

**Universidade do Brasil – UFRJ**

**Centro de Ciências da Saúde**

**Faculdade de Odontologia**

**INFLUÊNCIA DO PADRÃO VERTICAL EM SÍTIOS EXTRA  
ALVEOLARES**

Eduardo Otero Amaral Vargas

CD

Dissertação submetida ao corpo docente da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos, para a obtenção do Título de Mestre em Odontologia (Ortodontia).

Rio de Janeiro

– 2019 –

**INFLUÊNCIA DO PADRÃO VERTICAL EM SÍTIOS EXTRA ALVEOLARES**

**EDUARDO OTERO AMARAL VARGAS, CD**

**Orientadores: Prof. Dr. Lincoln Issamu Nojima**

**Prof. Dr. Rodrigo Lopes de Lima**

**Dissertação submetida ao corpo docente da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos, para a obtenção do Título de Mestre em Odontologia (Ortodontia).**

**Comissão Examinadora:**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Matilde da Cunha G. Nojima, CD**

---

**Prof. Dr. Eduardo Franzotti Sant'Anna, CD**

---

**Prof. Dr. Felipe de Assis Ribeiro Carvalho, CD**

**Rio de Janeiro**

**2019**

**Ficha Catalográfica**

**VARGAS, Eduardo Otero Amaral**

**Avaliação da espessura óssea do *shelf* mandibular e da crista infrazigomática em indivíduos com diferentes alturas faciais verticais. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2019.**

**xxi, 48 f.**

**Tese: Mestrado em Odontologia (Ortodontia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Faculdade de Odontologia, 2019.**

**1. Mandíbula**

**2. Maxila**

**3. Tomografia computadorizada  
de feixe cônico**

**4. Teses**

**Linha de Pesquisa: Fisiomorfologia, terapêutica e bioengenharia de tecidos bucais.**

**Projeto: influência do padrão vertical em sítios extra alveolares**

**Comitê de Ética Nº Permissão: Anexo (página 48)**



## **DEDICO**

### **Aos meus pais, Dayse Lucia Otero Amaral e Eduardo Vargas da Silva.**

Desde criança, minha vida sempre foi um Congresso de Odontologia ambulante. Sendo filho de dentistas e professores, os quais trabalham, convivem e vivem juntos 24 horas por dia, sempre foi muito difícil fugir de assuntos relacionados a dentes, pacientes, tratamentos odontológicos e cursos. Sem querer querendo, eles me apaixonaram por essa Ciência tão maravilhosa a ponto de muitas vezes, durante o Ensino Médio, trocar minhas férias na praia por tardes no consultório acompanhando e já prevendo o que seria de mim no futuro. Eduardo e Dayse foram mais que pais, foram amigos, companheiros, confidentes, exemplos e meus primeiros Professores e Mestres. Não há inspiração maior do que a que eu carrego de casa, e se tudo o que conquistei é fruto do trabalho e sacrifício deles, essa vitória é mais uma que dividiremos juntos.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus avós **Sarah** e **Washington**, por servirem de inspiração por serem os primeiros dentistas da família, e, minha avó, a primeira geração da família na UFRJ.

A minha avó **Edith**, por sempre estar presente em minha vida com toda sua calma e carinho, transmitindo todo o amor que uma avó poderia dar ao seu neto.

Ao meu avô **Italo**, exemplo de luta, superação e trabalho. Exemplo de pai e avô, aquele que me acompanhava fosse no colégio, na aula de natação ou no Maracanã vendo o nosso Fluminense jogar. Apesar de não estar aqui, não tem um dia em que ele não se faça presente em meus pensamentos.

Aos meus irmãos **Daniel**, **Felipe** e **Rafael**, e meu irmão de consideração **André**, por tudo que vocês sempre fizeram por mim. Não tem uma brincadeira, briga e viagem que não tenha ajudado a me tornar a pessoa que sou hoje. Vocês são meus melhores amigos e pessoas que poderia ter ao meu lado, muito obrigado.

Aos meus padrinhos **Beatriz** e **Eduardo Vaz**, tios **Catia Loren** e **Celso Constantino** e aos demais familiares por todo carinho, torcida pelas minhas conquistas e presença constante em minha vida.

Ao meu amor, **Carol**, por ser a mais grata surpresa que eu poderia ter encontrado nesses 2 anos. Você me manteve são nos dias de desespero e me ajudou a encontrar a solução nos momentos em que nada parecia fazer sentido. Obrigado pela paciência, por me amar incondicionalmente e pelos bolos. Você é tudo que eu poderia desejar.

Aos meus **amigos** que entenderam minha ausência e os meus cochilos quando presente - e aos que não entenderam também. Se grandes conquistas exigem sacrifícios, ficar longe de vocês certamente foi um dos maiores.

Ao meu querido tio, professor e colega de turma **Paulo Campos** (mais conhecido como **Paulão**), por ter estado presente na minha infância e na vida adulta me ensinado tudo sobre Odontologia, seja na Clínica Integrada ou em Nova Iorque.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Lincoln Issamu Nojima**. Nossa história se iniciou em 2014, quando me foi dada a confiança e oportunidade de realizar minha graduação sanduíche em Cleveland, Ohio, na Case Western Reserve University. Obrigado por sempre ter me dado e garantido liberdade de pensamento e poder de escolha. Tenho muito orgulho do resultado final deste trabalho e ele certamente nunca teria saído do papel sem você.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Rodrigo Lopes de Lima**, por sempre ter paciência e bom humor para me orientar, seja sobre a dissertação ou assuntos diversos. Aprendi muito com senhor. Obrigado pelo companheirismo e por sempre ter me tratado como igual.

Ao **Prof. Dr. Ronir Raggio**, por ter a paciência de me orientar com a

Estatística, ao mesmo tempo em que me conduziu pelo processamento de dados desta pesquisa.

À Coordenadora do Mestrado, **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mônica Tirre de Souza Araújo**, por todas as oportunidades que me foram dadas durante o curso e por todo o carinho que deposita no dia-a-dia do curso.

Ao **Prof. Dr. Eduardo Franzotti Sant'Anna**, pelos ensinamentos clínicos e pelas oportunidades de me fazer aprender ainda mais com a Ortodontia, dentro e fora do Departamento.

À **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Matilde Gonçalves Nojima**, pelos ensinamentos e pelo perfeccionismo. Nossa história se inicia pela Graduação, passa também por Cleveland e termina (no momento) na Clínica de terça à tarde, e foi muito proveitoso poder aprender com uma pessoa que trabalha com tanto carinho por todos que têm à sua volta.

À **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Margareth Maria Gomes de Souza**, por sempre me acolher com todo o seu bom humor e por ter sido uma das protagonistas do meu aprendizado clínico. Sou muito grato por todas as oportunidades e carrego comigo um carinho enorme pela senhora.

À **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Amanda Carneiro da Cunha**, por sempre me receber de braços abertos e por ter me auxiliado com este trabalho. É um prazer e alegria enorme ter acompanhado seu crescimento desde o tempo do Mestrado até o Magistério.

À minha querida ortodontista e Mestre, **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Maria**

**Bolognese.** É difícil colocar em palavras sua importância, mas saiba que desde a escolha pela UFRJ na Graduação como a escolha do curso de pós-graduação passaram pela senhora. Obrigado por todo o conhecimento transmitido desde os tempos de consultório, pelo senso de humor ímpar e por todas as oportunidades que me foram concedidas e que me permitiram crescer como profissional.

Ao meu querido ortodontista e mestre, **Prof. Dr. José Vinicius Maciel.** Obrigado pela amizade, respeito e todo conhecimento e confiança que foram depositados em mim durante todos esses anos. Um agradecimento especial por ter me aberto as portas para o Departamento, junto com a **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Maria Bolognese**, me orientando durante a iniciação científica e TCC. Foi um prazer enorme tê-lo em minha jornada profissional e pessoal.

Ao meu querido mestre, **Prof. Dr. Antônio Carlos Ruellas**, por ter participado da minha formação acadêmica e ter transmitido conhecimento como poucos. Obrigado pelos seminários, aulas e pizzas. Foi uma honra ter aprendido e convivido com o senhor. Minha gratidão, admiração e respeito. Sucesso nessa sua nova jornada.

Ao **Prof. Fernando Brazzalle**, por todos os ensinamentos, clínicos e pessoais que me foram transmitidos. Foi um prazer e honra enorme poder conviver com o senhor, saber um pouco mais sobre o curso e dividir as viagens do Fundão até praça no Leblon com seus infinitos ensinamentos.

Ao digníssimo **professor José Édimo Martins**, por todo o conhecimento compartilhado e pela presença de espírito seja no Departamento ou no Consultório. A Ortodontia e eu devemos muito ao senhor.

Foram dois anos de intenso aprendizado e convívio, e sem dúvida não poderia ter escolhido uma turma melhor para estar, mesmo que quisesse. Foi uma honra dividir esses anos com vocês e sem dúvida daqui sairão ótimos Ortodontistas. Aos meus queridos colegas de turma: **Bruna Caroline Tomé Barreto, Cecília Sued Leão, Karoline de Melo Magalhães e Laura Borges**.

Agradeço em especial ao meu irmão que a Ortodontia me proporcionou, **Gonzalo Alejandro Muñoz Arias**, pelas horas divididas no trânsito, conselhos e amizade. Com certeza esse será apenas um “até logo”, e espero você de volta aqui ou no Chile. Foi um prazer enorme aprender, conviver com você e ensiná-lo um pouco de português.

Aos colegas da 52ª turma, **Alyson de Souza Reis, Katherine J. de C. M. P. Silver, Natan de Oliveira Guss, Sylvia de Araujo Paes Souza e**, especialmente, **Ursula Tavares Puetter** por todo conhecimento transmitido, por nos receberem bem, pela atenção e pelos momentos divertidos vividos dentro e fora do departamento.

Às colegas da 54ª turma, **Annanda Pinheiro Martins, Daniela Gomes de Rezende Azevedo, Luísa Schubach da Costa Barreto, Luiza Trindade Vilela, Taiane dos Santos Lopes e Thaís Prates Vieira** pelo companheirismo, momentos divertidos e troca de experiências.

Aos alunos de doutorado, em especial **Johnny de Gawn, Pedro Lima Hemmerich, Jamile Barros, Lilian Siqueira Lima, Carolina Starling, Flavio**

**Copello, Katherine Silver, Sylvia Paes e Guido Marañón** pelos momentos divertidos, conversas científicas e não científicas, atenção e ajuda quando precisei.

À minha aluna de iniciação científica **Raphaella Pinto**, por ter feito parte dessa minha trajetória de maneira agradável. Espero que eu tenha contribuído na sua formação como aluno da graduação, assim como você contribuiu na minha como mestrando.

Aos **alunos da graduação** das turmas 2018/1 e 2018/2 que foram de extrema importância na minha formação como mestre. Foi um prazer dividir meus conhecimentos com vocês e colocar em prática a arte de lecionar.

Aos queridos **pacientes do Departamento de Ortodontia e Odontopediatria da UFRJ**, obrigado pelo carinho e momentos divertidos. Vocês foram essenciais na minha formação.

Aos funcionários **Diane Esteves de Souza Dores, Mônica Mello do Nascimento Gonçalves, Laís Monteiro e Vanilda Antônio Saturnino** por toda dedicação e carinho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**), pela bolsa de estudos concedida durante o curso.

*“São as nossas escolhas que revelam o que realmente  
somos, muito mais do que as nossas qualidades”*

Alvo Dumbledore



## RESUMO

VARGAS, Eduardo Otero Amaral. **Influência do padrão vertical em sítios extra alveolares**. Orientadores: Dr. Lincoln Issamu Nojima e Dr. Rodrigo Lopes de Lima. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2019. Dissertação (Mestrado em Odontologia – Ortodontia). xxi, 48 f.

O objetivo deste estudo foi determinar a espessura óssea no *shelf* mandibular e na crista infrazigomática em indivíduos com diferentes alturas faciais verticais por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico. Para isso, a amostra foi constituída por 100 indivíduos com pelo menos 16 anos de idade, sendo 58 mulheres e 42 homens. A média de idade foi de 19,18 anos de idade (+ - 5,5 DP). A determinação dos pacientes com diferentes alturas faciais foi realizada utilizando o ângulo goníaco, que foi utilizado como medida de referência. Cortes transversais do *shelf* mandibular e da crista infrazigomática foram realizados nas tomografias para avaliar a espessura óssea nesses sítios extra-alveolares. O teste não paramétrico de Spearman foi utilizado para correlacionar o ângulo goníaco com as espessuras ósseas nas regiões extra-alveolares. O nível de significância foi de 5%. Como resultados, observou-se que o ângulo goníaco variou de 102,4° a 143,2°. A espessura transversal e vertical do *shelf* mandibular aumentou posteriormente, independentemente do

ângulo goníaco. Na crista infrazigomática, a espessura do osso diminuiu posteriormente. Houve uma correlação inversamente proporcional entre o ângulo goníaco e o *shelf* mandibular. Não houve correlação entre a espessura da crista infrazigomática e o ângulo goníaco. Concluiu-se que os pacientes com face curta apresentaram valores mais elevados de espessura óssea no *shelf* mandibular quando comparados aos de face longa. Não há correlação entre a altura vertical do rosto do paciente e a espessura óssea na crista infrazigomática. O melhor local para a instalação de mini-implantes no *shelf* mandibular é vestibular à raiz distal do segundo molar, enquanto na crista infrazigomática, vestibular à raiz méso-vestibular do primeiro molar.

## **SUMMARY**

VARGAS, Eduardo Otero Amaral. **Mandibular buccal shelf and infrazygomatic crest thicknesses in patients with different facial vertical heights**. Orientadores: Dr. Lincoln Issamu Nojima e Dr. Rodrigo Lopes de Lima. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2019. Dissertação (Mestrado em Odontologia – Ortodontia). xxi, 48 f.

The purpose of this study was to use CBCT to determine bone thickness in the mandibular buccal shelf (MBS) and the infrazygomatic crest (IC) in individuals with different vertical facial heights for ultimate placement of miniscrews. The sample consisted of 100 individuals aged at least 16 years, of whom 58 were women and 42 were men. The mean age was 19.18 years of age ( $\pm 5.5$  SD). The patients' facial height was determined by the gonial angle. Cross-sectional slices of the MBS and IC were obtained with CBCT to evaluate bone thickness for insertion of miniscrews in these extra-alveolar sites. Spearman's nonparametric test was used to correlate the gonial angle with MBS and IC thickness. The level of significance was 5%. The gonial angle ranged from  $102.4^{\circ}$  to  $143.2^{\circ}$ . Bone thickness in the MBS increased posteriorly, whereas bone thickness in the IC decreased posteriorly. There was an inversely proportional correlation between the gonial angle and the MBS. There was no correlation between the IC and the gonial angle. Short-faced individuals had higher bone thickness values in the MBS than long-faced ones. There was no correlation between the patients' vertical face height and the bone width in the

IC. The best site to install miniscrews in the MBS is buccal to the second molar distal root, whereas in the IC it is buccal to the first molar mesiobuccal root. CBCT may be necessary to correctly install extra-alveolar miniscrews, especially in the IC.

**LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

<b><math>\alpha</math></b>	nível de significância
<b>CBCT</b>	Cone-beam computed tomography
<b>CI</b>	Crista infrazigomática
<b>DICOM</b>	Digital imaging and communications in Medicine
<b>FOV</b>	Field of view
<b>IC</b>	Crista infrazigomática / Infrazygomatic crest
<b>JCE</b>	Junção cimento-esmalte
<b>MBS</b>	<i>Shelf</i> mandibular / Mandibular buccal shelf
<b>MI</b>	Mini-implante
<b>SB</b>	<i>Shelf</i> mandibular
<b>SD</b>	Standard deviation
<b>TCFC</b>	Tomografia computadorizada de feixe cônico

## LISTA DE FIGURAS

### INTRODUÇÃO

**Figura 1** Imagem anatômica do *shelf* mandibular..... 4

**Figura 2** Imagem anatômica da crista infrazigomática..... 6

### DELINEAMENTO DA PESQUISA

**Figura 3** Ângulo goníaco (ângulo definido pela interseção das linhas Mento-Gônio e Gônio-Articulare)..... 10

**Figura 4** Orientação dos planos para mensuração do *shelf* mandibular. A: corte axial com a linha vermelha do plano sagital passando pelas furcas dos molares; B: corte sagital com a linha verde do plano coronal passando pelo longo eixo da raiz distal do primeiro molar; C: corte coronal com a linha vermelha do plano sagital passando pelo longo eixo do molar..... 11

**Figura 5** Procedimento para mensuração da espessura do *shelf* mandibular. A: marcação do ponto JCE; B: duas linhas

com 6 e 11 mm de comprimento originadas da JCE foram marcadas; C: duas linhas perpendiculares às marcadas em B com a cortical óssea vestibular como limite; D: linha horizontal, originada da JCE, com 4 mm de comprimento; E: linha perpendicular à marcada em D, com as corticais ósseas que passam pela linha vermelha como limites..... 13

**Figura 6** Procedimento para mensuração da espessura da cortical óssea da crista infrazigomática. A: no plano sagital a linha azul do corte axial intersecta o ápice da raiz méso-vestibular do primeiro molar; B: plano coronal representado pela linha verde em A. Linha vermelha tangente à cortical óssea vestibular; C: maior aumento de B na região de encontro dos cortes axial (azul) e sagital (vermelho), a espessura óssea da CI foi medida com angulação de 70° em relação ao plano axial..... 14

## DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

**Figure 1** Procedure for visualization of MBS. A: Red line passes through the furcations; B: green line passes through the long axis of the distal root of the first molar; C: red line crosses the long axis of the distal root of the second molar. 34

- Figure 2** Procedure for measuring MBS thickness. A: Vertical lines were drawn 6 and 11 mm apically from the cemento enamel junction; B: two lines were drawn perpendicular to those in A, limited by the buccal cortical bone; C: a horizontal line was drawn 4 mm from the cemento enamel junction point; D: a line perpendicular to the C line was drawn, extending from each border of the mandibular cortex, which passed through the red line..... 35
- Figure 3** Procedure for measuring IC thickness. A: Blue line at the apex of the mesiobuccal root; B: red line tangent to the buccal cortical bone; C: bone thickness in the IC was evaluated at 70° angulation, at the site where both red and blue lines met..... 36
- Figure 4** MBS box plot diagram..... 37
- Figure 5** IC box plot diagram..... 38



## LISTA DE TABELAS

### DELINEAMENTO DA PESQUISA

<b>Tabela 1</b>	Índice de correlação intraclasse de cada medida.....	15
-----------------	--	----

### DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

<b>Table 1</b>	Descriptive statistics of MBS bone thickness and IC bone thickness and Spearman non-parametric test – correlation between the MBS and IC with the gonial angle.....	32
----------------	---	----

## ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	PROPOSIÇÃO.....	7
3	DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	8
4	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA .....	16
4.1	ARTIGO 1: Vargas EOA, de Lima RL, Nojima LI. Mandibular buccal shelf and infrazygomatic crest thicknesses in patients with different facial vertical heights. A ser submetido para publicação no periódico American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics .....	17
5	DISCUSSÃO.....	39
6	CONCLUSÃO.....	44
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
8	ANEXO: parecer do Comitê de Ética.....	49

## 1 INTRODUÇÃO

O controle da ancoragem é essencial ao ortodontista, a fim de evitar que movimentos dentários indesejados ocorram durante o tratamento ortodôntico, uma vez que forças reativas em determinadas mecânicas podem causar esse efeito adverso. Dessa forma, ter o maior controle possível sobre a ancoragem torna-se essencial na terapia ortodôntica (Papadopoulos e Tarawneh, 2007).

No tratamento ortodôntico convencional, o controle da ancoragem pode se dar tanto pela ancoragem extraoral (aparelhos extrabucais, por exemplo) quanto pela ancoragem intraoral (aparelhos auxiliares, amarrilho em *tie-together*, elástico classe II ou III, por exemplo) (Al-Sibaie e Hajeer, 2014). Ambas as técnicas possuem vantagens e desvantagens, e dentre as últimas pode-se incluir movimentação dentária indesejada e cooperação do paciente, o que pode dificultar o tratamento (Cole, 2002).

A ancoragem esquelética com os mini-implantes (MI) tem sido utilizada com bastante eficiência nos últimos anos (Nojima et al., 2006). Diferentemente dos outros métodos de controle de ancoragem citados anteriormente, os mini-implantes dependem menos da cooperação do paciente, sendo necessária colaboração apenas para a higienização da área do dispositivo (Antoszewska-

Smith et al., 2017).

A ancoragem esquelética se desenvolveu a partir de duas linhas: os implantes osseointegrados, utilizados na Implantodontia, e os mini-implantes ou mini-parafusos (Kanomi, 1997). Estes mini-implantes foram desenvolvidos com 1,2 mm de diâmetro para uso especificamente na prática ortodôntica (Kanomi, 1997). A partir de então, uma série de estudos foram desenvolvidos e publicados, explicitando a importância que esta técnica desempenhou na Ortodontia (Baumgaertel et al., 2008).

Em contraste com os implantes osseointegrados, os MI possuem superfície lisa, diâmetro menor e foram projetados para receber carga imediata (Nojima et al., 2006; Alves Jr. et al., 2011) . Adicionalmente, os MI possuem boa aceitação pelos pacientes e sua taxa de sucesso pode chegar a 87,5%, de acordo com estudos prévios (Papageorgiou et al., 2012; Zawawi, 2014).

Alguns cuidados devem ser tomados no planejamento e inserção dos MI, como as características, espessura e altura da faixa de gengiva inserida, proximidade de estruturas anatômicas (como raízes dentárias, nervos e vasos sanguíneos) e outros fatores que interferem na estabilidade do mesmo, como a higienização da área, qualidade do tecido ósseo e a morfologia do MI (Da Cunha et al., 2015; De Freitas et al., 2012; Markezan et al., 2011). A presença de volume ósseo suficiente na região também deve ser avaliada, uma vez que é considerada um dos fatores vitais no sucesso dos MI (Baumgaertel e Hans, 2009).

A estabilidade primária é de importância fundamental para o sucesso dos MI, uma vez que a técnica não depende da osseointegração. A fim de aumentar a estabilidade primária, deve-se levar em consideração, além da qualidade óssea, a

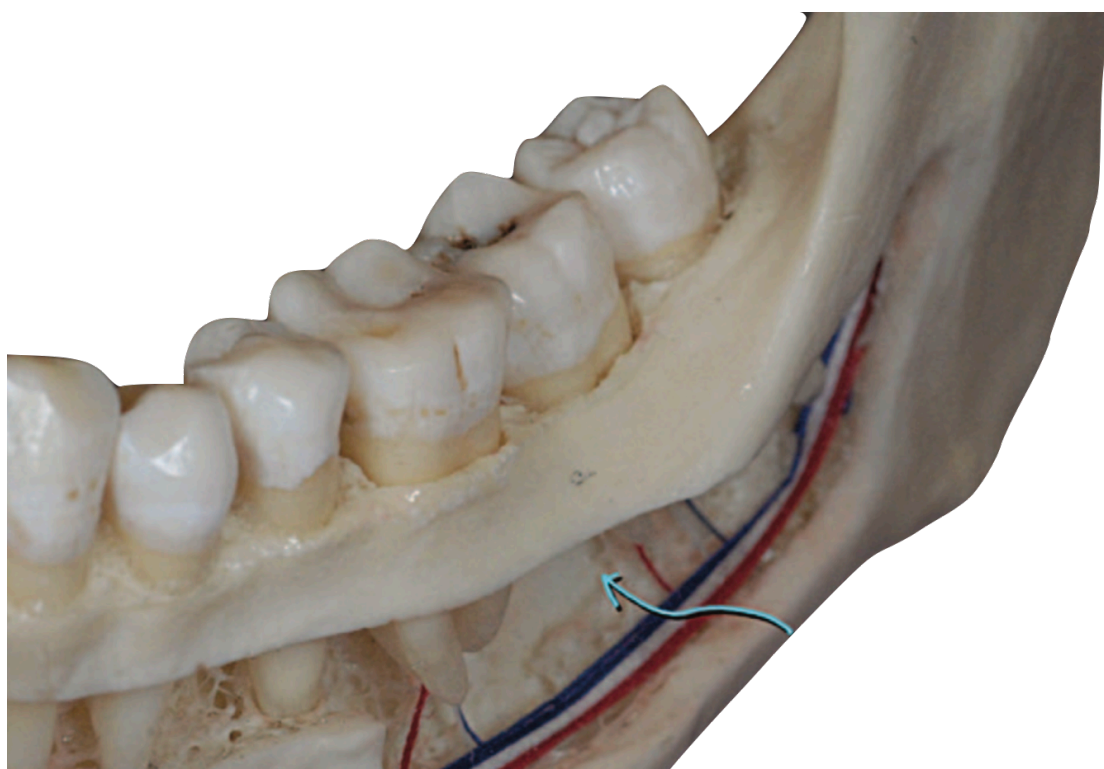
espessura da perfuração óssea, o diâmetro e comprimento do MI (Crismani et al., 2010; Cunha et al., 2017; Park et al., 2006; Wilmes et al., 2006).

Apesar de serem áreas rotineiras de inserção de MI, as zonas interradiculares devem ser avaliadas cuidadosamente, uma vez que devem apresentar largura mínima de 4 mm, sendo 0,7 mm de distância da raiz, 1,6 mm de diâmetro do mini-implante e 1,7 mm de distância de segurança do limite da cortical óssea (Lee et al., 2010; Nucera et al., 2017). Como alternativa, diversas estruturas anatômicas já foram utilizadas para a instalação de mini-implantes, dentre elas o palato ósseo, a região retromolar da mandíbula, a crista infrazigomática e, mais comumente, o osso alveolar (Nucera et al. 2017).

Recentemente, regiões extra-alveolares estão sendo utilizadas como sítio de ancoragem de MI. Normalmente, essas regiões têm maior densidade óssea, o que tende a aumentar a estabilidade primária, e estão distantes das raízes dentárias (Chang e Roberts, 2012; Davo et al., 2007; Liou et al., 2007). Dessa forma, as características das áreas extra-alveolares permitem a inserção de MI com maior comprimento e diâmetro, favorecendo não só a estabilidade dessas ferramentas, como também a utilização de diferentes mecânicas, antes mais difíceis de serem realizadas.

Dentre as diferentes mecânicas, ressalta-se a distalização em massa das arcadas de forma efetiva (Kook et al., 2016). Estudos anteriores já demonstraram a possibilidade de distalização de molares de até 5 mm, o que pode resultar em mudanças de perfil sem extrações dentárias e sem a necessidade de mudança de posição dos MI (Jing et al., 2013). Além disso, em casos de Classe III leves e moderadas, a distalização em massa do arco inferior torna-se uma solução viável sem a necessidade de extrações ou cirurgias (Janson et al., 2005).

Uma das regiões extra-alveolares mais utilizadas é o *shelf* mandibular (SB) (Figura 1, página 4). Esse é um local proposto para a inserção de MI extra-alveolares que se localiza na parte posterior do corpo mandibular, vestibular às raízes dos molares inferiores (Chang et al., 2015). Apesar de ser um sítio anatômico amplamente recomendado para a instalação de MI, existe dúvida quanto à região de instalação dessas ferramentas, principalmente variabilidade de anatomia e espessura óssea da região, uma vez que indivíduos com altura facial vertical longa apresentam espessura óssea reduzida (Miyawaki et al., 2003; Elshebiny et al., 2018). Já na maxila, um sítio muito discutido é a região da crista infrazigomática (CI) (Figura 2, página 5), localizada na base da eminência da crista zigomática, vestibular às raízes dos molares superiores (Chang et al., 2018). De acordo com estudo anterior, o uso de MI nessa área acarreta a invasão do seio maxilar comumente, mas como a amostra era composta por crânios secos apenas, estudos ainda são necessários para determinar a relação entre espessura óssea e a instalação de MI nessa região (Baumgaertel e Hans, 2009).

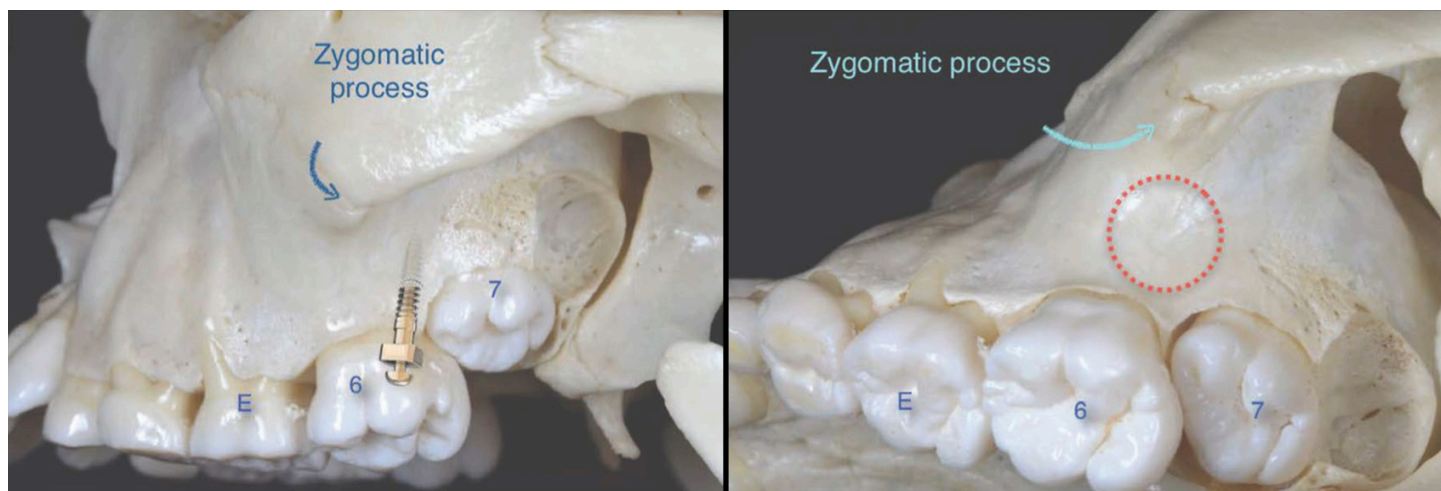


**Figura 1:** Imagem anatômica do *shelf* mandibular (Chang et al., 2018)

Sabe-se que os seres humanos possuem uma relação direta da forma do arco dentário em relação ao formato da face e do crânio (Strang e Thompson, 1958). Dessa forma, a partir do formato craniano, pode-se classificá-los em diferentes alturas faciais. Assim como a forma da face e do crânio, a mineralização das corticais ósseas varia de acordo com a dimensão vertical dos indivíduos, e se sabe que o padrão vertical do paciente influencia não apenas no plano de tratamento ortodôntico, mas também na sua espessura da cortical óssea (Tsunori et al., 1998; Swasty, 2011).

O uso de tomografias computadorizadas de feixe cônico já está disponível por mais de uma década, e apesar de esse exame permitir a visualização de imagens 3D com mínima distorção, maiores doses de radiação que em radiografias convencionais são, normalmente, necessárias (Rottke et al., 2013; Horner et al., 2015). Dessa forma, torna-se necessário justificar sua utilização. Apesar de MI extra alveolares estarem sendo comumente utilizados, existem, atualmente, diferentes exames de imagem que podem ser utilizados para a instalação de MI, e ter um critério de seleção pode prover o ortodontista de informações úteis no seu planejamento (Matzenbacher et al., 2008; van Vlijmen et al., 2012; Watanabe et al., 2013).

Contudo, existe falta de dados científicos quanto à espessura óssea da região anatômica do SB e da CI quando comparam-se indivíduos com diferentes alturas faciais. Saber a diferença de espessura óssea entre os diferentes tipos de indivíduos facilitaria a clínica do ortodontista quanto à possibilidade de instalação de MI extra-alveolares tanto na maxila quanto na mandíbula.



**Figura 2:** Imagem anatômica da crista infrazigomática (Chang et al., 2018)



## 2 PROPOSIÇÃO

A partir do uso de tomografia computadorizada de feixe cônico de indivíduos com diferentes alturas faciais:

**2.1** determinar a espessura óssea na região do *shelf* mandibular e da crista infrazigomática nas área dos primeiros e segundos molares;

**2.2** correlacionar a espessura óssea transversal e vertical do shelf mandibular com o ângulo goníaco;

**2.3** correlacionar a espessura óssea transversal da crista infrazigomática com o ângulo goníaco;

**2.4** determinar o melhor sítio para instalação de mini-implantes extra alveolares na mandíbula e maxila;

**2.5** verificar a necessidade da tomografia para a instalação de mini-implantes extra alveolares.

### **3 DELINEAMENTO DA PESQUISA**

#### **3.1 AMOSTRA**

Foi realizado um estudo descritivo, retrospectivo observacional, onde foram avaliadas e mensuradas as espessuras ósseas na região do SB e da CI a partir de exames tomográficos .

Previamente ao início do estudo, o projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (Anexo, página 49. Foram utilizados exames tomográficos do arquivo da clínica de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da UFRJ. Foi realizado pedido de dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, uma vez que se tratou de um estudo retrospectivo. O acesso e uso de banco de dados obedeceu aos princípios éticos legais regulamentados pela resolução CNS 466/2012.

Os exames tomográficos foram obtidos no tomógrafo Kodak K9500® (Carestream Health, Rochester, USA) com Voxel (Volumetric Picture Element) de 0,3 mm, FOV de 18 cm x 20,6 cm e tempo de rotação de 10,8 segundos. Na fase de obtenção dos dados da documentação, foi assinalada uma numeração aleatória a cada paciente, tornando-os não identificáveis para o manejo dos dados.

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado utilizando a fórmula descrita por Pandis (Pandis, 2012), com base para um poder de estudo de 80% ( $\alpha=0,05$ ), considerando o desvio padrão descrito por Nucera (Nucera et al., 2017). O tamanho estimado da amostra foi de 48 pacientes, de ambos os sexos. O número foi extrapolado para 100 exames tomográficos.

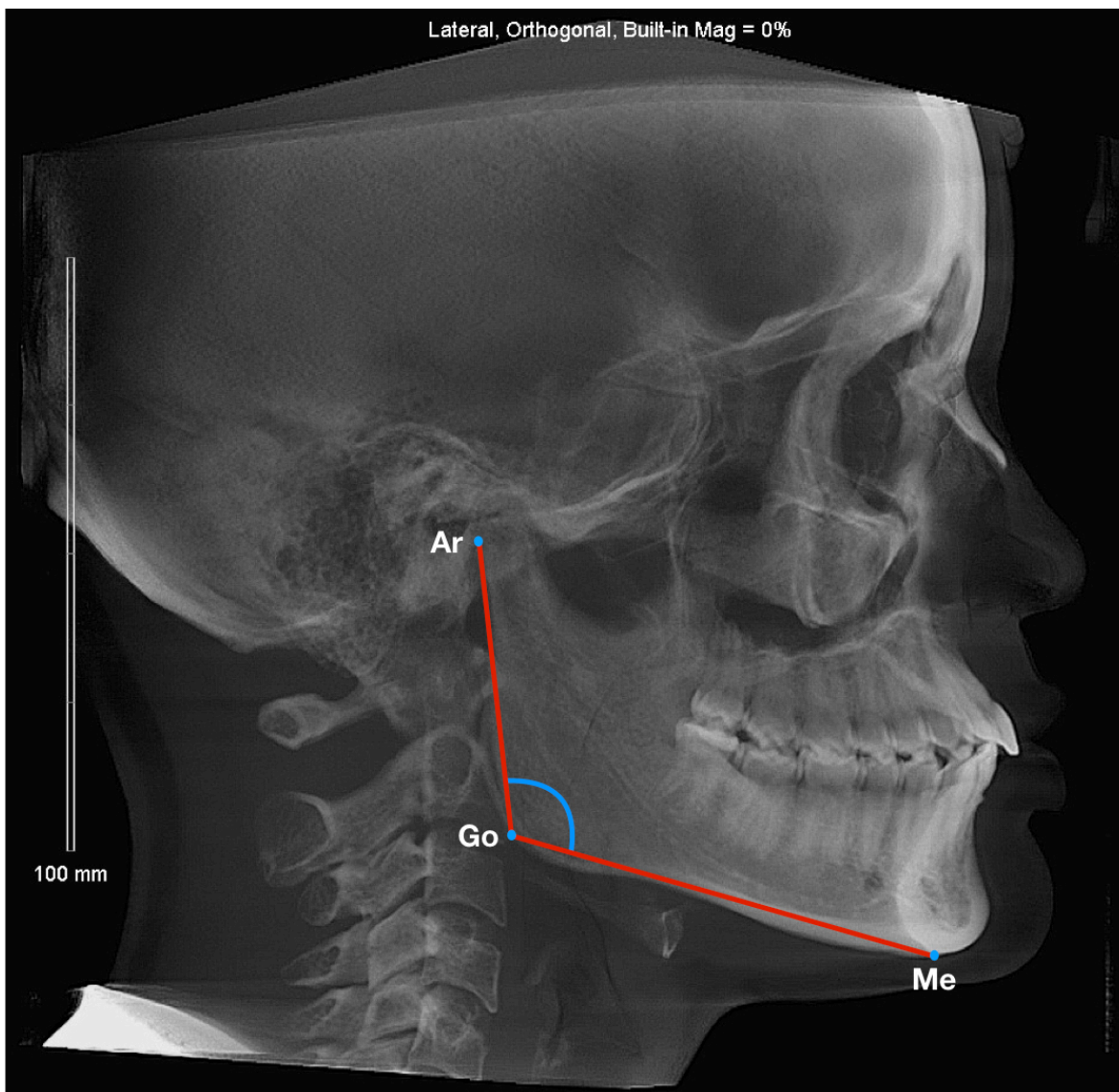
A casuística foi composta por 100 indivíduos com idade acima de 16 anos. Foram excluídos indivíduos sindrômicos, com presença de doença periodontal, com ausência de algum elemento dentário que não fosse o terceiro molar, que tivessem passado por cirurgia ortognática e que apresentassem assimetrias evidentes.

A determinação de indivíduos com diferentes alturas faciais foi realizada a partir da utilização do ângulo goníaco (ângulo definido pela interseção das linhas Mento-Gônio e Gônio-Articulare), o qual foi utilizado como medida de referência (Figura 3). Tal medida foi selecionada por poder ser avaliada clinicamente e de forma rápida. A maior abertura desse ângulo determina altura facial vertical maior, e vice-versa.

### **3.2 OBTENÇÃO E MANIPULAÇÃO DAS TOMOGRAFIAS**

Para manipular e analisar as tomografias computadorizadas de feixe cônico, os arquivos DICOM foram manipulados pelo software Dolphin Imaging 11.5. Primeiramente, para a definição do padrão vertical facial do paciente, os crânios foram orientados de forma que o plano de Frankfurt ficasse paralelo ao solo, assim como o plano bipupilar. Em seguida, foi gerada uma imagem referente à radiografia cefalométrica lateral do lado esquerdo do paciente, para que fosse

determinado seu ângulo goníaco. Então, foi realizada a análise cefalométrica somente com o ângulo goníaco.



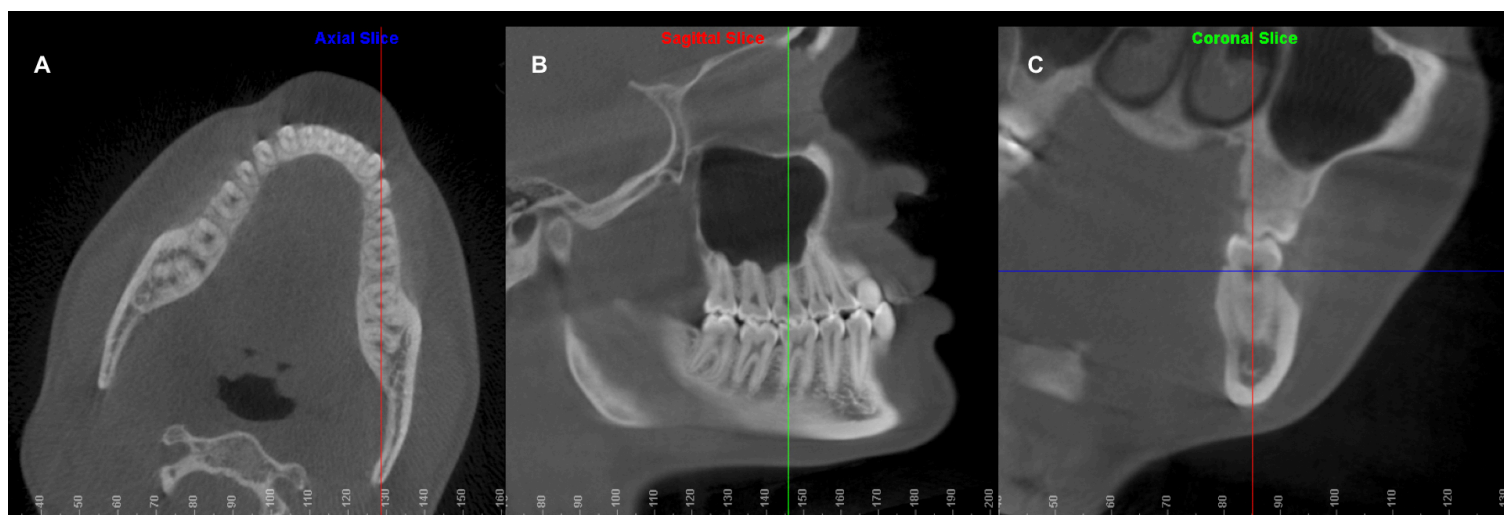
**Figura 3:** Ângulo goníaco (ângulo definido pela interseção das linhas Mento-Gônio e Gônio-Articulare).

### 3.2.1 AVALIAÇÃO DO *SHELF* MANDIBULAR

O seguinte procedimento foi realizado em toda a amostra a fim de obter a apropriada visualização do SB para sua correta análise quantitativa e qualitativa.

Os três cortes multiplanares são representados pelos seguintes planos: linha verde para o corte coronal, linha vermelha para o corte sagital e linha azul para o corte axial. Os cortes multiplanares foram orientados a fim de padronizar as imagens para as mensurações realizadas com o registro nos molares inferiores.

Inicialmente, o plano axial foi orientado de forma que as furcas das raízes dos molares inferiores esquerdos ficassem colineares e o plano sagital mediano, representado pela linha vermelha, ficasse posicionado na região indicada (Figura 4A). Com os molares representados no plano sagital, este foi orientado de forma que a linha referente ao plano coronal passasse pelo longo eixo da raiz distal do segundo molar inferior esquerdo (Figura 4B). Desta forma, o plano coronal foi reorientado, de modo que a linha referente ao plano sagital acompanhasse o longo eixo da raiz distal do segundo molar inferior (Figura 4C). Essa metodologia foi baseada em estudo anterior que também estudou a espessura óssea da região do SB (Nucera et al. 2017).



**Figura 4:** Orientação dos planos para mensuração do *shelf* mandibular. **A:** corte axial com a linha vermelha do plano sagital passando pelas furcas dos molares; **B:** corte sagital com a linha verde do plano coronal passando pelo longo eixo da raiz distal do primeiro molar; **C:** corte coronal com a linha vermelha do plano sagital passando pelo longo eixo do molar.

Para as mensurações, no corte coronal, os pontos referentes à junção cimento-esmalte (JCE) na região vestibular das raízes mesiais e distais do primeiro e segundo molares foram marcados (Figura 5A).

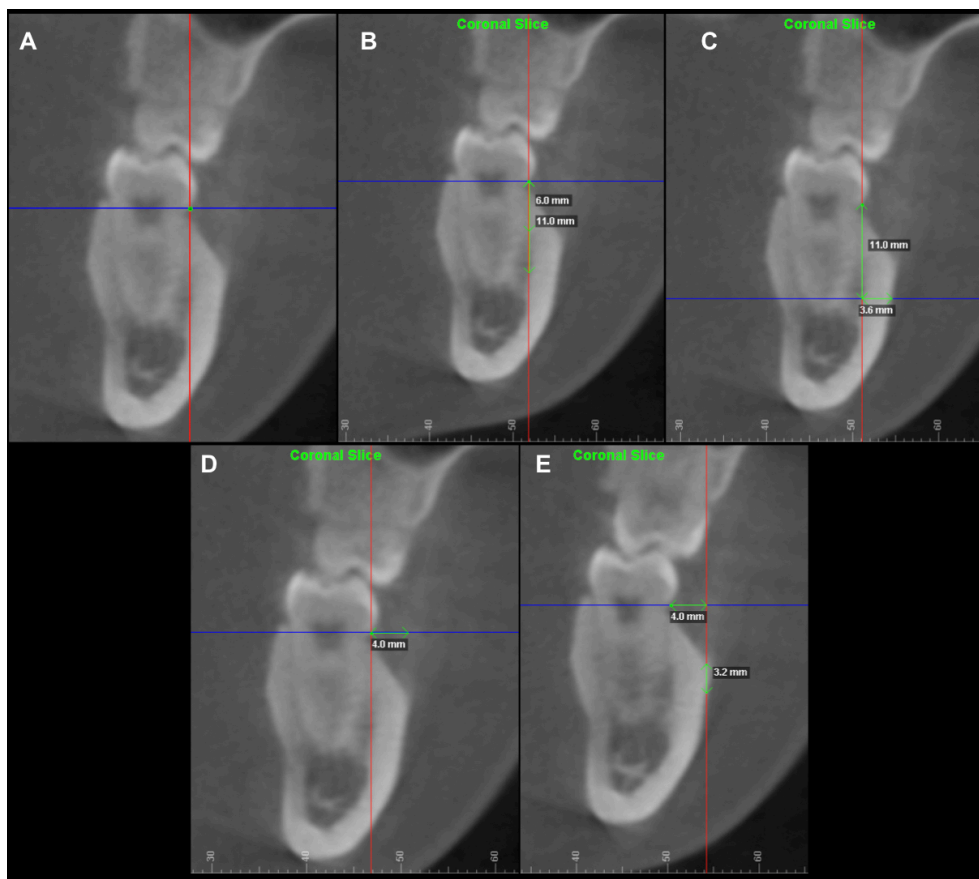
Para cada raiz, foi avaliada a espessura óssea a partir de uma linha vermelha tangente à vestibular dos molares. A mensuração foi realizada até a superfície mais externa da cortical óssea sobre duas linhas horizontais localizadas apicalmente de 6 e 11 mm a partir da JCE. Para isso, dois pontos (landmarks) foram marcadas a partir do ponto referente à JCE, utilizando a linha vermelha do plano sagital como guia (Figura 5B). Duas linhas perpendiculares às duas foram traçadas, utilizando a linha azul do plano axial como referência, tendo como limite a cortical óssea vestibular mais externa ao respectivo molar (Figura 5C).

Para cada raiz, foi avaliada sua espessura óssea vertical ápico-coronal, a partir de duas linhas horizontais, com comprimentos de 4 e 5 mm, que foram traçadas a partir do ponto referente à JCE, utilizando a linha azul do plano axial como referência (Figura 5D). Em seguida, duas linhas perpendiculares a elas foram traçadas, utilizando a linha vermelha do plano sagital como guia. As linhas se estendem de cada limite das corticais mandibulares que passam pela linha vermelha (Figura 5E).

### **3.2.2 AVALIAÇÃO DA CRISTA INFRAZIGOMÁTICA**

O seguinte procedimento foi realizado em toda a amostra a fim de obter a apropriada visualização CI para sua correta análise quantitativa e qualitativa. Os três cortes multiplanares são representados pelos seguintes planos: linha verde para o corte coronal, linha vermelha para o corte sagital e linha azul para o corte

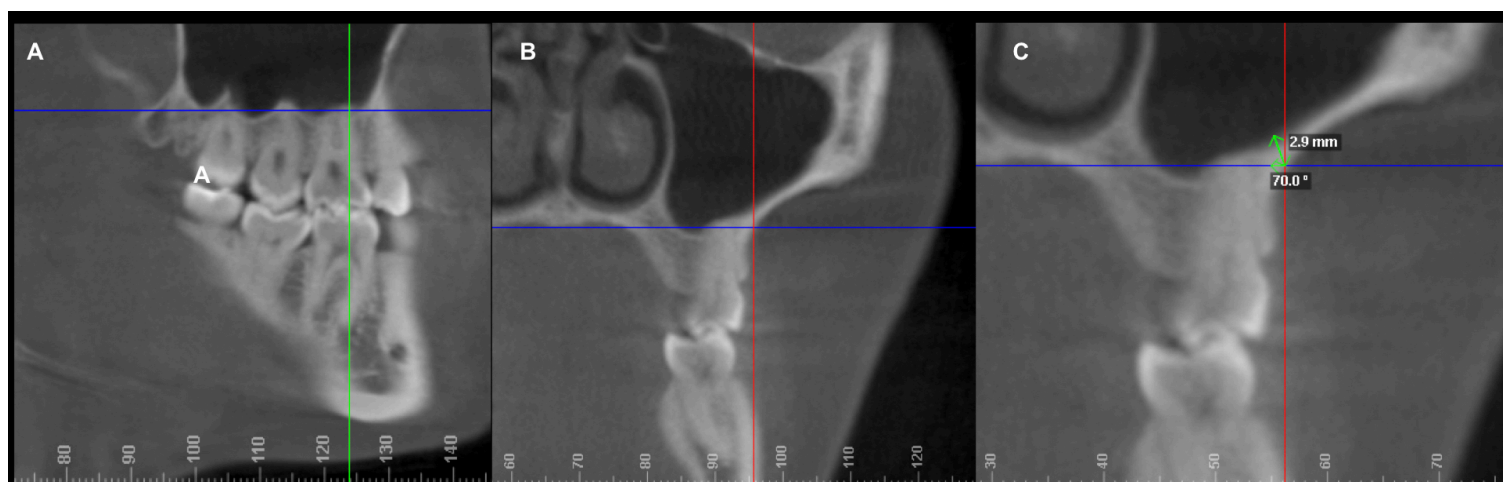
axial. Os cortes multiplanares foram orientados a fim de padronizar as imagens para as mensurações realizadas com o registro nos molares superiores.



**Figura 5:** Procedimento para mensuração da espessura do *shelf* mandibular. **A:** marcação do ponto JCE; **B:** duas linhas com 6 e 11 mm de comprimento originadas da JCE foram marcadas; **C:** duas linhas perpendiculares às marcadas em B com a cortical óssea vestibular como limite; **D:** linha horizontal, originada da JCE, com 4 mm de comprimento; **E:** linha perpendicular à marcada em D, com as corticais ósseas que passam pela linha vermelha como limites.

Inicialmente, o crânio do paciente foi orientado de modo que o plano oclusal ficasse paralelo ao solo. Em seguida, no plano sagital, a linha verde do corte coronal foi posicionada de modo a passar pela raiz méso-vestibular do primeiro molar superior. No mesmo plano, a linha azul do plano axial foi orientada no ápice da raiz méso-vestibular (Figura 6A). No plano coronal, a linha vermelha do corte sagital foi posicionada tangente à cortical óssea vestibular (Figura 6B). No encontro dos cortes sagital (vermelho) e axial (azul) avaliou-se a espessura

óssea da CI, nas inclinações de 70° e 65° com relação plano sagital, conforme estudo anterior realizado (Figura 6C) (Liou et al., 2007). As mesmas avaliações foram realizadas na raiz disto-vestibular do primeiro molar superior e na região entre o primeiro e segundo molares de ambos os lados direito e esquerdo. A altura limite para se realizar a mensuração da espessura óssea entre os molares (linha azul do plano axial) foi o ápice mais superior entre as raízes disto-vestibular do primeiro molar superior e méso-vestibular do segundo molar.



**Figura 6:** Procedimento para mensuração da espessura da cortical óssea da crista infrazigomática. **A:** no plano sagital a linha azul do corte axial intersecta o ápice da raiz méso-vestibular do primeiro molar; **B:** plano coronal representado pela linha verde em A. Linha vermelha tangente à cortical óssea vestibular; **C:** maior aumento de B na região de encontro dos cortes axial (azul) e sagital (vermelho), a espessura óssea da CI foi medida com angulação de 70° em relação ao plano axial.

### 3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A fim de validar o método e avaliar o nível de erro intra e interobservador, um estudo piloto foi realizado utilizando 20 pacientes avaliando o SB. As medidas



foram refeitas após 14 dias de realizadas as primeiras. Todas as medidas e marcações foram realizadas pelo mesmo operador. O ICC médio foi de 99,75%, enquanto o ICC discriminado se encontra no Tabela 1. O índice de correlação interclasse médio foi de 98%.

A análise estatística foi realizada por meio do programa Statistical Package for the Social Science (version 21.0, SPSS Inc., EUA). A estatística descritiva foi realizada e o teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado a fim de determinar a normalidade da amostra e foi verificada a distribuição não normal dos dados. Dessa forma, foi utilizado o teste não-paramétrico de Spearman para a correlação entre espessuras ósseas e ângulo goníaco. Em todas as análises o nível de significância adotado foi de 5% ( $\alpha = 0,05$ ).

**Tabela 1:** Índice de correlação intraclasse de cada medida

	<b>Média</b>
<b>2M D H 6</b>	0.97
<b>2M D H 11</b>	0.96
<b>2M D V 4</b>	0.99
<b>2M D V 5</b>	0.99
<b>2M M H 6</b>	0.97
<b>2M M H 11</b>	0.95
<b>2M M V 4</b>	0.98
<b>2M M V 5</b>	0.97
<b>1M D H 6</b>	0.95
<b>1M D H 11</b>	0.96
<b>1M D V 4</b>	0.99
<b>1M D V 5</b>	0.99
<b>1M M H 6</b>	0.99
<b>1M M H 11</b>	0.96
<b>1M M V 4</b>	0.99
<b>1M M V 5</b>	0.99

2M: segundo molar inferior; 1M: primeiro molar inferior; D: raiz distal; M: raiz mesial; H: espessura horizontal; V: espessura vertical.

## **4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA**

### **4.1 ARTIGO 1**

Eduardo O. A. Vargas, Rodrigo L. de Lima, Lincoln I. Nojima. Mandibular buccal shelf and infrazygomatic crest thicknesses in patients with different vertical facial heights. Artigo submetido para publicação no periódico "American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics".

## ARTICLE 1

### **MANDIBULAR BUCCAL SHELF AND INFRAZYGOMATIC CREST THICKNESSES IN PATIENTS WITH DIFFERENT VERTICAL FACIAL HEIGHTS**

Eduardo Otero Amaral Vargas<sup>a</sup>, Rodrigo Lopes de Lima<sup>c</sup>, Lincoln Issamu Nojima<sup>b</sup>

Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil

<sup>a</sup> Master's Student, Department of Pedodontics and Orthodontics, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil

<sup>b</sup> Associate Professor, Department of Pedodontics and Orthodontics, Federal University of Rio de Janeiro, Brazil

<sup>c</sup> Assistant Professor, Department of Orthodontics, Federal University of Rio de Janeiro, Brazil

Corresponding author: Lincoln Issamu Nojima, Av. Professor Rodolpho Paulo Rocco no 325, Ilha do Fundão, CEP: 21941-617, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. Email: [nojima@ortodontia.ufrj.br](mailto:nojima@ortodontia.ufrj.br)

## **ABSTRACT**

**INTRODUCTION:** The purpose of this study was to use CBCT to determine bone thickness in the mandibular buccal shelf (MBS) and the infrazygomatic crest (IC) in individuals with different vertical facial heights for ultimate placement of miniscrews.

**METHODS:** The sample consisted of 100 individuals aged at least 16 years, of whom 58 were women and 42 were men. The mean age was 19.18 years of age ( $\pm 5.5$  SD). The patients' facial height was determined by the gonial angle. Cross-sectional slices of the MBS and IC were obtained with CBCT to evaluate bone thickness for insertion of miniscrews in these extra-alveolar sites. Spearman's nonparametric test was used to correlate the gonial angle with MBS and IC thickness. The level of significance was 5%.

**RESULTS:** The gonial angle ranged from 102.4° to 143.2°. Bone thickness in the MBS increased posteriorly, whereas bone thickness in the IC decreased posteriorly. There was an inversely proportional correlation between the gonial angle and the MBS. There was no correlation between the IC and the gonial angle.

**CONCLUSIONS:** Short-faced individuals had higher bone thickness values in the MBS than long-faced ones. There was no correlation between the patients' vertical face height and the bone width in the IC. The best site to install miniscrews in the MBS is buccal to the second molar distal root, whereas in the IC it is buccal to the first molar mesiobuccal root. CBCT may be necessary to correctly install extra-alveolar miniscrews, especially in the IC.

## INTRODUCTION

Skeletal anchorage with miniscrews has been widely used with great efficiency in recent years<sup>1</sup>. However, care should be taken when planning the insertion of these appliances, particularly in regard to the thickness and height of the attached gingiva, and the proximity of anatomical structures<sup>2-5</sup>. In addition, primary stability is the most important aspect to achieve successful placement of miniscrews, since they provide no osseointegration<sup>6-8</sup>. Although interradicular areas are routinely selected for miniscrews, these sites should be carefully evaluated, since they must have a minimum width of 4 mm<sup>9, 10</sup>. As an alternative, different anatomical structures have already been used for the installation of miniscrews, including the hard palate, the mandibular buccal shelf and the infrazygomatic crest<sup>9</sup>.

Extra-alveolar sites are distant from dental roots<sup>11, 12</sup>, and usually have higher bone density, thus tending to increase the primary stability of miniscrews<sup>2</sup>. One of the most commonly used extra-alveolar regions is the mandibular buccal shelf (MBS). Located in the posterior part of the mandibular body, buccal to the roots of the lower molars<sup>13</sup>, it is a widely recommended anatomical site for installation of miniscrews. However, this region is questionable, especially regarding anatomical and bone-width variability<sup>9, 14</sup>. On the other hand, the extra-alveolar area in the maxilla most suitable for miniscrew insertion is the infrazygomatic crest (IC), located at the base of the eminence of the zygomatic crest, buccal to the roots of the upper molars<sup>15</sup>. According to a previous study, miniscrews placed in this area could invade the maxillary sinus<sup>16</sup>.

It is known that the patients' vertical facial dimension affect the alveolar bone width<sup>17</sup>. Previous studies have already analyzed the MBS and IC

morphology<sup>9, 12, 16</sup>, however, they have not evaluated if the patients' vertical facial dimension affect the extra-alveolar bone width in those areas, apart from Ozdemir et al.<sup>18</sup>, who only made one measurement in the MBS and in the IC. Understanding the influence of the facial vertical dimension in these sites can be useful when planning the use of extra-alveolar miniscrews in patients with different vertical profiles.

The use of CBCT has been available for over a decade, and although it provides 3D imaging with minimum distortion, higher radiation doses are usually necessary than in conventional dental radiography<sup>19, 20</sup>. Therefore, it becomes necessary to justify its use. Although extra-alveolar miniscrews are commonly used, there are currently different image exams that can be used to guide the miniscrews' installation<sup>21-23</sup>, and having a selection criterion can provide the orthodontist with useful information within which to work.

The purpose of this study was to use CBCT to determine the bone thickness in the MBS and the IC in individuals with different vertical facial heights for ultimate placement of miniscrews. The null hypothesis is that the patients' vertical facial dimension does not influence the extra-alveolar sites bone width.

## **MATERIAL AND METHODS**

This research was approved by the Research Ethics Committee of the Clementino Fraga Filho University Hospital of the Universidade Federal do Rio de Janeiro (protocol number 2.981.865). It was a descriptive, retrospective, observational study in which the MBS was evaluated in both the transverse and vertical directions, and the IC, in the vertical direction. The sample size was

calculated using the formula described by Pandis<sup>24</sup>, based on a study power of 95% ( $\alpha = 0.05$ ), and considering the standard deviation described by Nucera<sup>9</sup>.

The sample consisted of 100 individuals who were aged at least 16 years, of whom 58 were women and 42 were men, who were selected after their skeletal maturity was complete. The mean age was 19.18 years of age ( $\pm 5.5$  SD). Inclusion criteria consisted of individuals who were at least 16 years old with their growth already fulfilled, with Angle's Class I, II or III malocclusion, and who came to the Department of Orthodontics of the Universidade Federal do Rio de Janeiro seeking orthodontic treatment. Skeletal maturity was assessed by the Cervical Vertebral Maturation (CVM) method<sup>25</sup>. The department's diagnostic protocol prior to any orthodontic treatment is based on CBCT exams, because scanning provides an entire 3D view of the craniofacial anatomy and contributes to better diagnosis and treatment planning, justifying their use in this study<sup>26</sup>. However, care should be taken when prescribing CTCT exams because of the high radiation doses, in order not to use them indiscriminately<sup>19, 20</sup>. Exclusion criteria consisted of syndromic individuals, periodontal disease, absence of any tooth other than the third molar, individuals who had undergone orthognathic surgery, and those who had evident asymmetries. Patients were considered asymmetric when the deviation from the menton point (Me) to the midsagittal plane was higher than 2 mm<sup>26</sup>.

The difference between the patients' facial height was determined by the gonial angle (angle composed by the ramus line and the mandibular line, where the first is tangent to the posterior border of the mandible and the last is tangent to the lower border of the mandible through the gnathion)<sup>27</sup>, which was used as a reference measurement. This criterion was selected because it can be evaluated

clinically, quickly and simply. The greater the aperture of this angle, the greater the vertical facial height, and, conversely, the smaller the angle, the smaller the vertical facial height.

The tomographic exams were obtained by the Kodak K9500® scanner (Carestream Health, Rochester, USA) with a voxel (volumetric picture element) of 0.3 mm, FOV of 18 cm x 20.6 cm, and rotation time of 10.8 seconds. The tomographic exams were manipulated and analyzed in DICOM format using Dolphin Imaging software 11.5.

The same operator (EV) performed all the measurements and evaluations. First, the cephalometric analysis of the individuals was performed only with the gonial angle as a variable. Later, the following procedure was done on the whole sample, in order to obtain the proper visualization for correct quantitative and qualitative analysis of the MBS. Three multiplanar views were used as guidance: green line for the coronal plane, red line for the sagittal plane, and blue line for the axial plane. Initially, the axial plane was oriented so that the root furcations of the left lower molars became collinear (Figure 1A). Then, the sagittal plane was oriented so that the blue line passed through the long axis of the molar's root which was going to be assessed at the moment (Figure 1B). Finally, the coronal plane was reoriented, so that the red line followed the long axis of the same root (Figure 1C). The measurements were performed on the 4 roots of the first and second lower left molars. All roots were evaluated transverse and vertically. Evaluation of the transverse buccal bone thickness was made apically at 6 mm and 11 mm from the CEJ (Figures 2A and 2B), since 6 mm represents the minimum standard miniscrew length, and extra-alveolar miniscrews are usually



longer than 10mm<sup>9, 15</sup>. Evaluation of the vertical buccal bone thickness was made at 4 mm and 5 mm from the CEJ (Figures 2C and 2D).

The following procedure was done on the whole sample, in order to obtain proper visualization for the correct quantitative and qualitative analysis of the IC. The multiplanar views were oriented in order to standardize the images for the measurements performed in the upper molars. Initially, the images from the CBCTs were oriented so that the occlusal plane was parallel to the lower border of the display window. Then, the green line was positioned so as to pass through the molar's root that was going to be assessed at the moment. In the same plane, the blue line was oriented at the same root's tip (Figure 3A). In the coronal plane, the red line was placed tangent to the maxillary buccal cortical bone (Figure 3B), since it guarantees safety to the tooth's root from injury during the miniscrew insertion. At the site where both red and blue lines met, the bone thickness of the IC was evaluated at 70° and 65° angulations in the sagittal plane, following a previous study<sup>12</sup> (Figure 3C). This evaluation was performed in the buccal roots of the left upper first molar, and in the region between the first and second molars on the left side. The upper limit for measuring bone thickness between the molars (blue line) was the highest apex between the distobuccal root of the maxillary first molar and the mesiobuccal root of the second molar. The root tip was selected as the upper limit for the upper first molar roots' area because this way it makes more difficult to injure the roots during the extra-alveolar miniscrew placement. Regarding the interradicular area, the highest apex must be selected in order to avoid the same problem as mentioned before.

## STATISTICAL ANALYSIS

The method was validated and the level of intraobserver and interobserver error was assessed by performing a pilot study with 20 tomographic exams in which the MBS was evaluated. All the measurements were remeasured after 14 days. The average intraclass correlation coefficient was 99.75%, while the interclass correlation coefficient was 98%.

Statistical analysis was performed with the SPSS software (version 22, SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Normality was verified by means of the Kolmogorov-Smirnov test. The descriptive analysis was performed and a non-normal distribution of the data was verified. Thus, Spearman's nonparametric test was used to correlate the gonial angle with the MBS and the IC thicknesses. The level of significance was 5%.

## RESULTS

The gonial angle ranged from 102.4° to 143.2°. Descriptive statistics for the MBS and IC thickness values are shown in Table I. The box plot diagram showed that the MBS thickness increased posteriorly (Figure 4). On the other hand, bone thickness in the IC decreased posteriorly (Figure 5). In the MBS, buccal to the first molar, nearly all the sample had less than 4 mm of transverse bone thickness. However, buccal to the distal root of the second molar, nearly 75% of the sample had more than 4 mm of transverse bone thickness. On the other hand, in the IC, more than 50% of the entire sample had less than 4 mm bone thickness, and in the proximal area it got to more than 75%. Spearman's nonparametric test showed that there was an inversely proportional statistic correlation with the gonial angle. However, there was no correlation between the IC and the gonial angle (Table I).

## DISCUSSION

Miniscrews have been widely used in orthodontics in the 21<sup>st</sup> century, mainly because they offer temporary anchorage, which can prevent undesirable tooth movement, such as loss of anchorage<sup>15</sup>. Extra-alveolar miniscrews have been used more frequently in recent years, because they present lower risk of failure and injury to periodontal tooth ligament and roots<sup>23</sup>. Thus, understanding the anatomy of the extra-alveolar sites is of paramount importance for the success of these devices.

Since only symmetrical patients were selected and the cortical bone thickness is similar on both sides of the jaws, only the left side was measured<sup>12</sup>. Patients were considered asymmetric when the deviation from the menton point (Me) to the midsagittal plane was higher than 2 mm<sup>26</sup>. Moreover, the gonial angle was selected as a means of determining the patients' vertical height, because this parameter is easy to evaluate, and also serves as a clinical parameter; note that this angle can also be measured using cephalometric and panoramic radiographs<sup>28</sup>. Furthermore, since the statistical analysis of choice was correlation, it was not necessary to categorize the sample according to the patients' vertical height. Consequently, no data was lost, since there was no need to use confidence intervals for the gonial angle, and the patients could be analyzed systemically.

A preliminary evaluation considered 4 mm of buccal bone thickness to be the minimum cutoff value for safe miniscrew insertion in the MBS (1.7 mm of cortical bone safety distance, 1.6 mm of miniscrew diameter, and 0.7 mm of root safety distance)<sup>9, 10</sup>. Regarding the vertical bone thickness, the measurement values of 6 and 11 mm were selected because 6 mm represents the minimum

standard miniscrew length, and extra-alveolar miniscrews are usually longer than 10mm<sup>9, 15</sup>. The sites and angulation selected for measurement in the IC were those commonly used for insertion of extra-alveolar miniscrews<sup>12, 15, 18</sup>.

The present study found that the bone thickness in the MBS increased transversely and vertically in the distal and apical portions, that is, the more posterior the buccal shelf, the greater the bone thickness (Table I). The box plot in Figure 4 shows that, buccal to the first molar, nearly 100% of the sample has less than 4 mm of bone thickness. However, nearly 75% of the sample has the minimum thickness of 4 mm buccal to the distal root of the second lower molar. This finding is corroborated by previous authors<sup>9, 13, 18</sup>, thus indicating that the best region to insert extra-alveolar miniscrews in the lower arch is buccal to the distal root of the mandibular second molars. Although the installation of miniscrews in this area is likely to be in movable mucosa, Chang et al.<sup>13</sup> have showed that there is no significant difference between placing them in this mucosa or in attached gingiva.

On the other hand, this finding is inverse in relation to the IC, although the difference in thickness is more subtle (Table I). More specifically, bone thickness in the IC was found to decrease in the posterior portion, that is, the more posterior the buccal shelf, the smaller the bone thickness. This finding differs from that reported by Chang et al.<sup>15</sup>, thus indicating that, unlike the common clinical procedure, the best site to insert extra-alveolar miniscrews in the maxilla is buccal to the mesiobuccal root of the first molars, and not between the first and second molars. The box plot in Figure 5 shows that less than 50% of the sample has the minimum cutoff value of 4 mm, and in the proximal area, it gets to less than 25%. Hence, it can be deduced that most miniscrews placed between the first and

second molars invariably invade the maxillary sinus, as corroborated by Baumgaertel and Hans<sup>16</sup>. In addition, the 70° angulation presented a higher bone thickness at all sites, in comparison with 65°. Again, although the installation of miniscrews in this area is likely to be in movable mucosa, Hsu et al.<sup>29</sup> have shown that there is no significant difference comparatively between placement in this mucosa or attached gingiva.

Our results show that, despite the frequent use of miniscrews in extra-alveolar sites in the mandible and maxilla, care should be taken into account when placing these devices. Table I shows that, in the MBS, although buccal to the distal root of the second molar there is usually enough bone thickness to have miniscrews installed, some patients do not present enough bone thickness in the area. In the IC, though the value of 0 mm was not found, minimum values of 1 mm also prevent the use of extra-alveolar miniscrews. Thus, the use of CBCT can be useful to the orthodontist to correctly plan when and where to install these devices.

To our knowledge, this is the first study that correlates the gonial angle with the bone thickness in MBS and IC sites for the installation of miniscrews. Nucera et al.<sup>9</sup> analyzed the MBS anatomy, but independently from any vertical face pattern. Ozdemir et al.<sup>18</sup> analyzed extra-alveolar sites in patients with different facial patterns; however, only one measurement was made in the MBS and another in the IC in their study, while in our study there were 16 in the MBS and 6 in the IC.

We found a statistically significant, inversely proportional correlation, both transversely and vertically, between the bone thickness in the MBS and the gonial angle (Table I). Reduced gonial angle is usually related to short-faced patients<sup>30</sup>, thus, it can be inferred that individuals with short vertical facial height present

higher bone thickness than those with a long face, similar to the findings in past studies<sup>18, 31, 32</sup>. Consequently, short-faced patients would be the best candidates for installation of miniscrews in the MBS, because of the higher bone thickness, which allows greater surgical bone perforations and miniscrews with greater diameter and length, which are directly related to the primary stability of these devices<sup>5</sup>. In addition, patients with an obtuse gonial angle are also good candidates for the installation of miniscrews in the MBS, since their bone thickness is over 4mm. However, the region of choice should be focused on the second molars, especially buccal to the distal root.

The present study observed that there is no correlation between the gonial angle and the IC width (Table I). Thus, the gonial angle cannot be used as a parameter when planning to install miniscrews in the IC. This finding differs from that of Ozdemir et al.<sup>18</sup>, and this inconsistency can be explained by the ethnic differences between the samples. Because of that, the use of CBCT is justified when planning the use of extra-alveolar miniscrews in the maxilla, not only because of the lack of correlation, but also because most of the measurements in the IC were lower than 4 mm, which would lead to maxillary sinus invasion.

## **CONCLUSIONS**

Based on the results of this study, it can be deduced that short-faced patients had higher bone thickness values in the MBS than long-faced ones. Moreover, the best site to install miniscrews in the MBS is buccal to the second molar distal root, where 75% of the patients present the minimum cutoff value of 4 mm. There was no correlation between the gonial angle and bone width in the IC. In the maxilla, the best site to install miniscrews is buccal to the first molar

mesiobuccal root. CBCT may be necessary to correctly install extra-alveolar miniscrews, especially in the IC.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) for supporting academic and professional development and for the financial support.

## REFERENCES

1. Carrillo R, Buschang PH, Opperman LA, Franco PF, Rossouw PE. Segmental intrusion with mini-screw implant anchorage: a radiographic evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(5):576.e1-6.
2. da Cunha AC, Marquezan M, Lima I, Lopes RT, Nojima LI, Sant'Anna EF. Influence of bone architecture on the primary stability of different mini-implant designs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;147(1):45-51.
3. de Freitas AO, Alviano CS, Alviano DS, Siqueira JF, Nojima LI, Nojima MaC. Microbial colonization in orthodontic mini-implants. *Braz Dent J.* 2012;23(4):422-7.
4. Marquezan M, Souza MM, Araújo MT, Nojima LI, Nojima MaC. Is miniscrew primary stability influenced by bone density? *Braz Oral Res.* 2011;25(5):427-32.
5. Cunha AC, da Veiga AMA, Masterson D, Mattos CT, Nojima LI, Nojima MCG, et al. How do geometry-related parameters influence the clinical performance of orthodontic mini-implants? A systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2017;46(12):1539-51.
6. Wilmes B, Rademacher C, Olthoff G, Drescher D. Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants. *J Orofac Orthop.* 2006;67(3):162-74.
7. Crismani AG, Bertl MH, Celar AG, Bantleon HP, Burstone CJ. Miniscrews in orthodontic treatment: review and analysis of published clinical trials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(1):108-13.
8. Park HS, Jeong SH, Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(1):18-25.
9. Nucera R, Lo Giudice A, Bellocchio AM, Spinuzza P, Caprioglio A, Perillo L, et al. Bone and cortical bone thickness of mandibular buccal shelf for mini-screw insertion in adults. *Angle Orthod.* 2017;87(5):745-51.
10. Lee YK, Kim JW, Baek SH, Kim TW, Chang YI. Root and bone response to the proximity of a mini-implant under orthodontic loading. *Angle Orthod.* 2010;80(3):452-8.
11. Davo R, Malevez C, Rojas J. Immediate function in the atrophic maxilla using zygoma implants: a preliminary study. *J Prosthet Dent.* 2007;97(6 Suppl):S44-51.
12. Liou EJ, Chen PH, Wang YC, Lin JC. A computed tomographic image study on the thickness of the infrazygomatic crest of the maxilla and its clinical implications for miniscrew insertion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(3):352-6.

13. Chang C, Liu SS, Roberts WE. Primary failure rate for 1680 extra-alveolar mandibular buccal shelf mini-screws placed in movable mucosa or attached gingiva. *Angle Orthod*. 2015;85(6):905-10.
14. Elshebiny T, Palomo JM, Baumgaertel S. Anatomic assessment of the mandibular buccal shelf for miniscrew insertion in white patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2018;153(4):505-11.
15. Chang CCH, Lin JSY, Yeh HY. Extra-Alveolar Bone Screws for Conservative Correction of Severe Malocclusion Without Extractions or Orthognathic Surgery. *Curr Osteoporos Rep*. 2018;16(4):387-94.
16. Baumgaertel S, Hans MG. Buccal cortical bone thickness for mini-implant placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;136(2):230-5.
17. Swasty D, Lee J, Huang JC, Maki K, Gansky SA, Hatcher D, et al. Cross-sectional human mandibular morphology as assessed in vivo by cone-beam computed tomography in patients with different vertical facial dimensions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;139(4 Suppl):e377-89.
18. Ozdemir F, Tozlu M, Germec-Cakan D. Cortical bone thickness of the alveolar process measured with cone-beam computed tomography in patients with different facial types. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;143(2):190-6.
19. Horner K, O'Malley L, Taylor K, Glenn AM. Guidelines for clinical use of CBCT: a review. *Dentomaxillofac Radiol*. 2015;44(1):20140225.
20. Rottke D, Patzelt S, Poxleitner P, Schulze D. Effective dose span of ten different cone beam CT devices. *Dentomaxillofac Radiol*. 2013;42(7):20120417.
21. van Vlijmen OJC, Kuijpers MAR, Berge SJ, Schols JGJH, Maal TJJ, Breuning H, et al. Evidence supporting the use of cone-beam computed tomography in orthodontics. *The Journal of the American Dental Association*. 2012;143(3):241-52.
22. Matzenbacher L, Campos PSF, Pena N, Araújo TMD. Avaliação de métodos radiográficos utilizados na localização vertical de sítios eleitos para instalação de mini-implantes. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*. 2008;13:95-106.
23. Watanabe H, Deguchi T, Hasegawa M, Ito M, Kim S, Takano-Yamamoto T. Orthodontic miniscrew failure rate and root proximity, insertion angle, bone contact length, and bone density. *Orthod Craniofac Res*. 2013;16(1):44-55.
24. Pandis N. Sample calculations for comparison of 2 means. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012;141(4):519-21.
25. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA, Jr. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment Timing in Dentofacial Orthopedics. *Seminars in Orthodontics*. 2005;11(3):119-29.
26. Siqueira de Lima L, Brunetto DP, da Cunha Gonçalves Nojima M. Evaluation of facial soft tissue thickness in symmetric and asymmetric subjects with the use of cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2019;155(2):216-23.
27. Jensen E, Palling M. The gonial angle: A survey. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1954;40(2):120-33.
28. Radhakrishnan PD, Sapna Varma NK, Ajith VV. Dilemma of gonial angle measurement: Panoramic radiograph or lateral cephalogram. *Imaging Sci Dent*. 2017;47(2):93-7.
29. Eric H, Shih-Yung LJ, Hsin-Yin Y, Chris C, Eugene R. Comparison of the Failure Rate for InfraZygomatic Bone Screws Placed in Movable Mucosa or Attached Gingiva. 2017;47:96 - 106.
30. Fields HW, Proffit WR, Nixon WL, Phillips C, Stanek E. Facial pattern differences in long-faced children and adults. *Am J Orthod*. 1984;85(3):217-23.
31. 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.



32. 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.

## TABLES

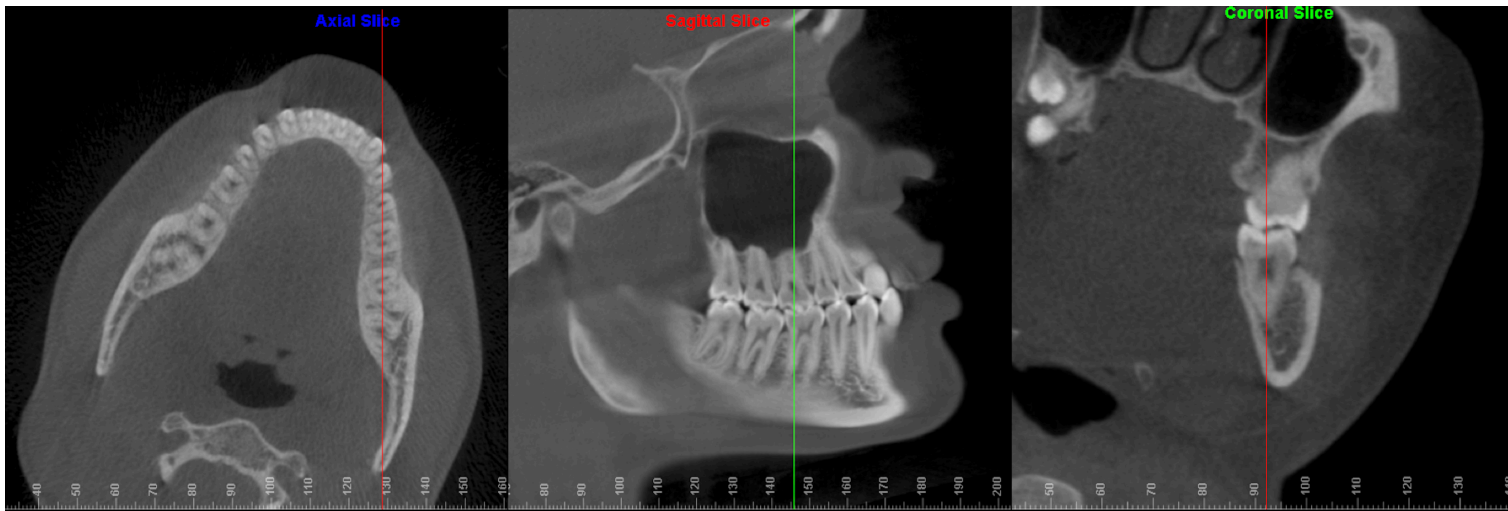
**Table I.** Descriptive statistics of MBS bone thickness and IC bone thickness and Spearman non-parametric test – correlation between the MBS and IC with the gonial angle

		Median	CI	Minimum	Maximum	Gonial Angle (Spearman's correlation)
Mandible	<b>2M D H 6</b>	5	4.57 – 5.31	0.5	9.9	- .258*
	<b>2M D H 11</b>	5.8	5.25 – 5.93	1.9	10.6	- .328*
	<b>2M D V 4</b>	14.4	11.67 – 14.35	0	28	- .437*
	<b>2M D V 5</b>	10.3	7.77 – 10.67	0	26.7	- .421*
	<b>2M M H 6</b>	3	2.88 – 3.59	0	8	- .245*
	<b>2M M H 11</b>	5.8	5.25 – 5.93	1.9	10.6	- .257*
	<b>2M M V 4</b>	14.4	11.67 – 14.35	0	28	- .365*
	<b>2M M V 5</b>	10.3	7.77 – 10.67	0	26.7	- .361*
	<b>1M D H 6</b>	3	2.88 – 3.59	0	8	- .394*
	<b>1M D H 11</b>	4.3	4.13 – 4.87	0	9.7	- .304*
	<b>1M D V 4</b>	10	7.06 – 10.15	0	24.6	- .367*
	<b>1M D V 5</b>	0	1.14 – 3.06	0	20	- .258*
	<b>1M M H 6</b>	0.8	0.71 – 1.05	0	6.1	- .325*
	<b>1M M H 11</b>	1.2	1.13 – 1.62	0	7.6	- .229*
	<b>1M M V 4</b>	0	0.45 – 1.84	0	17.9	-0.19
	<b>1M M V 5</b>	0	0.2 – 0.94	0	16.2	- .275*
Maxilla	<b>MB 70°</b>	3.6	3.95 – 4.89	1.3	14.1	0.116
	<b>MB 65°</b>	3.5	3.71 – 4.54	1.3	11.8	0.119
	<b>DB 70°</b>	3	3.02 – 3.60	1.1	8.7	0.083
	<b>DB 65°</b>	2.8	2.84 – 3.39	1	8.3	0.079
	<b>PR 70°</b>	2.5	2.57 – 3.03	1	7.2	0.013
	<b>PR 65°</b>	2.4	2.43 – 2.87	1	7	0

2M D H 6: lower second molar's distal root 6mm from CEJ transverse bone thickness; 2M D H 11: lower second molar's distal root 11mm from CEJ transverse bone thickness; 2M D V 4: lower second molar's distal root 4mm from CEJ vertical bone thickness; 2M D V 5: lower second molar's distal root 5mm from CEJ vertical bone thickness; 2M M H 6: lower second molar's mesial root 6mm from CEJ transverse bone thickness; 2M M H 11: lower second molar's mesial root 11mm from CEJ transverse bone thickness; 2M M V 4: lower second molar's mesial root 4mm from CEJ vertical bone thickness; 2M M V 5: lower second molar's mesial root 5mm from CEJ vertical bone thickness; 1M D H 6: lower first molar's distal root 6mm from CEJ transverse bone thickness; 1M D H 11: lower first molar's distal root 11mm from CEJ transverse bone thickness; 1M D V 4: lower first molar's distal root 4mm from CEJ vertical bone thickness; 1M D V 5: lower first molar's distal root 5mm from CEJ vertical bone thickness; 1M M H 6: lower first molar's mesial root 6mm from CEJ transverse bone thickness; 1M M H 11: lower first molar's mesial root 11mm from CEJ transverse bone thickness; 1M M V 4: lower first molar's mesial root 4mm from CEJ vertical bone thickness; 1M M V 5: lower first molar's mesial root 5mm from CEJ vertical bone thickness; MB 70°: upper first molar's mesio-buccal root at 70° angulation; MB 65°: upper first molar's mesio-buccal root at 65° angulation; DB 70°: upper first molar's disto-buccal root at 70° angulation; DB 65°: upper first molar's disto-buccal root at 65° angulation; PR 70°: proximal space at 70° angulation; PR 65°: proximal space at 65° angulation

\*: Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

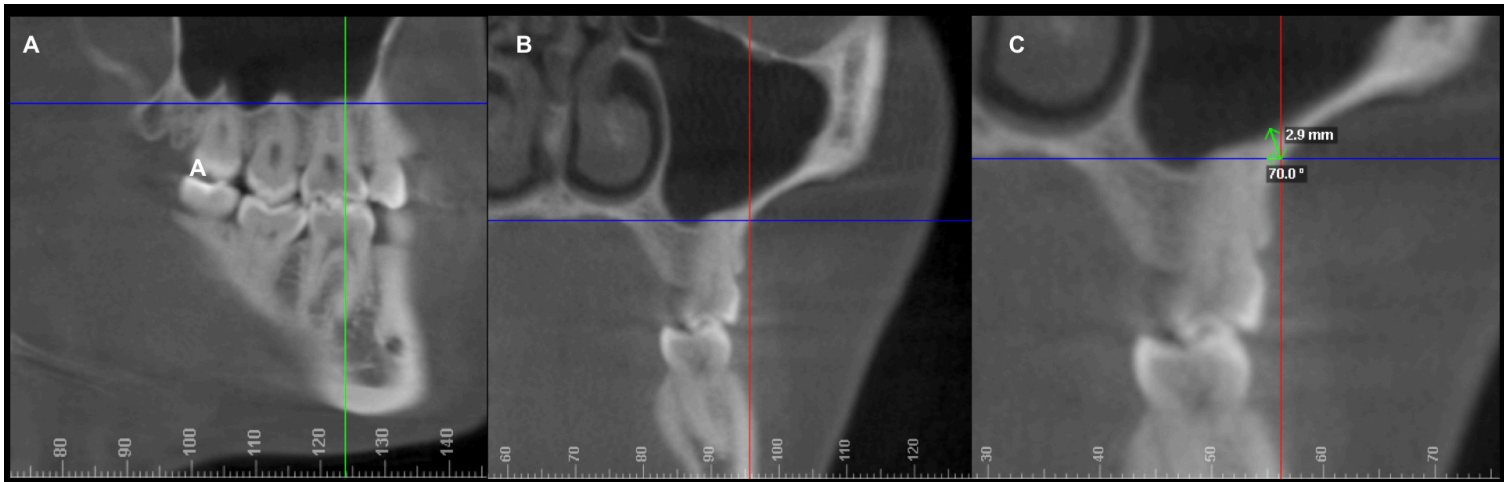
## FIGURES



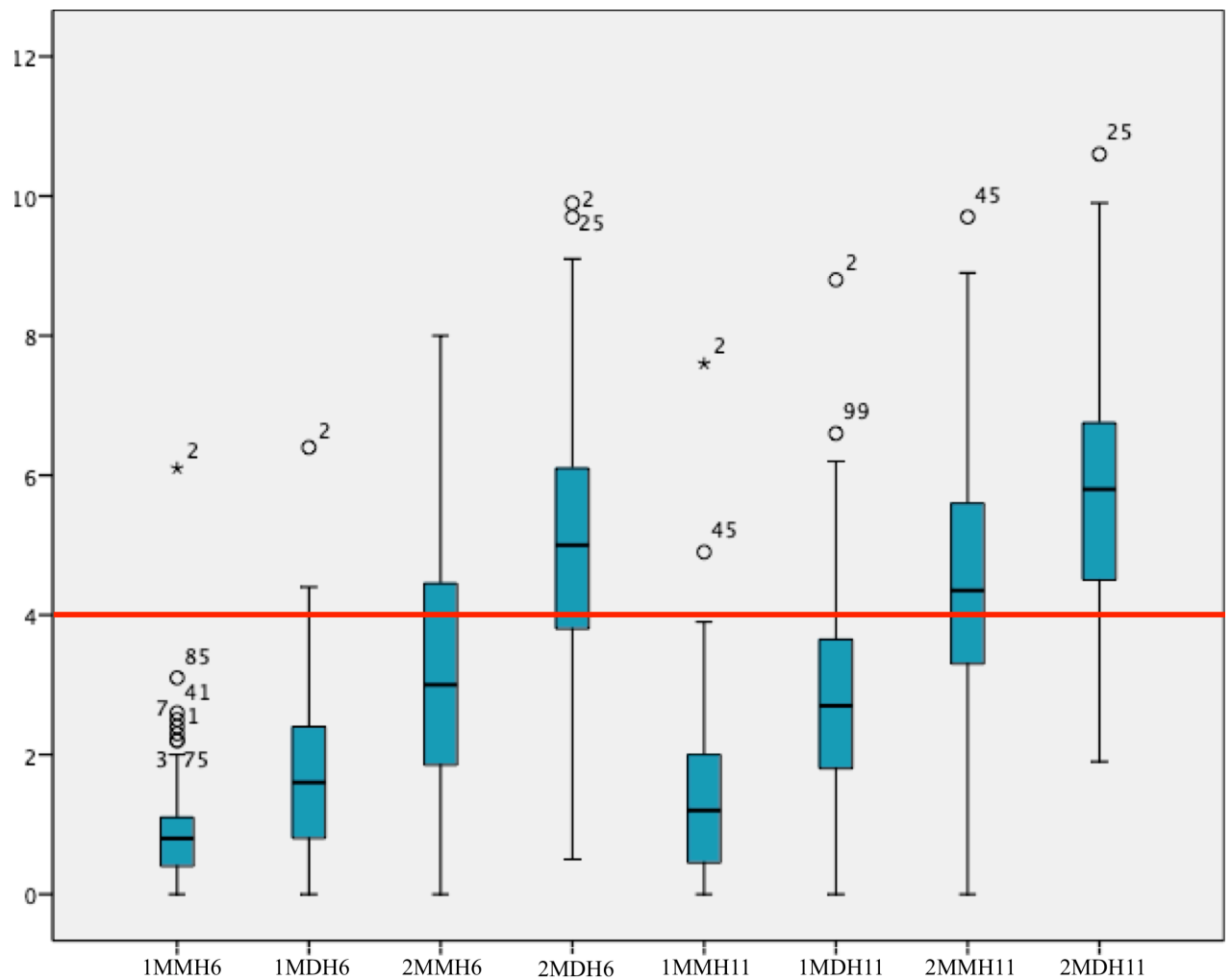
**Figure 1.** Procedure for visualization of MBS. A: Red line passes through the furcations; B: green line passes through the long axis of the distal root of the first molar; C: red line crosses the long axis of the distal root of the second molar.



**Figure 2.** Procedure for measuring MBS thickness. A: Vertical lines were drawn 6 and 11 mm apically from the cemento-enamel junction; B: two lines were drawn perpendicular to those in A, limited by the buccal cortical bone; C: a horizontal line was drawn 4 mm from the cemento-enamel junction point; D: a line perpendicular to the C line was drawn, extending from each border of the mandibular cortex, which passed through the red line.

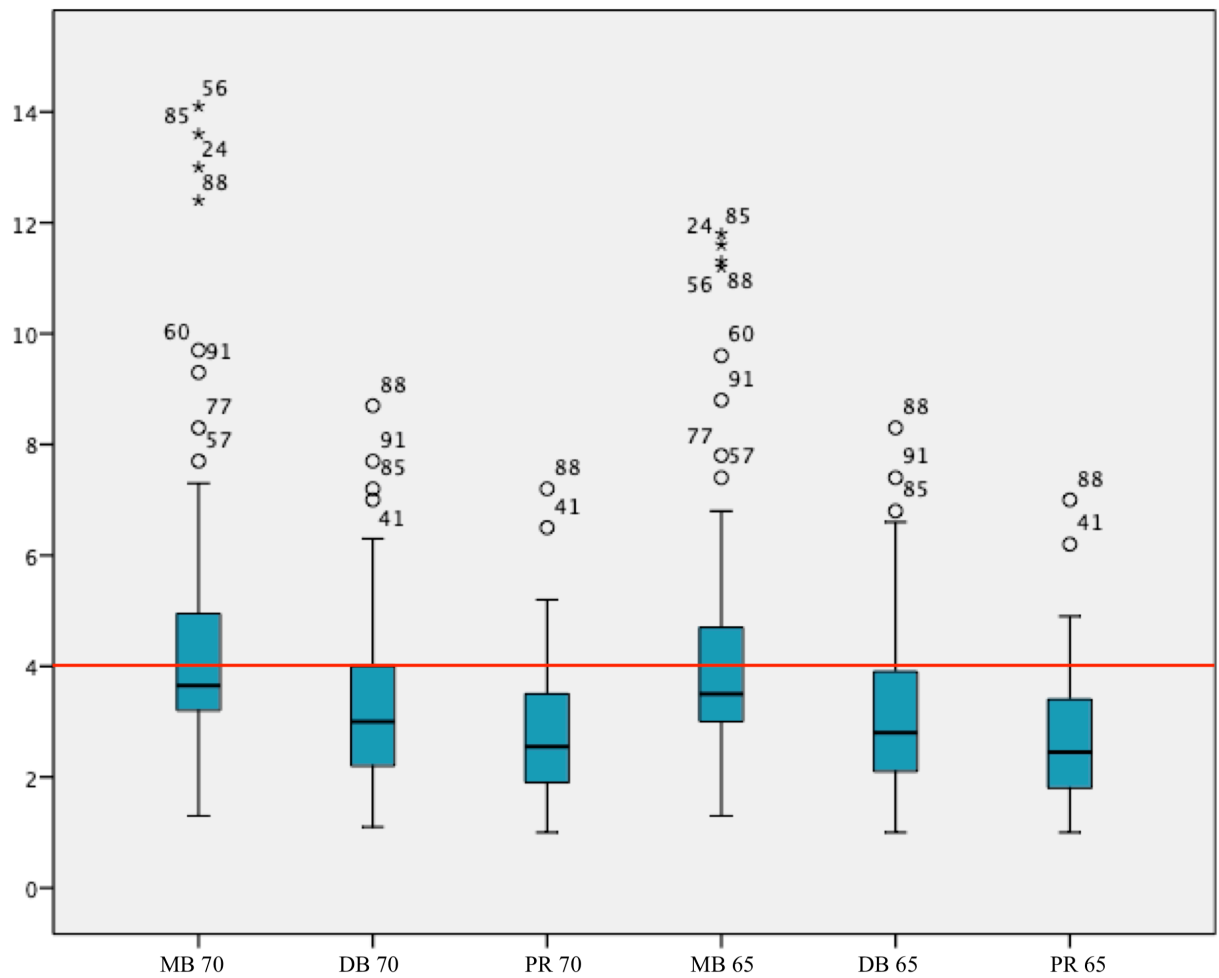


**Figure 3:** Procedure for measuring IC thickness. A: Blue line at the apex of the mesiobuccal root; B: red line tangent to the buccal cortical bone; C: bone thickness in the IC was evaluated at 70° angulation, at the site where both red and blue lines met.



**Figure 4:** MBS box plot diagram

The 4mm red line represents the minimum width to miniscrews installation. 2M D H 6: lower second molar's distal root 6mm from CEJ transverse bone thickness; 2M D H 11: lower second molar's distal root 11mm from CEJ transverse bone thickness; 2M M H 6: lower second molar's mesial root 6mm from CEJ transverse bone thickness; 2M M H 11: lower second molar's mesial root 11mm from CEJ transverse bone thickness; 1M D H 6: lower first molar's distal root 6mm from CEJ transverse bone thickness; 1M D H 11: lower first molar's distal root 11mm from CEJ transverse bone thickness; 1M M H 6: lower first molar's mesial root 6mm from CEJ transverse bone thickness; 1M M H 11: lower first molar's mesial root 11mm from CEJ transverse bone thickness



**Figure 5:** IC box plot diagram

The 4mm red line represents the minimum width to miniscrews installation. MB 70°: upper first molar's mesio-buccal root at 70° angulation; MB 65°: upper first molar's mesio-buccal root at 65° angulation; DB 70°: upper first molar's disto-buccal root at 70° angulation; DB 65°: upper first molar's disto-buccal root at 65° angulation; PR 70°: proximal space at 70° angulation; PR 65°: proximal space at 65° angulation

## 5 DISCUSSÃO

Os MI têm sido amplamente utilizados no século XXI na Ortodontia, principalmente porque oferecem um recurso de ancoragem temporário, o que pode evitar movimentos dentários indesejados, como perda de ancoragem (Chang et al., 2018). Devido a algumas limitações, especialmente os riscos de perda dos MI e lesão do ligamento periodontal e raízes dentárias (Watanabe et al., 2013), o uso de MI extra-alveolares aumentou nos últimos anos. Assim, entender a anatomia dos sítios extra-alveolares é de suma importância para o sucesso desses dispositivos.

Como apenas pacientes simétricos foram selecionados na amostra e a espessura do osso cortical é semelhante em ambos os lados da maxila e mandíbula, apenas foram realizadas mensurações no lado esquerdo dos pacientes (Liou et al., 2007). Pacientes foram considerados assimétricos quando o desvio do mento (Me) para o plano sagital mediano foi maior que 2mm (Siqueira de Lima, et al., 2019). Além disso, selecionou-se o ângulo goníaco como meio de determinação da altura vertical dos pacientes por ser um parâmetro clínico e fácil de avaliação, o qual também pode ser mensurado com radiografias cefalométricas laterais e panorâmicas (Radhakrishnan et al., 2017). Além disso, usando como análise estatística de escolha a correlação, não foi necessário



categorizar a amostra de acordo com a altura vertical dos pacientes. Consequentemente, nenhum dado foi perdido, uma vez que não houve a necessidade de utilizar intervalos de confiança para o ângulo goníaco, e os pacientes puderam ser analisados completamente.

Após avaliação preliminar, considerou-se 4 mm de espessura óssea vestibular como sendo o valor de corte mínimo para a inserção segura dos MI no *shelf* mandibular (1,7 mm de distância de segurança do osso cortical, 1,6 mm de diâmetro mínimo do MI, 0,7 mm de distância de segurança da raiz) (Lee et al., 2010; Nucera et al., 2017). Em relação à espessura óssea vertical, os valores de 6 e 11 mm foram selecionados pois 6 mm representa o comprimento padrão mínimo dos MI, e os MI extra-alveolares são geralmente maiores que 10 mm (Chang et al., 2018; Nucera et al., 2017). Na CI, os locais selecionados para aferição foram os mais utilizados para a inserção de MI extra-alveolares, bem como a angulação para a inserção dos dispositivos (Chang et al., 2018; Liou et al., 2007; Ozdemir et al., 2013).

O presente estudo constatou que a espessura óssea no SB, transversal e verticalmente, aumentou nas porções distal e apical, ou seja, quanto mais posterior no SB, maior a espessura óssea encontrada (Table I, página 32). O box plot (Figure 4, página 37) mostra que, vestibular ao primeiro molar inferior, quase 100% da amostra apresentou menos de 4 mm a espessura óssea, espessura mínima para a instalação de MI extra alveolares. Contudo, próximo de 75% da amostra apresentou a espessura mínima de 4 mm vestibular ao segundo molar inferior. Esse achado é similar ao encontrado por autores anteriores (Elshebiny et al., 2018; Nucera et al., 2017; Ozdemir et al., 2013), o que indica que a melhor

região para inserir MI extra-alveolares na arcada inferior é vestibular à raiz distal dos molares inferiores. Embora a instalação de MI nesta área seja provavelmente em mucosa, e não em gengiva inserida, Chang mostrou que não há diferença significativa quando comparado à colocação na gengiva inserida (Chang et al., 2015).

Por outro lado, na CI, embora de forma mais sutil, há um achado inverso quando comparado ao SB (Table I, página 32). Verificou-se que a espessura óssea diminuiu na porção posterior, ou seja, quanto mais posterior, menor a espessura óssea encontrada. Esse achado difere dos de Chang, o que indica que, diferentemente do que é comumente feito na prática ortodôntica, o melhor local para inserção de MI extra-alveolares na maxila é vestibular à raiz mésio-vestibular dos primeiros molares, e não entre o primeiro e segundo molares (Chang et al., 2018). O box plot (Figure 5, página 38) mostra que menos de 50% da amostra apresentou o valor mínimo de 4 mm de espessura óssea, e na área proximal, menos de 25%. Dessa forma, pode-se deduzir que a maioria dos MI extra alveolares instalados entre primeiro e segundo molares superiores invariavelmente invade o seio maxilar, o que é corroborado por Baumgaertel e Hans (Baumgaertel e Hans, 2009). Além disso, a angulação de 70° apresentou a maior espessura óssea em todos os locais quando comparada a 65°. Mais uma vez, embora a instalação de MI nessa área provavelmente seja em mucosa, Hsu (Hsu et al., 2017) mostrou que não há diferença significativa quando comparada à instalação em gengiva inserida.

Nossos resultados indicam que, apesar do uso frequente de MI em sítios extra alveolares na mandíbula e maxila, deve haver cautela na instalação desses

dispositivos. A tabela (Table I, página 32) mostra que, no SB, apesar de vestibular à raiz distal do segundo molar inferior haver espessura óssea suficiente para a instalação de MI, alguns pacientes não apresentaram a espessura mínima na área. Na CI, apesar de não ter sido encontrado o valor de 0 mm, valores pequenos de 1 mm também impedem a instalação de MI extra alveolares. Dessa forma, o uso de tomografias pode ser útil ao ortodontista para corretamente planejar onde e quando instalar esses dispositivos.

Este é, até onde sabemos, o primeiro estudo que correlacionou o ângulo goníaco com a espessura óssea no SB e na CI para a instalação de MI. Nucera (Nucera et al., 2017) analisou a anatomia do SB, mas independentemente de qualquer padrão facial vertical. Ozdemir (Ozdemir et al., 2013) analisou sítios extra-alveolares em pacientes com diferentes padrões faciais verticais, no entanto, apenas uma medida foi realizada no SB e na CI em seu estudo, enquanto no nosso, 16 no SB e na CI, 6.

Foi encontrada correlação estatisticamente significativa inversamente proporcional entre a espessura óssea no SB e o ângulo goníaco, transversal e verticalmente (Table I, página 32). O ângulo goníaco reduzido é geralmente relacionado com pacientes com altura facial vertical reduzida (Fields et al. 1984), o que permite inferir que indivíduos com face curta apresentam maior espessura óssea que indivíduos com face longa, similar aos achados de estudos anteriores (Masumoto et al., 2001; Ozdemir et al., 2013; Tsunori et al., 1998). Pacientes com face curta seriam os melhores candidatos para a instalação de MI no SB, pela presença de maior espessura óssea, o que permite maiores perfurações cirúrgicas e MI com comprimento e diâmetro maiores, o que está diretamente

relacionado ao aumento da estabilidade primária desses dispositivos (Cunha et al., 2017). Pacientes com ângulo goníaco obtuso também são candidatos para a instalação de MI no SB, uma vez que possuem espessura de mais de 4mm. Contudo, a região de escolha deve ser focada nos segundos molares, especialmente vestibular à raiz distal.

Observou-se que não há correlação entre o ângulo goníaco e a espessura óssea da CI (Table I, página 32). Assim, é possível inferir que a altura facial vertical dos pacientes não interfere na largura óssea nas áreas dos molares superiores, e esta não pode ser usada como parâmetro no planejamento do tratamento ortodôntico. Esse achado difere de Ozdemir (Ozdemir et al., 2013), e essa incoerência pode ser explicada pelas diferenças étnicas entre as amostras e também porque apenas uma medida foi realizada na CI em seu estudo, enquanto no presente seis foram realizadas. Devido a isso, o uso de tomografias é justificado para o planejamento de MI extra alveolares na maxila, não só pela ausência de correlação, mas também porque a maioria dos valores encontrados na CI foram menores que 4 mm, o que levaria a invasão do seio maxilar.

## 6 CONCLUSÃO

O presente estudo concluiu que:

**6.1** existe um aumento na espessura da cortical óssea na área do *shelf* mandibular em direção posterior. Na crista infrazigomática ocorreu uma diminuição na espessura em direção posterior.

**6.2** existe correlação inversamente proporcional entre a espessura óssea transversal e vertical do *shelf* mandibular e o ângulo goníaco;

**6.3** não existe correlação entre a espessura óssea da crista infrazigomática e o ângulo goníaco;

**6.4** o melhor sítio para instalação de mini-implantes extra alveolares na mandíbula é vestibular à raiz distal do segundo molar, enquanto na maxila, vestibular à raiz méso-vestibular do primeiro molar;

**6.5** o uso da tomografia é fundamental na instalação de mini-implantes extra alveolares na mandíbula e, especialmente, na maxila.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-SIBAIE, S.; HAJEER, M. Y. Assessment of changes following en-masse retraction with mini-implants anchorage compared to two-step retraction with conventional anchorage in patients with class II division 1 malocclusion: a randomized controlled trial. **Eur J Orthod**, v. 36, n. 3, p. 275–283, jun. 2014.

ALVES, M.; BARATIERI, C.; NOJIMA, L. I. Assessment of mini-implant displacement using cone beam computed tomography. **Clin Oral Implants Res**, v. 22, n. 10, p. 1151–1156, out. 2011.

ANTOSZEWSKA-SMITH, J.; SARUL, M.; ŁYCZEK, J.; KONOPKA, T.; KAWALA, B. Effectiveness of orthodontic miniscrew implants in anchorage reinforcement during en-masse retraction: A systematic review and meta-analysis. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 151, n. 3, p. 440–455, mar. 2017.

BAUMGAERTEL, S.; RAZAVI, M. R.; HANS, M. G. Mini-implant anchorage for the orthodontic practitioner. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 133, n. 4, p. 621–627, abr. 2008.

BAUMGAERTEL, S.; HANS, M. G. Buccal cortical bone thickness for mini-implant placement. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 136, n. 2, p. 230–235, ago. 2009.

CHANG, C.; LIU, S. S. Y.; ROBERTS, W. E. Primary failure rate for 1680 extra-alveolar mandibular buccal shelf mini-screws placed in movable mucosa or attached gingiva. **Angle Orthod**, v. 85, n. 6, p. 905–910, nov. 2015.

CHANG, C. C. H.; LIN, J. S. Y.; YEH, H. Y. Extra-Alveolar Bone Screws for Conservative Correction of Severe Malocclusion Without Extractions or Orthognathic Surgery. **Curr. Osteoporos. Rep**, v. 16, n. 4, p. 387–394, 30 ago. 2018.

CHANG C, Roberts WE. **Orthodontics**. Taipei:Yong Chieh; 2012:285–298.

COLE, W. A. Accuracy of patient reporting as an indication of headgear compliance. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 121, n. 4, p. 419–23, abr. 2002.

CRISMANI, A. G.; Bertl, M. H.; Celar, A. G.; Bantleon, H. P.; Burstone, C. J. Miniscrews in orthodontic treatment: Review and analysis of published clinical trials. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 137, n. 1, p. 108–113, jan. 2010.

CUNHA, A. C.; DA VEIGA, A. M. A.; MASTERSON, D.; MATTOS, C. T.; NOJIMA, L. I.; NOJIMA, M. C. G.; MAIA, L. C. How do geometry-related parameters influence the clinical performance of orthodontic mini-implants? A systematic review and meta-analysis. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.**, v. 46, n. 12, p. 1539–1551, dez. 2017.

DA CUNHA, A. C.; MARQUEZAN, M.; LIMA, I.; LOPES, R. T.; NOJIMA, L. I.; SANT'ANNA, E. F. Influence of bone architecture on the primary stability of different mini-implant designs. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 147, n. 1, p. 45–51, jan. 2015.

DAVO, R.; MALEVEZ, C.; ROJAS, J. Immediate function in the atrophic maxilla using zygoma implants: A preliminary study. **J. Prosthet. Dent**, v. 97, n. 6, p. S44–S51, jun. 2007.

DE FREITAS, A. O. A.; ALVIANO, C. S.; ALVIANO, D. S.; SIQUEIRA, J. F. JR; NOJIMA, L. I.; NOJIMA, M. DA C. Microbial colonization in orthodontic mini-implants. **Braz. Dent. J.**, v. 23, n. 4, p. 422–7, 2012.

DEGUCHI, T.; NASU, M.; MURAKAMI, K.; YABUUCHI, T.; KAMIOKA, H.; TAKANO-YAMAMOTO, T. Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 129, n. 6, p. 721.e7-721.e12, jun. 2006.

ELSHEBINY, T.; PALOMO, J. M.; BAUMGAERTEL, S. Anatomic assessment of the mandibular buccal shelf for miniscrew insertion in white patients. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 153, n. 4, p. 505–511, abr. 2018.

FIELDS, H. W.; PROFFIT, W. R.; NIXON, W. L.; PHILLIPS, C.; STANEK, E. Facial pattern differences in long-faced children and adults. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 85, n. 3, p. 217-223, 1984.

HORNER, K.; O'MALLEY, L.; TAYLOR, K.; GLENNY, A. M. Guidelines for clinical use of CBCT: a review. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 44, n. 1, 20140225, 2015.

HSU, E.; LIN, J. S.-Y.; YEH, H.-Y.; CHANG, C.; ROBERTS, E. Comparison of the Failure Rate for InfraZygomatic Bone Screws Placed in Movable Mucosa or Attached Gingiva. **Int J Orthod Implantol**. 2017;47:96-106.

JANSON, G.; DE SOUZA, J.; ALVES, F.; ANDRADE, P.; NAKAMURA, A.; FREITAS, M.; HENRIQUES, J. Extreme dentoalveolar compensation in the treatment of Class III malocclusion. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 2005;128:787 -794.

JING, Y.; HAN, X.; GUO, Y.; LI, J.; BAI, D. Nonsurgical correction of a Class III malocclusion in an adult by miniscrew -assisted mandibular dentition distalization. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. 2013;143:877 -887.

KANOMI, R. Mini-implant for orthodontic anchorage. **J. Clin. Orthod.**, v. 31, n. 11, p.

763–7, nov. 1997.

KOOK, Y.; PARK, J.; BAYOME, M.; KIM, S.; HAN, E.; KIM, C. Distalization of the mandibular dentition with a ramal plate for skeletal Class III malocclusion correction. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** 2016;150:364 -377.

LEE Y.-K.; KIM, J. W.; BAEK, S. H.; KIM, T. W.; CHANG, Y. I. Root and Bone Response to the Proximity of a Mini-Implant under Orthodontic Loading. **Angle Orthod.** 2010 May 5; 80(3):452–8.

LIOU, E. J. W.; CHEN, P. H.; WANG, Y. C.; LIN, J. C. A computed tomographic image study on the thickness of the infrazygomatic crest of the maxilla and its clinical implications for miniscrew insertion. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 131, n. 3, p. 352–356, mar. 2007.

MIYAWAKI, S.; KOYAMA, I.; INOUE, M.; MISHIMA, K.; SUGAHARA, T.; TAKANO-YAMAMOTO, T. Factors associated with the stability of titanium screws placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2003; 124(4):373–378, out. 2003.

MARQUEZAN, M.; SOUZA, M. M.; ARAÚJO, M. T.; NOJIMA, L. I.; NOJIMA, M DA C. Is miniscrew primary stability influenced by bone density? **Braz. Oral Res**, v. 25, n. 5, p. 427–32, 2011.

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.**, v. 23, n. 1, p. 15–23, fev. 2001.

MATZENBACHER, L.; CAMPOS, P.; PENA, N.; ARAÚJO, T. Avaliação de métodos radiográficos utilizados na localização vertical de sítios eleitos para instalação de mini-implantes. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 13, p. 95-106, 2008.

NOJIMA, L. I.; GONÇALVES, M. ; MELGAÇO, C.A. ; COSTA, L.F.M. ; BERNARDES, J. Dispositivos temporários de ancoragem em ortodontia. Estética em implantes - uma abordagem dos tecidos moles e duros. 1 ed. Quintessence Editora Ltda, 2006, v. 1, p. 267-279. 7.

NUCERA, R.; LO GIUDICE, A.; BELLOCCHIO, A. M.; SPINUZZA, P.; CAPRIOGLIO, A.; PERILLO, L.; MATARESE, G.; CORDASCO, G. Bone and cortical bone thickness of mandibular buccal shelf for mini-screw insertion in adults. **Angle Orthod.**, v. 87, n. 5, p. 745–751, set. 2017.

OZDEMIR, F.; TOZLU, M.; GERMEC-CAKAN, D. Cortical bone thickness of the alveolar process measured with cone-beam computed tomography in patients with different facial types. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 143, n. 2, p. 190–196, fev. 2013.

PANDIS, N. Sample calculations for comparison of 2 means. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 141, n. 4, p. 519–521, abr. 2012.

PAPADOPOULOS, M. A.; TARAWNEH, F. The use of miniscrew implants for temporary skeletal anchorage in orthodontics: A comprehensive review. **Oral Surgery, Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endodontology**, v. 103, n. 5, p. e6–e15, maio 2007.

PAPAGEORGIU, S. N.; ZOGAKIS, I. P.; PAPADOPOULOS, M. A. Failure rates and



associated risk factors of orthodontic miniscrew implants: A meta-analysis. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 142, n. 5, p. 577–595.e7, nov. 2012.

PARK, H.-S.; JEONG, S.-H.; KWON, O.-W. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 130, n. 1, p. 18–25, jul. 2006.

RADHAKRISHNAN, P. D.; SAPNA VARMA, N. K.; AJITH, V. V. Dilemma of gonial angle measurement: Panoramic radiograph or lateral cephalogram. **Imaging Sci. Dent**, v. 47, n. 2, p. 93, jun. 2017.

ROTTKE, D.; PATZELT, S.; POXLEITNER, P.; SCHULZE, D. Effective dose span of ten different cone beam CT devices. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 42, n. 7, 20120417, 2013.

SIQUEIRA DE LIMA, L.; BRUNETTO, D. P.; NOJIMA, M. Evaluation of facial soft tissue thickness in symmetric and asymmetric subjects with the use of cone-beam computed tomography. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 155, n. 2, p. 216-223, 2019.

STRANG, R. H. W; Thompson W.M. Textbook of Orthodontia, Lea & Febiger, Publishers, Philadelphia (1958).

SWASTY, D.; LEE, J.; HUANG, J. C.; MAKI, K.; GANSKY, S. A.; HATCHER, D.; MILLER, A. J. Cross-sectional human mandibular morphology as assessed in vivo by cone-beam computed tomography in patients with different vertical facial dimensions. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 139, n. 4, p. e377–e389, abr. 2011.

TSUNORI, M.; MASHITA, M.; KASAI, K. Relationship between facial types and tooth and bone characteristics of the mandible obtained by CT scanning. **Angle Orthod**, v. 68, n. 6, p. 557–62, dez. 1998.

VAN VLIJMEN, O. J. C.; KUIJPERS, M. A. R.; BERGE, S. J.; SCHOLS, J. G.; MAAL, T. J.; BREUNING, H., et al. Evidence supporting the use of cone-beam computed tomography in orthodontics. **The Journal of the American Dental Association**. v. 143, n. 3, p. 241-252, 2012.

WATANABE, H.; DEGUCHI, T.; HASEGAWA, M.; ITO, M.; KIM, S.; TAKANO-YAMAMOTO, T. Orthodontic miniscrew failure rate and root proximity, insertion angle, bone contact length, and bone density. **Orthod. Craniofac. Res.**, v. 16, n. 1, p. 44–55, fev. 2013.

WILMES, B.; RADEMACHER, C.; OLTHOFF, G.; DRESCHER, D. Parameters Affecting Primary Stability of Orthodontic Mini-implants. **J. Orofac. Orthop**, v. 67, n. 3, p. 162–174, 2006.

ZAWAWI, K. H. Acceptance of orthodontic miniscrews as temporary anchorage devices. **Patient Prefer. Adherence**, v. 8, p. 933–7, 2014.

## 7 ANEXO

UFRJ - HOSPITAL  
UNIVERSITÁRIO CLEMENTINO  
FRAGA FILHO DA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DA EMENDA

**Título da Pesquisa:** Investigação da espessura óssea do shelf mandibular e da crista infrazigomática através do uso de tomografia computadorizada de feixe cônico em indivíduos com diferentes padrões faciais verticais

**Pesquisador:** Lincoln Issamu Nojima

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 90829818.1.0000.5257

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

**Patrocinador Principal:** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.981.865

#### Apresentação do Projeto:

Protocolo 173-18 do grupo III. Emenda E1 recebida em 27.9.2018.

As informações colocadas nos campos denominados "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do documento intitulado "PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_1229139\_E1.pdf" (submetido na Plataforma Brasil em 27/09/2018).

#### INTRODUÇÃO

O controle da ancoragem é essencial ao ortodontista, a fim de evitar que movimentos dentários indesejados ocorram durante o tratamento

ortodôntico, uma vez que mesmo pequenas forças reativas a algumas mecânicas podem causar esse efeito adverso. Dessa forma, ter o maior

controle possível sobre a ancoragem torna-se essencial na terapia ortodôntica (PAPADOPOULOS, 2007).

No tratamento ortodôntico convencional, o controle da ancoragem pode se dar tanto pela ancoragem extraoral (aparelhos extrabuciais, por exemplo) quanto pela ancoragem intraoral (amarrilho em tie-together, elástico classe II ou III, por exemplo) (AL-SIBAIE, 2014). Ambas as técnicas possuem vantagens e desvantagens, e dentre as últimas pode-se incluir movimentação

**Endereço:** Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco N°255, 7º andar, Ala E  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br