANDELMAN, C., 1996). Vale ressaltar que o presente estudo buscou selecionar o melhor protocolo de imagem para avaliação destas estruturas alveolares, como exemplificado no item 6.2.2. deste capítulo.

A escolha do melhor protocolo de aquisição de imagem deste trabalho também explica a diferença dos resultados com o trabalho de Garlock (GARLOCK, 2012). Este autor comparou imagens de TCCB antes e após a movimentação dos incisivos para vestibular na má oclusão de Classe I e II, sem extrações dentárias. A metodologia foi bastante semelhante e valores significativos para vestibular e lingual foram encontrados, representando um aumento desta medida após a movimentação. Comparação indireta dos resultados mostra que, embora os valores

médios sejam muito próximos para os dois grupos deste trabalho, a dificuldade encontrada na demarcação da altura óssea alveolar vestibular e lingual na mandíbula com o voxel 0,3 mm (LEUNG et al., 2010) talvez fizesse com que o nível mais cervical do osso alveolar (estrutura bastante delicada) fosse classificado por Garlock como ausente.

Lee et al. (LEE et al., 2012) compararam pacientes Classe III, antes e depois do tratamento ortodôntico pré-cirúrgico, como exposto acima, e encontraram diferença estatisticamente significativa para o NCOV e NCOL dos incisivos inferiores, com valores maiores após a movimentação. De acordo com a Tabela 9, verifica-se que o NCOV é maior para os incisivos e caninos do grupo experimental do que no grupo controle, porém, sem diferenças significativas. Especula-se que essa divergência de resultados ocorreram devido a diferentes má oclusões iniciais dos pacientes, além do fato de que Lee et al. avaliaram as característica antes de qualquer movimentação destes dentes, enquanto o atual trabalho comparou dois grupos tratados ortodonticamente, porém com diferença na quantidade de movimentação. O tempo em que a TCCB foi realizada também pode ser responsável por esta divergência de resultados, sugerem-se esperar 1 ano após a remoção do aparelho ortodôntico para que a remodelação óssea esteja completa (MOLEN, 2010; CHANG et al., 2012), com isso a avaliação nas imagens de TCCB das estruturas ósseas não estaria comprometida por uma diferença da densidade óssea enquanto este processo não estivesse concluído.

Nos demais trabalhos da literatura, o nível da crista óssea alveolar, ao redor dos incisivos inferiores, foi observado nas superfícies proximais após o tratamento ortodôntico (SHARPE et al., 1987), ou, antes do movimento ortodôntico (HANDELMAN, C., 1996; KOOK; KIM; KIM, 2012; RAPOSO et al., 2011; YAGCI et al., 2012) para avaliação morfológica inicial. De acordo com a comparação dos resultados, podemos afirmar que o NCOV e o NCOL dos incisivos inferiores ficam próximos dos pacientes com oclusão normal reportados por Kook, Kim e Kim (1,68 mm e 2,22 mm) (KOOK; KIM; KIM, 2012). Este detalhe torna os tratamentos da má oclusão de Classe II seguros quanto a esta variável para os incisivos inferiores, mesmo quando ocorre protrusão destes dentes de 1,88 mm, em média. Adicionalmente, esses resultados são ligeiramente maiores para os incisivos centrais e corroboram para os incisivos laterais com os resultados do trabalho de

Raposo et al. (RAPOSO et al., 2011), que avaliaram os níveis ósseos em pacientes não tratados em imagens de TCCB com voxel de 0,25 mm. Entretanto, ao avaliar os resultados dos níveis alveolares para os pacientes com má oclusão de Classe II não tratados, realizado por Yagci et al. (YAGCI et al., 2012), de em média 6,14 mm, verifica-se que os valores atuais após a movimentação são mais reduzidos (de 1,53 mm a 2,94 mm – Tabela 9). Mais uma vez a diferença pode ser devido aos diferentes protocolos de aquisição de imagem, este estudo selecionou um voxel de 0,1 mm enquanto Yagci et al. selecionaram um tamanho de voxel de 0,3 mm, permitindo, desta forma, valores falso-negativos do osso alveolar cervical.

Mesmo sabendo que as recessões gengivais ocorrem principalmente devido às características da gengiva marginal ao redor dos incisivos inclinados para vestibular (YARED; ZENOBIO; PACHECO, 2006), quando se compara um grupo que inclinou acentuadamente para vestibular estes dentes com um grupo que não promoveu esta inclinação durante o tratamento, não há diferença para recessões gengivais (ARTUN; KROGSTAD, 1987; DJEU; HAYES; ZAWAIDEH, 2002). Esses resultados, de certa forma, corroboram com os resultados do presente estudo, uma vez que não houve diferença significativa dos níveis ósseos alveolares para o grupo com maior movimentação. Sabe-se que recessões gengivais são acompanhadas de deiscências ósseas alveolares, porém, o contrário não é verdadeiro, assim, cuidados especiais devem ser tomados ao relacionar estes comprometimentos periodontais.

Pode-se verificar que existe segurança com o tratamento da má oclusão de Classe II, mesmo quando ocorre protrusão dos incisivos inferiores para os níveis da crista óssea alveolar. Contudo, o fato de não encontrarmos diferenças significativas entre o grupo experimental e o controle não significa que cuidados especiais não devam ser tomados no plano de tratamento, pois se constitui de uma região muito delicada, onde uma pequena perda da quantidade de suporte ósseo já faz diferença.

6.3.2.1.2 Espessura da Tábua Óssea Alveolar

Os limites anatômicos definidos pelas tábuas ósseas do alvéolo, no nível apical dos incisivos, podem ser considerados como “Paredes Ortodônticas” (HANDELMAN, C., 1996) e desafiar essas fronteiras pode acelerar sequelas iatrogênicas, como reabsorção do osso alveolar, fenestrações e recessões gengivais

(TEN HOEVE, A.; MULIE, R. M., 1976). Pesquisas anteriores mostraram que, no caso da sínfise, movimentos pronunciados ântero-posteriores dos incisivos, durante o tratamento ortodôntico de rotina, pode ser críticos e levar à progressiva perda óssea das tábuas vestibular e lingual tanto em altura como em espessura (WEHRBEIN; BAUER; DIEDRICH, 1996). Como citado anteriormente, Melsen (MELSEN, 1999) afirmou que, quando ocorre movimento com reabsorção direta ou frontal da superfície óssea, na região de pressão do ligamento periodontal, uma aposição óssea compensatória na superfície externa do processo alveolar ocorre, mantendo a espessura daquela região. No entanto, quando o módulo de força induz reabsorção indireta da placa do osso da face externa em direção ao ligamento periodontal, a movimentação ocorre em uma tábua óssea fina. Este estudo avaliou a espessura da tábua óssea alveolar anterior da mandíbula em dois níveis: na metade do comprimento radicular e na região do ápice radicular, tanto na vestibular quanto na lingual.

De acordo com os resultados não houve diferença entre os grupos para a espessura da tábua óssea na metade radicular. Na região do ápice radicular diferenças estatisticamente significantes foram encontradas para a espessura da tábua óssea alveolar na vestibular e lingual para os incisivos centrais, com valores maiores na vestibular e menores na lingual para o grupo experimental em comparação ao grupo controle (Tabela 9). Menores espessuras linguais no nível apical também foram encontradas para os incisivos laterais e caninos no grupo experimental em relação ao grupo controle (Tabela 9). Devido às diferentes metodologias e à ausência de trabalho semelhante, as comparações diretas tornam-se difíceis.

No trabalho realizado por Kim, Park e Kook (KIM; PARK; KOOK, 2009), a avaliação da espessura, na região do ápice radicular foi realizada nos pacientes que inclinaram para vestibular os incisivos, porém, para a Classe III e sem comparação com o grupo controle. Valores maiores na espessura vestibular do que na lingual foram encontrados, corroborando com os achados deste trabalho ($ETVa > ETLa$ para os dois grupos e para os incisivos centrais, laterais e caninos – Tabela 9). Estes autores encontraram valores médios menores para a espessura da tábua óssea, tanto vestibular como lingual conforme esperado, já que sua amostra era composta de pacientes Classe III, com sínfise mandibular mais estreita.

Interessantes foram os resultados de Garlock (GARLOCK, 2012) para as espessuras da tábua óssea vestibular e lingual na metade e no ápice radicular após a movimentação dos incisivos inferiores no tratamento das más oclusões de Classe I e II. Diferenças significantes entre o antes e o depois da movimentação foram encontradas para a ETV, ETL, ETLa, contudo, para todas as variáveis, os valores médios, após a movimentação, foram menores do que os valores iniciais, tanto na vestibular quanto na lingual, indicando redução na espessura alveolar total com o tratamento. Provavelmente, o fato das TCCB terem sido realizadas logo após a movimentação contribuiu para estes resultados.

Devido à semelhança no desenho da metodologia, os resultados atuais podem ser comparados cuidadosamente com parte dos resultados de Lee et al. (LEE et al., 2012). Esses autores compararam pacientes Classe III antes e após o tratamento ortodôntico pré-cirúrgico, como já mencionado. Os incisivos inferiores foram inclinados para vestibular em média 10° e, assim como o atual trabalho, os resultados foram semelhantes para as espessuras da tábua óssea na metade radicular e no ápice radicular. Na metade radicular, eles verificaram que a espessura é menor na vestibular após a movimentação, com exceção da ETV do incisivo lateral. Este último detalhe é compatível com o presente resultado, visto que como não houve diferença entre o antes e depois da inclinação vestibular na má oclusão de Classe III (sínfise mais estreita), espera-se que não ocorra diferença quando se compara suave e a acentuada inclinação vestibular na má oclusão de Classe II. Estes autores não encontraram resultados significantes para a superfície vestibular, tanto dos incisivos laterais quanto dos centrais na região do ápice radicular. Os valores médios encontrados na metade radicular foram muito semelhantes mesmo constituídos de diferentes más oclusões, contudo, para as espessuras no ápice, este trabalho apresentou valores maiores para pacientes Classe II o que conota em uma sínfise mais larga.

De acordo com o que foi exposto acima e com a Tabela 9, verifica-se que, em ambos os grupos, a espessura vestibular no ápice é maior do que a espessura lingual. Os resultados para a espessura na metade radicular não foram diferentes entre os grupos. Especula-se que o fato da sínfise mandibular ser uma região muito delgada e a pouca protrusão encontrada no grupo experimental sejam os responsáveis pela falta de valores significativos, principalmente na região

médio/cervical. Os trabalhos de retração dos incisivos inferiores, em casos de extração de pré-molares, apresentam resultados diferentes, com diminuição da espessura alveolar na lingual (sentido da movimentação) (SARIKAYA et al., 2002), assim como os trabalhos de expansão rápida da maxila (GARIB, D. G. et al., 2006; RUNGCHARASSAENG et al., 2007). Vale ressaltar mais uma vez que ambos os grupos apresentaram movimentação ortodôntica e a inclinação vestibular do grupo experimental foi em média 1,88 mm, quantidade menor do que aquela apresentada nesses trabalhos. Outro aspecto importante é que estes trabalhos que encontraram diferenças significativas para a ETV e ETL utilizaram metodologias e tecnologias de imagem diferentes, como a tomografia convencional, que não possui variados tons de cinza, ou ainda avaliaram com TCCB, porém com tamanhos do voxel maiores que 0,3 mm, o que pode ter afetado a resolução espacial da imagem e definição exata dos limites anatômicos. O tempo em que as avaliações foram realizadas também é diferente entre os trabalhos, a maioria espera de 3 a 6 meses após a movimentação ortodôntica, enquanto este estudo aguardou 1 ano para a avaliação óssea, como recomendado na literatura.

Estudos anteriores limitaram-se a avaliar a espessura total do rebordo alveolar. Os valores encontrados para a espessura no ápice radicular estão dentro dos valores apresentado por Baysal et al. (BAYSAL et al., 2013) para a má oclusão de Classe II, assim como estão dentro dos valores apresentados em estudos que avaliaram esta região antes do tratamento ortodôntico (HANDELMAN, C., 1996; NAHM et al., 2012; UYSAL et al., 2012), contudo com metodologias diferentes.

O suporte ósseo alveolar é importante para a saúde periodontal, especialmente para a estabilidade dos dentes anteriores (LEE et al., 2012). A estabilidade ótima é conseguida quando os incisivos são posicionados na parte medular e em equilíbrio com a musculatura labial e lingual (SARIKAYA et al., 2002). Assim, conhecer as características das tábuas alveolares, após um tratamento ortodôntico, conduz o ortodontista a escolher o tratamento mais adequado para cada paciente.

6.3.2.2 Avaliação Qualitativa – Deiscências e Fenestrações

A ocorrência de deiscências e fenestrações durante o tratamento ortodôntico depende de vários fatores, tais como a direção do movimento, o volume e integridade anatômica dos tecidos periodontais de suporte (WEHRBEIN; BAUER; DIEDRICH, 1996). Até certo tempo, as deiscências e fenestrações não podiam ser visualizadas nas radiografias tradicionais por causa da sobreposição do osso cortical contralateral ou estruturas dentárias (LEUNG et al., 2010). Com a tecnologia da TCCB esta avaliação tornou-se possível.

A altura e a espessura do osso alveolar e a presença de fenestrações e deiscências tem sido comparadas em imagens de TCCB e em mensurações diretas. Devido ao tamanho do voxel, estruturas finas são difíceis de detectar e a cobertura do osso alveolar dos incisivos pode ser subestimada, embora os resultados sejam conflitantes (PATCAS, R. et al., 2012; TIMOCK et al., 2011). Fenestrações e deiscências podem ser superestimadas em maior grau (LEUNG et al., 2010; PATCAS, R. et al., 2012). Leung et al. verificaram que as imagens de TCCB tem uma taxa elevada de falsos positivos para fenestrações (falsas fenestrações) ao passo que, para as deiscências, existe um número significativo para falsos negativos (existe o defeito e ele não é identificado). Estas informações poderiam comprometer os resultados deste trabalho, contudo, Leung et al. realizaram as avaliações em imagens 3D de crânios secos com o voxel de 0,38 mm e, como já comentado, obteve-se diferente resolução espacial da imagem, com precisão de 0,6 mm. Mesmo diante desses resultados, estes autores ainda indicaram a TCCB para avaliação da presença e ausência de defeitos alveolares, pois os valores preditivos negativos elevados para deiscências e fenestrações fornecem evidências de que quando um defeito não for encontrado na TCCB, ele provavelmente inexistia. Atualmente, estudos que avaliam a precisão/acurácia do protocolo e tomógrafo utilizados nesta pesquisa estão sendo desenvolvidos e, de acordo com os resultados parciais para as avaliações quantitativas e qualitativas, ainda não divulgados, excelentes acurácia e reprodutibilidade estão sendo conseguidas. Desta forma, especula-se que mesmo que não exista precisão equivalente ao tamanho do voxel de 0,1 mm, valores menores que 0,6 mm foram claramente avaliados neste estudo. A escolha de um

melhor protocolo de aquisição de imagem fez com que medidas muito pequenas fossem visualizadas.

No presente estudo, após a avaliação qualitativa das imagens de TCCB, o número de deiscências ósseas alveolares foi maior para o grupo experimental, em todos os dentes e regiões avaliadas, do que o grupo controle, contudo, houve diferença estatisticamente significativa apenas para a região lingual dos incisivos centrais (Tabela 10). O grupo experimental também demonstrou maior número de fenestrações vestibulares para os incisivos laterais (Tabela 10) estatisticamente significativa em comparação ao grupo controle. Vale ressaltar que, devido à diferença na determinação destes defeitos alveolares com os demais trabalhos da literatura, comparações diretas tornam-se difíceis. Desta forma, cuidados especiais devem ser levados com relação às comparações para não chegar a conclusões incorretas.

Nenhum trabalho comparou presença e ausência de deiscências e fenestrações em dois grupos separados por diferentes quantidades de inclinação vestibular dos incisivos inferiores. Yagci et al. (YAGCI et al., 2012) avaliaram a presença de deiscências e fenestrações em diferentes máis oclusões. As imagens de TCCB mostraram que, na má oclusão de Classe II, a presença de deiscências para os incisivos centrais, incisivos laterais e caninos mandibulares são: 27,11%; 21,18% e 21,18%, respectivamente, e para as fenestrações, os seguintes valores: 31,57%; 37,38% e 15,78%. Os resultados da tabela 10 indicam valores um pouco maiores para as deiscências nestes dentes, tanto para o grupo controle como para o grupo experimental. Os resultados demonstraram as condições atuais dos pacientes da amostra, especula-se que esta diferença ocorra, pois, no estudo de Yagci et al. os pacientes não foram submetidos ao tratamento ortodôntico, diferentemente deste estudo. Para as fenestrações verifica-se que, mesmo com resultados diferentes, o maior número encontrado foi para os incisivos laterais.

No estudo de Pan et al. (PAN et al., 2014), os autores avaliaram a presença de fenestrações em pacientes chineses sem máis oclusões, com tomografia computadorizada *cone-beam* e voxel de 0,125 mm. Os autores encontraram prevalência de 0,35%, 1,37% e 2,35% para os incisivos centrais, laterais e caninos, respectivamente. Devido às diferenças das amostras estudadas, comparações

diretas devem ser evitadas. Contudo, as porcentagens encontradas no presente trabalho são maiores do que as relatadas para os pacientes com oclusão normal, o que retoma a importância dos cuidados especiais na escolha do tratamento ortodôntico.

Segundo Sarikaya et al. (SARIKAYA et al., 2002), a remodelação óssea compensatória nem sempre coincide com a quantidade de movimentação do dente, o que pode explicar o maior número de deiscências linguais nos incisivos centrais do grupo experimental deste trabalho. Outra observação importante deve ser destacada com relação a este resultado, de acordo com Evangelista et al. (EVANGELISTA et al., 2010), mesmo antes do tratamento ortodôntico, os pacientes Classe I e II apresentam maiores números de deiscências na vestibular e lingual para os incisivos centrais, já para os incisivos laterais e caninos este maior número fica concentrado apenas na superfície vestibular. Desta forma, com a movimentação ortodôntica diferenças significativas são mais comumente esperadas para os incisivos centrais em ambas as superfícies. Estes autores afirmam também que, quando a área para movimentação é limitada, uma força excessiva fará com que o dente toque a tábua cortical do alvéolo, o que leva a reabsorção do alvéolo e exposição de raiz, possível explicação para o maior número de fenestrações nos incisivos laterais do grupo experimental.

Embora pouca diferença estatisticamente significante tenha sido encontrada para a presença de defeitos alveolares em pacientes que movimentaram acentuadamente os incisivos inferiores, é importante ressaltar que a sínfise mandibular é um fator anatômico que limita o movimento dos incisivos, de modo que a consciência desta estrutura reduza o risco de danos potenciais para as raízes dos dentes e osso alveolar ao mover os incisivos ortodonticamente (NAUERT; BERG, 1999).

6.3.3 Resultados das correlações entre a protrusão/inclinação vestibular dos incisivos inferiores e as características alveolares

De acordo com os resultados encontrados nas Tabelas 11 e 12, houve correlação negativa estatisticamente significante entre a espessura da tábua óssea lingual, no ápice radicular do canino, e a quantidade de protrusão avaliada pela

diferença da grandeza cefalométrica 1-NB do final para o início do tratamento ortodôntico (Tabela 11). Para as análises de correlação com a inclinação vestibular, avaliada pela diferença da grandeza cefalométrica IMPA, houve correlação positiva para a espessura da tábuia óssea vestibular no ápice radicular para os incisivos centrais e caninos e negativa para a espessura da tábuia óssea lingual no ápice radicular dos incisivos centrais (Tabela 12). Estes resultados retratam que, com a protrusão dos dentes ântero-inferiores, ocorre provavelmente uma modificação da posição do ápice radicular, diminuindo a espessura da tábuia óssea lingual e aumentando a tábuia óssea vestibular. A inexistência de trabalhos semelhantes dificulta comparações destes resultados.

Lee et al. (LEE et al., 2012) correlacionaram as mudanças alveolares em pacientes Classe III e a inclinação dos incisivos inferiores e não encontraram nenhuma correlação significativa entre o grau de inclinação dos incisivos centrais e laterais e a extensão da mudança do osso alveolar. Esta diferença, com relação aos resultados desse estudo ocorre devido ao fato de que as variáveis avaliadas representam as características atuais da morfologia alveolar, já no estudo de Lee et al. representam o quanto mudou com o tratamento. E, segundo estes autores, pode ser possível que a extensão da mudança do osso alveolar não seja matematicamente ou diretamente relacionada ao grau de inclinação dos incisivos inferiores. As correlações negativas estatisticamente significantes, que foram encontradas neste trabalho (Tabelas 11 e 12), corroboram de certa forma com o que foi exemplificado, em 2009, por Yu et al. (YU et al., 2009) ao concluir que quando os incisivos tendem a ser mais inclinados para vestibular o osso alveolar lingual se torna mais fino. Outros autores sugerem que muito mais importante que a quantidade de protrusão e inclinação vestibular, durante o tratamento ortodôntico, a posição final dos incisivos inferiores estaria relacionada ao comprometimento das estruturas periodontais (YARED; ZENOBIO; PACHECO, 2006). Especula-se que uma vez que os dentes ântero-inferiores se localizam em uma estrutura anatômica bastante estreita, alterações na região do ápice radicular após a movimentação ortodôntica são esperadas.

6.3.4 Considerações Clínicas e Futuros Trabalhos

A sínfise mandibular é um fator que limita o movimento dos incisivos inferiores. A pequena dimensão vestibulolingual do processo alveolar nesta área implica uma fina camada de suporte ósseo dos incisivos (NAUERT; BERG, 1999). O movimento e a posição desses dentes desempenham papel importante no diagnóstico e tratamento ortodôntico das más oclusões. Atualmente, muitos planejamentos e aparelhos ortodônticos baseiam-se em movimentos protrusivos acentuados dos incisivos inferiores, sem, contudo, demonstrar as consequências periodontais para as mecânicas ortodônticas utilizadas. Sabe-se que o movimento ortodôntico com o osso alveolar pode ocorrer quando as forças são bastante controladas (MELSEN, 1999), entretanto, é evidente que o controle exato do nível de força ideal para toda a região alveolar é extremamente difícil, devido às irregularidades da superfície óssea desta região (DALSTRA; CATTANEO; BECKMANN, 2006), o que pode levar à movimentação ortodôntica através do alvéolo dentário, reduzindo, desta forma, o suporte periodontal.

De fato, os resultados deste trabalho demonstraram que as características alveolares do grupo experimental eram, algumas vezes, diferentes do grupo controle, indicando que, para aquelas variáveis quando ocorre maior protrusão dos incisivos inferiores podem-se encontrar maiores perda óssea do suporte periodontal. A escolha do melhor protocolo de aquisição de imagem dos exames de tomografia computadorizada *cone-beam* permitiu a correta avaliação da região estudada. Este estudo avaliou as características alveolares após a movimentação ortodôntica na Classe II, comparações do início para o final do tratamento poderiam facilitar o entendimento do que ocorre exatamente com os diferentes tratamentos ortodônticos. Além disso, mais estudos, nesta área, ajudariam a estimar mais precisamente os limites anatômicos e fisiológicos dos movimentos dentários ântero-inferiores.

Segundo Garib et al. para realizar uma Ortodontia Moderna nos dias de hoje, engloba o conhecimento dos efeitos colaterais das terapias ortodônticas, o que por sua vez constitui o reconhecimento dos limites da movimentação dentária no intento de preservar a longevidade das estruturas do periodonto de sustentação e proteção (GARIB, D. G.; et al., 2010). Com base na experiência adquirida e nas dificuldades

encontradas, durante a realização desta pesquisa, sugere-se que novos trabalhos sejam realizados para suprimir tais falhas e gerar uma linha de pesquisa do assunto em questão. Seguem abaixo as sugestões para futuros trabalhos:

- Avaliar as características alveolares, com metodologia semelhante, entretanto, comparar as mensurações do início para o final do tratamento ortodôntico.
- Realizar trabalho com metodologia semelhante, porém, acrescentar a comparação clínica periodontal, como presença de recessões gengivais, profundidade de bolsa e correlacionar estes resultados com as avaliações das imagens tomográficas.

7 CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

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

- Não houve diferença para o nível da crista óssea alveolar vestibular e lingual dos dentes ântero-inferiores em pacientes cujo tratamento ortodôntico corretivo incitou um movimento vestibular significativo destes dentes quando comparados a pacientes em que o tratamento ortodôntico procurou preservar a inclinação inicial dos incisivos inferiores ou os movimentou para lingual.
 - Não houve diferença entre os grupos para a espessura da tábuia óssea alveolar vestibular e lingual na metade radicular para os incisivos centrais, laterais e caninos. No nível do ápice radicular, os pacientes tratados com maior inclinação vestibular dos incisivos inferiores demonstraram maior espessura da tábuia óssea vestibular nos incisivos centrais e menor espessura da tábuia óssea lingual dos incisivos centrais, laterais e caninos, comparado aos pacientes que realizaram menor inclinação vestibular destes dentes.
 - As deiscências ósseas linguais nos incisivos centrais e fenestrações vestibulares nos incisivos laterais foram observadas mais frequentemente nos pacientes tratados com maior protrusão dos incisivos inferiores.
 - No nível apical dos incisivos centrais e caninos, quanto maior a quantidade de inclinação vestibular e protrusão dos incisivos inferiores durante o tratamento ortodôntico menor espessura da tábuia óssea lingual e maior espessura da tábuia óssea vestibular são encontradas.
-

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

Clinical recommendations regarding use of cone beam computed tomography in orthodontics. [corrected]. Position statement by the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2013;116(2):238-57.

Aasen TO, Espeland L. An approach to maintain orthodontic alignment of lower incisors without the use of retainers. *Eur J Orthod.* 2005;27(3):209-14.

Allais D, Melsen B. Does labial movement of lower incisors influence the level of the gingival margin? A case-control study of adult orthodontic patients. *Eur J Orthod.* 2003;25(4):343-52.

Andlin-Sobocki A, Bodin L. Dimensional alterations of the gingiva related to changes of facial/lingual tooth position in permanent anterior teeth of children. A 2-year longitudinal study. *J Clin Periodontol.* 1993;20(3):219-24.

Andlin-Sobocki A, Bondin L. Dimensional alterations of the gingiva related to changes of facial/lingual tooth position in permanent anterior teeth of children. A 2-year longitudinal study. *J clin Periodont.* 1993;20(3):219-24.

Andlin-Sobocki A, Persson M. The association between spontaneous reversal of gingival recession in mandibular incisors and dentofacial changes in children. A 3-year longitudinal study. *Eur J Orthod.* 1994;16(3):229-39.

Arai Y, Tammissalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol.* 1999;28(4):245-8.

Araujo MG, Carmagnola D, Berglundh T, Thilander B, Lindhe J. Orthodontic movement in bone defects augmented with Bio-Oss. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol.* 2001;28(1):73-80.

Ari-Demirkaya A, Ilhan I. Effects of relapse forces on periodontal status of mandibular incisors following orthognathic surgery. *J Periodontol.* 2008;79(11):2069-77.

Artun J, Grobety D. Periodontal status of mandibular incisors after pronounced orthodontic advancement during adolescence: a follow-up evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001;119(1):2-10.

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.

Artun J, Osterberg SK, Kokich VG. Long-term effect of thin interdental alveolar bone on periodontal health after orthodontic treatment. *J Periodontol*. 1986;57(6):341-6.

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.

Baron R. Le remaniement de l'os alvéolaire au cours de déplacement spontané at provoque des dents. *Revue d'Orthopédie Dento-Faciale*. 1975;9:309-25.

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

Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements. 1. Landmark identification. *Am J Orthod*. 1971a;60(2):111-27.

Baumrind S, Frantz RC. The reliability of head film measurements. 2. Conventional angular and linear measures. *Am J Orthod*. 1971b;60(5):505-17.

Baysal A, Ucar FI, Buyuk SK, Ozer T, Uysal T. Alveolar bone thickness and lower incisor position in skeletal Class I and Class II malocclusions assessed with cone-beam computed tomography. *Korean J Orthod*. 2013;43(3):134-40.

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

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.

Bollen AM, Cunha-Cruz J, Bakko DW, Huang GJ, Hujoel PP. The effects of orthodontic therapy on periodontal health: a systematic review of controlled evidence. *J Am Dent Assoc.* 2008;139(4):413-22.

Brown AA, Scarfe WC, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy of cone beam CT derived 3D images. *Angle Orthod.* 2009;79(1):150-7.

Cattaneo PM, Dalstra M, Melsen B. The finite element method: a tool to study orthodontic tooth movement. *J Dent Res.* 2005;84(5):428-33.

Cattaneo PM, Dalstra M, Melsen B. Strains in periodontal ligament and alveolar bone associated with orthodontic tooth movement analyzed by finite element. *Orthod Craniofac Res.* 2009;12(2):120-8.

Cevidanes LH, Bailey LJ, Tucker SF, Styner MA, Mol A, Phillips CL, et al. Three-dimensional cone-beam computed tomography for assessment of mandibular changes after orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(1):44-50.

Cevidanes LH, Styner MA, Proffit WR. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(5):611-8.

Chang HW, Huang HL, Yu JH, Hsu JT, Li YF, Wu YF. Effects of orthodontic tooth movement on alveolar bone density. *Clin Oral Investig.* 2012;16(3):679-88.

Consolaro A. Tensão nas áreas de compressão do ligamento periodontal durante o movimento ortodôntico. E os binômios? *Rev Clin Ortodon Dental Press.* 2007;6(3):107-11.

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

Dalstra M, Cattaneo PM, Beckmann F. Synchrotron radiation-based microtomography of alveolar support tissues. *Orthod Craniofac Res.* 2006;9(4):199-205.

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

Djeu G, Hayes C, Zawaideh S. Correlation between mandibular central incisor proclination and gingival recession during fixed appliance therapy. *Angle Orthod.* 2002;72(3):238-45.

Dvortsin DP, Sandham A, Pruim GJ, Dijkstra PU. A comparison of the reproducibility of manual tracing and on-screen digitization for cephalometric profile variables. *Eur J Orthod.* 2008;30(6):586-91.

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.

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;82(5):868-74.

Ericsson I, Thilander B, Lindhe J. Periodontal conditions after orthodontic tooth movements in the dog. *Angle Orthod.* 1978;48(3):210-8.

Evangelista K, Vasconcelos Kde F, Bumann A, Hirsch E, Nitka M, Silva MA. Dehiscence and fenestration in patients with Class I and Class II Division 1 malocclusion assessed with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138(2):133 e1-7; discussion -5.

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

Ferreira M. Avaliação da espessura da tábua óssea alveolar vestibular e lingual dos maxilares por meio da tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone Beam). São Paulo: Universidade Cidade de São Paulo; 2010.

Fryback DG, Thornbury JR. The efficacy of diagnostic imaging. *Med Decis Making.* 1991;11(2):88-94.

Fuhrmann R. Three-dimensional interpretation of periodontal lesions and remodeling during orthodontic treatment. Part III. *J Orofac Orthop.* 1996a;57(4):224-37.

Fuhrmann R. Three-dimensional interpretation of labiolingual bone width of the lower incisors. Part II. J Orofac Orthop. 1996b;57(3):168-85.

Fuhrmann R. Three-dimensional evaluation of periodontal remodeling during orthodontic treatment. Semin Orthod. 2002;8(1):23-8.

Fuhrmann RA, Bucker A, Diedrich PR. Assessment of alveolar bone loss with high resolution computed tomography. J Periodontal Res. 1995;30(4):258-63.

Fuhrmann RA, Wehrbein H, Langen HJ, Diedrich PR. Assessment of the dentate alveolar process with high resolution computed tomography. Dentomaxillofac Radiol. 1995;24(1):50-4.

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

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

Gargiulo A, Wentz F, Orban B. Dimension and relationship of the dento-gingival junction in humans. J Periodontol. 1961;32:261-7.

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, Raymundo RJ, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira NF. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. R Dental Press Ortodon Ortop Facial. 2007;12:139-56.

Garib DG, Yatabe MS, Ozawa TO, Silva Filho OG. Alveolar bone morphology under the perspective of the computed tomography: Defining the biological limits of tooth movement. Dental Press J Orthod. 2010;15(5):192-205.

Garlock DT. An evaluation of marginal alveolar bone in the anterior mandible using pre- and post-treatment computed tomography in cases treated non-extraction. Saint Louis University; 2012.

Georgescu CE, Mihai A, Didilescu AC, Moraru R, Nimigean V, Nimigean VR, et al. Cone beam computed tomography as a method of quantitative and qualitative analysis of alveolar crest in the frontal mandibular area. *Rom J Morphol Embryol*. 2010;51(4):713-7.

Gibson WA, Fullmer HM. Histochemistry of the periodontal ligament. 3. The esterases. *Periodontics*. 1968;6(2):71-7.

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.

Grant D, Bernick S. The periodontium of ageing humans. *J Periodontol*. 1972;43(11):660-7.

Grimard BA, Hoidal MJ, Mills MP, Mellonig JT, Nummikoski PV, Mealey BL. Comparison of clinical, periapical radiograph, and cone-beam volume tomography measurement techniques for assessing bone level changes following regenerative periodontal therapy. *J Periodontol*. 2009;80(1):48-55.

Grunheid T, Kolbeck Schieck JR, Pliska BT, Ahmad M, Larson BE. Dosimetry of a cone-beam computed tomography machine compared with a digital x-ray machine in orthodontic imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012;141(4):436-43.

Gunduz E, Rodriguez-Torres C, Gahleitner A, Heissenberger G, Bantleon HP. Bone regeneration by bodily tooth movement: dental computed tomography examination of a patient. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004;125(1):100-6.

Halazonetis DJ. Cone-beam computed tomography is not the imaging technique of choice for comprehensive orthodontic assessment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012;141(4):403, 5, 7 passim.

Handelman C. The anterior alveolus: its importance in limiting orthodontic treatment and its influence on the occurrence of iatrogenic sequelae. *Angle Orthod.* 1996;66(2):95-110.

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.

Harris EF, Baker WC. Loss of root length and crestal bone height before and during treatment in adolescent and adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990;98(5):463-9.

Harris EF, Dyer GS, Vaden JL. Age effects on orthodontic treatment: skeletodental assessments from the Johnston analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100(6):531-6.

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

Ingber JS. Forced eruption: part II. A method of treating nonrestorable teeth-periodontal and restorative considerations. *J Periodontol.* 1976;47(4):203-16.

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

Janson G, Bombonatti R, Brandao AG, Henriques JF, de Freitas MR. Comparative radiographic evaluation of the alveolar bone crest after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124(2):157-64.

Janson G, Fuziy A, de Freitas MR, Castanha Henriques JF, de Almeida RR. Soft-tissue treatment changes in Class II Division 1 malocclusion with and without extraction of maxillary premolars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(6):729 e1-8.

Janson MRP, Janson G, Martins PF. Tratamento onterdisciplinar I: Verticalização de molares. Considerações clínicas e biológicas. *Dental Press J Orthod.* 2001;6(3):87-104.

Kallestal C, Matsson L. Criteria for assessment of interproximal bone loss on bite-wing radiographs in adolescents. *J Clin Periodontol.* 1989;16(5):300-4.

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.

Kau CH, Bozic M, English J, Lee R, Bussa H, Ellis RK. Cone-beam computed tomography of the maxillofacial region--an update. *Int J Med Robot.* 2009;5(4):366-80.

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

Kokich VG. Don't start without the charting. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(4 Suppl):S14.

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.

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

Lamichane M, Anderson NK, Rigali PH, Seldin EB, Will LA. Accuracy of reconstructed images from cone-beam computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(2):156 e1-6; discussion -7.

Lang NP, Hill RW. Radiographs in periodontics. *J Clin Periodontol.* 1977;4(1):16-28.

Lascalea NT, Moussallj NH. Periodontia clínica: especialidades afins. São Paulo: Artes Médicas; 1980.

Lauris JRP. Cálculo da Amostra. Segunda reunião de Pesquisa Científica em Saúde Bucal Coletiva; 2009; Bauru; 2009.

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.

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

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

Lindhe J. Tratado de periodontia clínica e implantologia oral. quarta edição ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S/A; 2005.

Linghe J, Karring T, Araújo M. Anatomy. In: J.; L, Karring T, Lang NP, editors. *Clinical periodontology and implant dentistry*. Copenhagen: Blackwell Munksgaard; 2003. p. 3-48.

Loubele M, Van Assche N, Carpentier K, Maes F, Jacobs R, Van Steenberghe D. Comparative localized linear accuracy of small-field cone-beam CT and multislice CT for alveolar bone measurements. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology and endodontics.* 2008;105:512-8.

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

Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofac Radiol.* 2003;32(4):229-34.

Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(1):106-14.

Lupi JE, Handelman CS, Sadowsky C. Prevalence and severity of apical root resorption and alveolar bone loss in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;109(1):28-37.

Martins PP, Garib DG, Gregghi SLA, Henriques JFC. Avaliação periodontal dos incisivos inferiores em pacientes tratados ortodonticamente com extração de quatro pré-molares. *Rev Fac Odontol Bauru*. 2002;10(4):245-51.

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.

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

Melsen B. Biological reaction of alveolar bone to orthodontic tooth movement. *Angle Orthod*. 1999;69(2):151-8.

Melsen B. Tissue reaction to orthodontic tooth movement--a new paradigm. *Eur J Orthod*. 2001;23(6):671-81.

Melsen B, Allais D. Factors of importance for the development of dehiscences during labial movement of mandibular incisors: a retrospective study of adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005;127(5):552-61; quiz 625.

Mendes LM. Influência em longo prazo dos protocolos de tratamento de Classe II na atratividade do perfil [Dissertação]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo; 2012.

Menezes CC. Influência do padrão de crescimento sobre a espessura da cortical óssea alveolar e sua correlação com a estabilidade dos mini-implantes. [Dissertação]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo; 2011.

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.

Molina-Berlanga N, Llopis-Perez J, Flores-Mir C, Puigdollers A. Lower incisor dentoalveolar compensation and symphysis dimensions among Class I and III malocclusion patients with different facial vertical skeletal patterns. *Angle Orthod*. 2013;83(6):948-55.

Morais JF. Avaliação dos efeitos do sistema Damon nas inclinações dentárias, dimensões dos arcos de suporte ósseo alveolar por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo; 2012.

Motoyoshi M, Inaba M, Ono A, Ueno S, Shimizu N. The effect of cortical bone thickness on the stability of orthodontic mini-implants and on the stress distribution in surrounding bone. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2009;38(1):13-8.

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.

Mulie RM, Hoeve AT. The limitations of tooth movement within the symphysis, studied with laminagraphy and standardized occlusal films. *J Clin Orthod*. 1976;10(12):882-93, 6-9.

Mulie RTH, A. The limitations of tooth movement within the symphysis studied with laminagraphy and standardized occlusal films. *J Clin Orthod*. 1976;10:882-99.

Nahm KY, Kang JH, Moon SC, Choi YS, Kook YA, Kim SH, et al. Alveolar bone loss around incisors in Class I bidentoalveolar protrusion patients: a retrospective three-dimensional cone beam CT study. *Dentomaxillofac Radiol*. 2012;41(6):481-8.

Naito T, Hosokawa R, Yokota M. Three-dimensional alveolar bone morphology analysis using computed tomography. *J Periodontol*. 1998;69(5):584-9.

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.

Nelson PA, Artun J. Alveolar bone loss of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1997;111(3):328-34.

Newman MG, Takei H, Klokkevold PR, Carranza Jr FA. O periodonto normal. Elsevier; 2012. p. 1208.

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.

Oppenheim A. A possibility for physiologic orthodontic movement. *Dent Rec* (London). 1945;65:278-80.

Pan HY, Yang H, Zhang R, Yang YM, Wang H, Hu T, et al. Use of cone-beam computed tomography to evaluate the prevalence of root fenestration in a Chinese subpopulation. *Int Endod J*. 2014;47(1):10-9.

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

Passanezi E, Sant'ana ACP, Rezende MLR, Greggi SLA, Damanti CA, Janson M. Princípios ortodôntico-periodontais para a homeostasia periodontal e harmonia estética. *Rev Clin Ortodon Dental Press*. 2010;9(4):47-57.

Patcas R, Müller L, Ullrich O, Peltomäki T. Accuracy of cone beam computed tomography at different resolutions assessed on the bony covering of the mandibular anterior teeth. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2012;141:41-50.

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*. 2012;141(1):41-50.

Persson RE, Hollender LG, Laurell L, Persson GR. Horizontal alveolar bone loss and vertical bone defects in an adult patient population. *J Periodontol*. 1998;69(3):348-56.

Power G, Breckon J, Sherriff M, McDonald F. Dolphin Imaging Software: an analysis of the accuracy of cephalometric digitization and orthognathic prediction. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2005;34(6):619-26.

Proffit WR. *Ortodontia Contemporânea*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1995.

Raposo AK, de Carvalho EF, Souto MF, Garib DG, Seabra FR, Pinheiro FH. Is lower incisor inclination a good parameter to estimate alveolar bone level? A cone-beam CT evaluation. *Int J Orthod Milwaukee*. 2011;22(4):33-9.

Razavi T, Palmer RM, Davies J, Wilson R, Palmer PJ. Accuracy of measuring the cortical bone thickness adjacent to dental implants using cone beam computed tomography. *Clin Oral Implants Res*. 2010;21(7):718-25.

Reitan K. Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. *Am J Orthod.* 1957;43:32-45.

Reitan K. Effects of force magnitude and direction of tooth movement on different alveolar bone types. *Angle Orthod.* 1964; 34:244–55.

Reitan K. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1967;53(10):721-45.

Renkema AM, Fudalej PS, Renkema A, Kiekens R, Katsaros C. Development of labial gingival recessions in orthodontically treated patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;143(2):206-12.

Ruf S, Hansen K, Pancherz H. Does orthodontic proclination of lower incisors in children and adolescents cause gingival recession? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;114(1):100-6.

Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JY, Kim J, Taylor G. Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(4):428 e1-8.

Sadek MM, Sabet NE, Hassan IT. Alveolar bone mapping in subjects with different vertical facial dimensions. *Eur J Orthod.* 2014.

Sandler PJ. Reproducibility of cephalometric measurements. *Br J Orthod.* 1988;15(2):105-10.

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.

Sathapana S, Forrest A, Monsour P, Naser-Ud-Din S. Age-related changes in maxillary and mandibular cortical bone thickness in relation to temporary anchorage device placement. *Aust Dent J.* 2013;58(1):67-74.

Sayinsu K, Isik F, Trakyalı G, Arun T. An evaluation of the errors in cephalometric measurements on scanned cephalometric images and conventional tracings. *Eur J Orthod.* 2007;29(1):105-8.

Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am.* 2008;52(4):707-30, v.

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

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

Sharpe W, Reed B, Subtelny JD, Polson A. Orthodontic relapse, apical root resorption, and crestal alveolar bone levels. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987;91(3):252-8.

Silva Filho OG, Capelozza Filho L, Ferrari Junior FM. *Movimentação ortodôntica.* Bauru: FUNCRAF; 1998.

Steiner CC. The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1960;46:721-35.

Steiner GG, Pearson JK, Ainamo J. Changes of the marginal periodontium as a result of labial tooth movement in monkeys. *J Periodontol.* 1981;52(6):314-20.

Stoner JE. An investigation into the accuracy of measurements made on radiographs of the alveolar crests of dried mandibles. *J Periodontol.* 1972;43(11):699-701.

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.

Suomalainen A, Kiljunen T, Kaser Y, Peltola J, Kortensniemi M. Dosimetry and image quality of four dental cone beam computed tomography scanners compared with multislice computed tomography scanners. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009;38(6):367-78.

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.

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

Tan SL, Lewis RA. Picture archiving and communication systems: a multicentre survey of users experience and satisfaction. *Eur J Radiol.* 2010;75(3):406-10.

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

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.

Tsorovas G, Karsten AL. A comparison of hand-tracing and cephalometric analysis computer programs with and without advanced features--accuracy and time demands. *Eur J Orthod.* 2010;32(6):721-8.

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.

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

Uysal T, Yagci A, Ozer T, Veli I, Ozturk A. Mandibular anterior bony support and incisor crowding: Is there a relationship? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;142(5):645-53.

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.

Verna C, Dalstra M, Melsen B. The rate and the type of orthodontic tooth movement is influenced by bone turnover in a rat model. *Eur J Orthod*. 2000;22(4):343-52.

Verna C, Zaffe D, Siciliani G. Histomorphometric study of bone reactions during orthodontic tooth movement in rats. *Bone*. 1999;24(4):371-9.

Waerhaug J. Healing of the dento-epithelial junction following subgingival plaque control. II. As observed on extracted teeth. *J Periodontol*. 1978;49(3):119-34.

Wainwright WM. Faciolingual tooth movement: its influence on the root and cortical plate. *Am J Orthod* 1973;64(3):278-302.

Wehrbein H, Bauer W, Diedrich P. Mandibular incisors, alveolar bone, and symphysis after orthodontic treatment. A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996;110(3):239-46.

Wehrbein H, Bauer W, Diedrich PR. Gingival invagination area after space closure: a histologic study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995;108(6):593-8.

Wehrbein H, Fuhrmann RA, Diedrich PR. Periodontal conditions after facial root tipping and palatal root torque of incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1994;106(5):455-62.

Wehrbein H, Fuhrmann RA, Diedrich PR. Human histologic tissue response after long-term orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995;107(4):360-71.

Weinberg SM, Kolar JC. Three-dimensional surface imaging: limitations and considerations from the anthropometric perspective. *J Craniofac Surg*. 2005;16(5):847-51.

Wennstrom JL, Lindhe J, Sinclair F, Thilander B. Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. *J Clin Periodontol*. 1987;14(3):121-9.

Wood R, Sun Z, Chaudhry J, Tee BC, Kim DG, Leblebicioglu B, et al. Factors affecting the accuracy of buccal alveolar bone height measurements from cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;143(3):353-63.

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.

Yared KF, Zenobio EG, Pacheco W. Periodontal status of mandibular central incisors after orthodontic proclination in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(1):6 e1-8.

Yatabe MS. Morfologia do osso periodontal na região de caninos superiores movimentados para a área de fissura alveolar enxertada: avaliação por meio de Tomografia Computadorizada Cone-Beam [Dissertação]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo; 2012.

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.

Zachrisson BU. Ortodontia e Periodontia. In: Koogan G, editor. *Tratado de periodontia clínica e implantologia oral*. Rio de Janeiro; 1999. p. 537-80.

Zachrisson BU, Alnaes L. Periodontal condition in orthodontically treated and untreated individuals. II. Alveolar bone loss: radiographic findings. *Angle Orthod.* 1974;44(1):48-55.

Zekry A, Wang R, Chau AC, Lang NP. Facial alveolar bone wall width - a cone-beam computed tomography study in Asians. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25(2):194-206.

ANEXOS

Universidade de São Paulo Faculdade de Odontologia de Bauru

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

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

Processo nº 087/2010

Bauru, 30 de setembro de 2010.

Senhor Professor,

Informamos que após o envio da documentação solicitada referente ao projeto de pesquisa encaminhado a este Comitê de Ética em Pesquisa **Relação entre o movimento ortodôntico vestibular dos incisivos inferiores e características do osso alveolar vestibular e lingual: avaliação por meio da tomografia computadorizada cone-beam** de sua autoria, e colaboração da Profª Drª Daniela Garib Carreira, Profª Drª Leslie Will, Carolina Carmo de Menezes e Sérgio Estelita Cavalcante Barros, foi novamente analisado e considerado **APROVADO** por este Colegiado, em reunião realizada no dia **29 de setembro de 2010**.

Solicitamos que ao término do trabalho, seja enviado a este Comitê um relatório final para novo parecer, o qual será utilizado para publicação científica.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Flávio Augusto Cardoso de Faria
Coordenador

Prof. Dr. Guilherme Janson

Docente do Departamento de Odontopediatria, Ortodontia e Saúde Coletiva

Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru

Comitê de Ética em Pesquisa

Proc. CEP nº 087/2010

Bauru, 2 de julho de 2013.

Senhor Professor,

Em atenção à solicitação de Vossa Senhoria para alteração no número de sujeitos na pesquisa; aumento do critério de inclusão; alterações na metodologia e TCLE, modificação de software e, ainda, a indicação da pós-graduanda, em nível de doutorado, CD. Carolina Carmo de Menezes, como pesquisadora responsável pelo trabalho *Relação entre o movimento ortodôntico vestibular dos incisivos inferiores e características da osso alveolar vestibular e lingual: avaliação por meio da tomografia computadorizada cone-beam*, sob sua orientação e colaboração da Profa. Dra. Daniela Gamba Garib, Profa. Leslie Will e Prof. Dr. Sérgio Estelita Cavalcante, informamos que após análise por um relator, este Comitê de Ética em Pesquisa considerou as alterações APROVADAS, em reunião realizada no dia 26 de junho de 2013.

Lembramos aos pesquisadores, que:

- sejam encaminhados ao CEP-FOB/USP relatórios anuais sobre o andamento da pesquisa (parciais e finais), conforme o cronograma apresentado;
- sejam notificados ao CEP-FOB/USP, com a devida justificativa, qualquer modificação na metodologia e/ou título e a inclusão ou exclusão de autores;
- na apresentação do relatório final, sejam incluídos todos os TCLEs devidamente assinados e rubricados, se for o caso.

Atenciosamente,

Prof.ª Dr.ª Maria Teresa Atta
Vice-Coordenadora, em exercício

Prof. Dr. Guilherme Janson

Docente do Departamento de Odontopediatria, Ortodontia e Saúde Coletiva

Universidade de São Paulo Faculdade de Odontologia de Bauru

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Esta pesquisa avaliará a quantidade de tecido ósseo existente na região dos dentes inferiores anteriores, verificando as alterações nos tecidos de suporte dentário após o tratamento ortodôntico.

De acordo com esta pesquisa, você, sujeito/participante da pesquisa, será submetido à tomografia computadorizada, exame que mostra detalhes, nos três planos do espaço, do tecido ósseo e das estruturas craniofaciais. Este exame será realizado no tomógrafo Prexion 3D pertencente ao centro de documentação **Clínica Ortodiagnose Radiologia Odontológica Ltda**, com sede à Rua Henrique Savi, 6-84, na cidade de Bauru, devidamente licenciado pelo órgão de Vigilância Sanitária competente, após laudo radiométrico emitido pela empresa Embraq, em 2012. Você paciente não terá nenhum gasto ao realizá-lo, uma vez que a pesquisadora responsável arcará com todos os gastos necessários do exame. Com isso, você, sujeito da pesquisa não terá nenhum gasto. Adicionado ao fato de que este exame substituirá a documentação ortodôntica de controle pós-tratamento.

Este estudo apresenta riscos mínimos aos pacientes, pois a radiação na qual o paciente será exposto é ligeiramente maior do que a radiação completa recebida das radiografias convencionais que compõem a documentação final e a documentação realizada nos controles.

Desta forma, o paciente obterá como benefícios desta pesquisa o conhecimento das modificações dos tecidos de suporte dos dentes após o tratamento ortodôntico fixo, o que poderá determinar os limites na Ortodontia, definindo os procedimentos que poderiam e não deveriam ser implementados em cada caso em particular.

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

Quaisquer dúvidas sobre o tratamento (procedimentos, benefícios e riscos), bem como as que se referem ao andamento da pesquisa, serão prontamente esclarecidas diretamente com o pesquisador responsável (**Carolina Menezes – 17-81560339 e 14-32241117, deixar recado com Dona Neuza**, Alameda Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75, Bauru, Departamento de Odontopediatria, Ortodontia e Saúde Coletiva, e-mail: carol.menezes.odonto@gmail.com), ao passo que as reclamações e denúncias procure o **Comitê de Ética em Pesquisa**, da Faculdade de Odontologia de Bauru/USP, Alameda Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75, telefone (14)3235-8356 ou e-mail: cep@fob.usp.br.

Universidade de São Paulo Faculdade de Odontologia de Bauru

Ressalta-se que todas as informações e registros relacionados ao planejamento e/ou tratamento poderão ser utilizados por esta Faculdade (FOB), para fins de pesquisa, ensino e de divulgação em jornais e/ou revistas nacionais e internacionais, desde que seja mantido sigilo com relação à identificação do sujeito da pesquisa.

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

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

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

Por estarem de acordo assinam o presente termo.

Bauru-SP, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Sujeito da Pesquisa
e/ou Responsável

Assinatura do Autor