

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

Adriana Araújo de Oliveira Paiva

**Avaliação do volume ósseo para enxerto da
tuberosidade da maxila**

Juiz de Fora

2022

Adriana Araújo de Oliveira Paiva

**Avaliação do volume ósseo para enxerto da
tuberosidade da maxila**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Clínica Odontológica, da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica. Área de concentração em Clínica Odontológica.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª: Neuza Maria Souza Picorelli Assis

Coorientador: Prof. Dr. Breno Nogueira Silva

Juiz de Fora

2022

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Paiva, Adriana Araújo de Oliveira .
Avaliação do volume ósseo para enxerto da tuberosidade da maxila / Adriana Araújo de Oliveira Paiva. -- 2022.
58 f.

Orientadora: Neuza Maria Souza Picorelli Assis
Coorientador: Breno Nogueira Silva
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Odontologia. Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica, 2022.

1. Enxerto ósseo. 2. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. 3. Maxila . I. Assis, Neuza Maria Souza Picorelli, orient. II. Silva, Breno Nogueira, coorient. III. Título.

Adriana Araújo de Oliveira Paiva

Avaliação do volume ósseo para enxerto da tuberosidade da maxila

**Dissertação
apresentada ao
Programa de Pós-
graduação em
Odontologia
da Universidade
Federal de Juiz de
Fora como requisito
parcial à obtenção do
título de Mestre em
Odontologia. Área de
concentração:
Clínica
Odontológica.**

Aprovada em 17/08/2022

BANCA EXAMINADORA

**Prof.^a Dr.^a Neuza Maria Souza Picorelli Assis - Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora**

**Prof. Dr. Breno Nogueira Silva - Coorientador
Universidade Federal de Juiz de Fora**

**Prof. Dr. Bruno Salles Sotto Maior
Universidade Federal de Juiz de Fora**

**Prof. Dr. Alexandre Marcelo de Carvalho
Centro Universitário Governador Ozanam Coelho**

Juiz de Fora, 02/08/2022.



Documento assinado eletronicamente por Neuza Maria Souza Picorelli Assis, Professor(a), em 17/08/2022, às 12:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de](#)

[novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Breno Nogueira Silva, Professor(a), em 17/08/2022, às 12:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Bruno Salles Sotto Maior, Professor(a), em 17/08/2022, às 12:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de](#)

[2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Alexandre Marcelo de Carvalho, Usuário Externo, em 18/08/2022, às 09:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador 0891478 e o código CRC 26BF77B8.

Dedico esta dissertação a todos os pacientes que procuraram os recursos que a Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora proporciona para melhorar sua condição de saúde, pois de forma direta contribuíram para que a realização desse trabalho fosse possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo seu amor e por sua graça sobre a minha vida. Por ter iluminado a minha mente e ter me dado ânimo nos momentos mais difíceis não permitindo que eu desistisse.

Agradeço aos meus pais, Josino e Maria, pela educação que me proporcionaram e por estarem sempre ao meu lado me apoiando.

Ao Guilherme, grande amor da minha vida, agradeço por todo amor e tanta leveza que você traz para minha vida. Te amo filho!

Ao meu esposo Mauro, que partilha comigo cada momento da minha vida e sempre me incentiva a seguir em frente. Agradeço seu amor, paciência, dedicação e apoio na minha busca pelo conhecimento.

À minha orientadora, professora Doutora Neuza Maria Souza Picorelli Assis, pessoa de extrema competência exemplo de vida e de trabalho, me acompanhou na graduação e, agora no mestrado. Uma honra!

Ao Professor Doutor Breno Nogueira pela disponibilidade, ensinamentos e atenção que me dedicou.

Ao Professor Doutor Gustavo Davi Rabelo, que tão prontamente se dispôs a me ajudar no início desta pesquisa.

A professora Doutora Karina Lopes Devito por me receber tão prontamente na Clínica de radiologia e viabilizar a realização da minha pesquisa.

Às secretárias Leticia e Laura tão dedicadas e prestativas.

Aos professores e colegas de turma pelo ensinamento, pela amizade e parceria.

A todas as pessoas que se envolvem, trabalham arduamente e acreditam nas pesquisas e na educação, proporcionando progresso para os seres humanos.

RESUMO

O osso autógeno representa o padrão ouro para as reconstruções de defeito ósseo devido suas propriedades de osteoindução, osteocondução e osteogênese. A qualidade e quantidade são fatores-chave que devem ser considerados no momento da escolha do sítio doador de enxerto. As regiões doadoras de enxerto intrabucal, apesar de fornecer uma quantidade menor de enxerto, são consideradas uma alternativa para uma variedade de procedimentos reconstrutivos de defeitos menores na região maxilofacial. Entre as regiões doadoras de enxerto intrabucal, a tuberosidade da maxila tem ganhado destaque devido à quantidade de enxerto que pode ser removida deste local com menor grau de comorbidade. Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo avaliar o volume de osso da tuberosidade da maxila a partir de imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e analisar se há uma correlação entre a variável BV/TV entre os grupos, lados e idade. Foram incluídos neste estudo, 60 imagens de TCFC da tuberosidade da maxila de 30 homens e 30 mulheres de ambos os lados. As imagens foram avaliadas com o auxílio do Software ImageJ que forneceu a taxa de volume ósseo (BV/TV) de cada região analisada. Os dados foram tabulados e submetidos a análise estatística comparando o valores da taxa de BV/TV em relação ao sexo, idade e lados. Verificou o efeito significativo da idade ($F = 8.06$, $p = 0.0059$) e uma interação significativa entre idade e sexo ($F = 4.15$, $p = 0.045$). Não foi verificado efeito significativo da lateralidade na variação da taxa BV/TV ($F = 0.98$, $p = 0.325$). Conclui-se que a quantidade de osso na tuberosidade da maxila representada pela taxa de BV/TV está diretamente relacionada com o sexo e com a idade, e que uma maior proporção de volume ósseo pode ser encontrada no sexo masculino e uma menor proporção em mulheres com idade mais avançada. Embora as imagens de TCFC quando avaliadas no Software ImageJ possam fornecer uma taxa de volume ósseo BV/TV na tuberosidade da maxila, mais estudos devem ser realizados a fim de descrever outros parâmetros que possam interferir diretamente na proporção de osso disponível nesta região.

Palavras-chave: Enxerto ósseo, Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, Maxila

ABSTRACT

Autogenous bone represents the gold standard for the reconstruction of bone defects due to its osteoinduction, osteoconduction and osteogenesis properties. Quality and quantity are key factors that must be considered when choosing a graft donor site. Intraoral graft donor regions, despite providing a smaller amount of graft, are considered an alternative for a variety of reconstructive procedures for minor defects in the maxillofacial region. Among the intraoral graft donor regions, the maxillary tuberosity has gained prominence due to the amount of graft that can be removed from this site with a lower degree of comorbidity. In this sense, the present study aims to evaluate the bone volume in the maxillary tuberosity from cone beam computed tomography (CBCT) images and to analyze whether there is a correlation between the BV/TV variable between groups, sides and age. Included in this study were 60 CBCT images of the maxillary tuberosity of 30 men and 30 women from both sides. The images were evaluated with the aid of the ImageJ Software, which provided the bone volume rate (BV/TV) of each analyzed region. The data were tabulated and submitted to statistical analysis comparing the values of the BV/TV rate in relation to sex, age and sides. It found a significant effect of age ($F = 8.06$, $p = 0.0059$) and a significant interaction between age and sex ($F = 4.15$, $p = 0.045$). There was no significant effect of laterality on the variation of the BV/TV rate ($F = 0.98$, $p = 0.325$). It is concluded that the amount of bone in the maxillary tuberosity represented by the BV/TV rate is directly related to sex and age, and that a higher proportion of bone volume can be found in males and a lower proportion in older women. Although CBCT images when evaluated in ImageJ Software can provide a BV/TV bone volume ratio in the maxillary tuberosity, further studies should be carried out in order to describe other parameters that may directly interfere with the proportion of bone available in this region.

Keywords: bone graft, Cone Beam Computed Tomography, maxilla

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Corte axial de TCFC da tuberosidade da maxila.....	32
Gráfico 1	Varição da Taxa BV/TV em função da idade e do sexo	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BV	Bone Volume
TV	Total volume
BV/TV	Bone volume fraction
CEP	Comitê de ética em pesquisa
DICOM	Digital imaging communications in medicine
Et al.	Et alli
EUA	Estados Unidos da América
kV	kilovolts
M	Molar
mm	Milímetros
mm ³	Milímetros cúbicos
Micro-TC	Microtomografia computadorizada
mA	Mili Ampere
FO	Faculdade de Odontologia
ROI	Region of Interest
s	segundos
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora

LISTA DE SÍMBOLOS

®	Marca registrada
%	Porcentagem
+	Mais
-	Menos
<	Menor que
>	Maior que
=	Igual
±	Mais ou menos

Sumário

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1	ENXERTO ÓSSEO AUTÓGENO	14
2.2	SÍTIOS DOADORES DE ENXERTO INTRABUCAL	14
2.3	TUBEROSIDADE DA MAXILA COMO REGIÃO DOADORA DE ENXERTO	16
2.4	MÉTODOS DE AVALIAR O VOLUME DE ENXERTO	18
2.5	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA ÓSSEA	25
2.6	DENSIDADE ÓSSEA, VOLUME ÓSSEO E OSTEOPOROSE	28
3	OBJETIVOS	30
3.1	OBJETIVO GERAL	30
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
4	MATERIAL E MÉTODOS	31
5	RESULTADOS	34
6	DISCUSSÃO	35
7	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS	39
	ANEXO A	42
	ARTIGO CIÊNTÍFICO	47

1 INTRODUÇÃO

Uma variedade de materiais podem ser utilizados como substitutos ósseos na reconstrução de defeitos na região maxilofacial e oral (MONTAZEM et al., 2000), mas o osso autógeno representa o padrão ouro devido suas propriedades de osteoindução, osteocondução e osteogênese (SIMION e FONTANA, 2004).

Procedimentos cirúrgicos reconstrutivos demandam tecido ósseo em quantidade e qualidade adequadas (HOHLWEG-MAJERT et al., 2011), sendo que nem sempre é possível prever essas características durante a obtenção do enxerto (MONTAZEM et al., 2000). A quantidade de osso disponível na área doadora pode desempenhar um papel importante no planejamento adequado e na obtenção de bons resultados das cirurgias (YAVUZ et al., 2009).

A reconstrução de grandes defeitos ósseos requer a remoção de enxertos ósseos de região extrabucal como crista ilíaca, tibia e osso parietal (MAYORDOMO; MARTINEZ e ALFARO, 2016). Embora os sítios doadores intrabucais forneçam menor quantidade, podem ser considerados uma alternativa para uma variedade de procedimentos reconstrutivos de defeitos menores na região maxilofacial (MONTAZEM et al., 2000; NACKAERTS et al., 2015), devido ao baixo grau de morbidade, fácil acesso e proximidade da região receptora (MOHLHENRICH et al., 2015). Os enxertos ósseos intrabucais podem ser obtidos da sínfise mandibular (MONTAZEM et al., 2000; SIMION e FONTANA, 2004), ramo da mandíbula (SIMION e FONTANA, 2004; VERDUGO et al., 2009), tuberosidade maxilar (SIMION e FONTANA, 2004; KAMAL et al., 2018), região retromolar (ARASAWA et al., 2012; CREMONINI et al., 2010), processo coronóide (MOHLHENRICH et al., 2005) e da região anterior da maxila (MAYORDOMO; MARTINEZ e ALFARO, 2016).

A qualidade do enxerto autógeno varia de acordo com a região anatômica doadora devido às diferenças na microestrutura tridimensional específica de cada sítio doador (KAMAL et al., 2018). A microtomografia computadorizada (micro-ct) pode ser usada para avaliar a microarquitetura óssea trabecular e morfologia óssea cortical, mas esta tecnologia não pode ser empregada na avaliação de osso humano *in vivo* devido às limitações de tamanho do aparelho (HSU et al., 2014), campo de varredura estreito e alta dose de radiação (HE et al., 2019).

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) tem sido amplamente utilizada na odontologia. No entanto a maioria dos estudos sobre o uso de TCFC

para avaliar a quantidade e qualidade óssea tem como objetivo a avaliação pré-cirúrgica para instalação de implantes (HSU et al., 2014).

A TCFC, em conjunto com um software apropriado, pode ser usada com o objetivo de estimar parâmetros da microarquitetura do osso trabecular. O pré-processamento da imagem pode ser usado para melhorar sua eficácia nessa avaliação (HE et al., 2019). Estudos têm demonstrado que a TCFC pode ser utilizada na avaliação da qualidade óssea em relação à microarquitetura do osso trabecular da mandíbula (KIM et al., 2015; NACKAERTS et al., 2015), com um nível de precisão e confiabilidade que se aproxima da micro-CT (DESSEL et al., 2017).

O parâmetro microestrutural BV/TV, que avalia a relação entre o volume de osso (BV) e a área total da região segmentada (TV) fornecido pela TCFC apresenta um potencial elevado na avaliação da qualidade óssea, quando comparado à micro-CT (PARSA et al., 2013). Embora alguns estudos tenham sido realizados para avaliação quantitativa e qualitativa de regiões doadoras intrabucais em *ex vivo* (BAYRAM et al., 2012; KIM et al., 2015; MONTAZEM et al., 2000; NAITOH et al., 2010; PARSA et al., 2015), ainda não há relato de estudos que avaliaram a região da tuberosidade da maxila em humanos vivos por meio da TCFC. Esta avaliação é importante para a tomada de decisão do cirurgião sobre a possibilidade ou não da utilização de enxerto autógeno, bem como na determinação do melhor sítio de coleta do enxerto.

Diante do exposto, esse estudo avaliou por meio de imagens de TCFC o volume de enxerto ósseo que pode ser obtido da tuberosidade da maxila, correlacionando os valores obtidos de BV/TV com as variáveis sexo, lados e idade.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para melhor embasamento do assunto proposto a seguinte revisão de literatura aborda os assuntos que envolvem o tema central do trabalho.

2.1 ENXERTO ÓSSEO AUTÓGENO

O volume de osso adequado em regiões a serem reabilitadas é a principal condição para garantir sucesso e longevidade do tratamento (SIMION e FONTANA, 2004), sendo que uma variedade de materiais pode ser utilizada como substitutos ósseos na reconstrução de defeitos na região oral e maxilofacial (MONTAZEM et al. 2000).

A demanda por cirurgias regenerativas por motivos funcionais e estéticos aumentou, e graças aos inúmeros procedimentos cirúrgicos e pesquisas, a possibilidade de reconstruir o osso é agora muito mais previsível agora do que no passado. Dois grupos de biomateriais são amplamente utilizados nos procedimentos cirúrgicos para regeneração óssea: o enxerto ósseo autógeno e xenógeno (SIMION e FONTANA, 2004). Os enxertos ósseos autógenos são considerados padrão ouro devido a sua compatibilidade e potencial osteogênico para induzir a formação de novo osso através da osteogênese, osteoindução e osteocondução (ATAMAN- DURUEL et al. 2020; SIMION e FONTANA, 2004; ZUFÍA e ABELLA, 2022).

Procedimentos cirúrgicos reconstrutivos demandam tecido ósseo em quantidade e qualidade adequadas (HOHLWEG-MAJERT et al., 2011), sendo que nem sempre é possível prever essas características durante a obtenção do enxerto (MONTAZEM et al., 2000). A quantidade de osso disponível na área doadora pode desempenhar um papel importante no planejamento adequado e nos bons resultados das cirurgias (YAVUZ et al., 2009).

2.2 SÍTIOS DOADORES DE ENXERTO INTRABUCAL

O osso autógeno pode ser colhido em dois locais diferentes: o intraoral e o extraoral. Os sítios doadores extrabucais são a crista ilíaca, a tíbia e o crânio (MAYORDOMO; MARTINEZ e ALFARO, 2016; SIMION e FONTANA, 2004;) que mais utilizadas nas reconstruções grandes (MAYORDOMO; MARTINEZ e ALFARO, 2016). Os enxertos ósseos intrabucais podem ser obtidos da sínfise mandibular (MONTAZEM et al., 2000; SIMION e FONTANA, 2004; SILVA et al., 2006), ramo da mandíbula (SIMION e FONTANA, 2004; SILVA et al., 2006; VERDUGO et al., 2009),

tuberosidade maxilar (SIMION e FONTANA, 2004; SILVA et al., 2006; KAMAL et al., 2018), região retromolar (ARASAWA et al., 2012; CREMONINI et al., 2010), processo coronóide (MOHLHENRICH et al., 2005) e da região anterior da maxila (MAYORDOMO; MARTINEZ e ALFARO, 2016). Embora os sítios doadores intrabucais forneçam menor quantidade, também podem ser considerados uma alternativa para uma variedade de procedimentos reconstrutivos na região maxilofacial (MONTAZEM et al., 2000; NACKAERTS et al., 2015), devido ao baixo grau de morbidade, fácil acesso e proximidade da região receptora (MOHLHENRICH et al., 2015).

Simion e Fontana (2004) avaliaram através de uma revisão de literatura dois grupos de biomateriais amplamente utilizados nos procedimentos cirúrgicos para regeneração óssea em odontologia: enxerto ósseo autógeno e xenógeno. Um volume ósseo suficiente é a principal condição para a estabilidade ao longo da vida dos implantes osteointegrados. Graças aos inúmeros procedimentos cirúrgicos e pesquisas, a possibilidade de reconstruir o osso é agora muito mais previsível do que no passado. Na última década, a demanda por cirurgias regenerativas por motivos funcionais e estéticos aumentou. O enxerto ósseo autógeno é considerado o material padrão ouro para qualquer procedimento de regeneração, devido às suas principais propriedades: é osteogênico, osteoindutor e osteocondutor. O osso autógeno pode ser colhido em 2 locais diferentes: o intraoral e o extraoral. As áreas doadoras intrabucais são a sínfise da mandíbula, o ramo mandibular e a tuberosidade maxilar. Estes materiais naturais, graças às suas características físico- químicas semelhantes às do osso humano, apresentam grandes propriedades osteocondutores.

Silva et al. (2006) avaliaram as complicações dos locais doadores de enxerto intrabucal. Em seus estudos, avaliaram os prontuários de 103 indivíduos que foram submetidos a procedimento cirúrgico de enxertia, dos quais 40% foram colhidos da sínfise mandibular, 28,8% do ramo mandibular e 31,2% da tuberosidade maxilar. Relataram que prevalência de complicações entre os locais doadores intrabucais foi mais significativa na remoção de enxerto da região de sínfise mandibular. A grande complicação e desconforto relatada pelos pacientes foi perda sensorial no lábio inferior e na área mental. Déficit sensorial também foi relatado em enxertos removidos da área do ramo mandibular relataram. Complicações envolvendo a tuberosidade maxilar não foram encontradas. A incidência de complicações no sitio doador intraoral foi mais significativa para a sínfise mandibular (16%), seguido pela área do ramo (8,3%).

Uma revisão sistemática foi desenvolvida por Reininger et al. (2016) onde foi avaliando e comparando as complicações que ocorrem em cirurgia de enxerto ósseo usando o corpo da mandíbula, ramo e sínfise como locais doadores de enxerto. Neste estudo, foi realizada uma revisão sistemática que respondesse a seguinte pergunta: O uso do ramo e corpo da mandíbula como locais doadores de enxerto intraoral produz menos complicações severas em comparação ao uso da sínfise mandibular em pacientes que apresentam reabsorção óssea e necessitam de enxerto autógeno? A revisão foi realizada entre 1990 e 2015 e apenas ensaios clínicos com o mínimo de seis meses de acompanhamento foram incluídos. A busca resultou em um total de 2.912 artigos, dos quais 6 foram finalmente selecionados. No total, 259 cirurgias de enxerto foram realizadas; 118 usando o corpo e ramo da mandíbula como locais doadores de enxerto e 141 a sínfise. As complicações mais frequentes que surgiram ao usar a sínfise mandibular foram alterações sensoriais temporárias nos dentes anteriores (33,87%), seguidos de alterações sensoriais na pele e mucosa (18,57%). Quanto ao corpo e ramo da mandíbula as complicações mais frequentes foram relacionadas a alterações sensoriais temporárias da mucosa (8,19%) e sangramento pós-operatório (6,55%). Os resultados analisados mostraram maior prevalência e gravidade de complicações no uso da sínfise para retirada de enxerto ósseo, produzindo maior desconforto para o paciente.

2.3 TUBEROSIDADE DA MAXILA COMO REGIÃO DOADORA DE ENXERTO

A tuberosidade maxilar é uma fonte tanto de blocos quanto de partículas osso autógena adequada para regeneração horizontal ou vertical de defeitos de tamanho limitado. Além disso, quando uma regeneração da região posterior maxila é necessária, a mesma área cirúrgica também serve para colher osso doador, reduzindo custos (ZUFÍA e SANS, 2022).

Rosa et al. (2021) realizaram uma avaliação clínica, histológica, tomográfica de enxerto ósseo autógeno removido da tuberosidade da maxila para regeneração óssea guiada. Relataram um caso clínico em que foram colhidos enxertos ósseos autógenos da tuberosidade maxilar para regeneração óssea guiada e instalação de implante dentário, com acompanhamento de longo prazo. Os enxertos ósseos autógenos particulados e em bloco foram cobertos com uma membrana de colágeno reabsorvível. Remodelação óssea avançada e boa qualidade óssea, permitindo a colocação de implantes dentários, foram observadas após um curto tempo de

cicatrização (3 meses). As diferenças na espessura da cortical óssea vestibular na área enxertada entre o período imediatamente após a instalação do implante e 4 anos depois variaram de +0,879 mm a -0,001 milímetros. Os implantes osseointegraram sem intercorrências e a regeneração do osso alveolar permaneceu estável com resultado satisfatório após 4 anos.

Guthua et al. (2021) relataram um caso em que foi realizada uma abordagem inovadora no tratamento de fissuras alveolares com retirada de enxerto ósseo da tuberosidade maxilar. O enxerto ósseo alveolar é um procedimento utilizado no reparo da fissura alveolar; no entanto, o local ideal do material de enxerto ósseo permanece altamente debatido. Nesse estudo, foi descrito o tratamento de um indivíduo de 14 anos com fissuras alveolares bilaterais usando sítios doadores intraorais alternativos para coleta de enxerto ósseo. A tuberosidade maxilar é reconhecida como uma alternativa de área doadora intraoral; porém, seu uso tem sido limitado aos alvéolos maxilares e rebordos mandibulares menores. A tuberosidade maxilar contém uma quantidade de osso intramembranoso, que pode ser usado para reconstruir fendas alveolares pequenas a médias. O osso intramembranoso colhido da tuberosidade da maxila alcançou a osseointegração com reabsorção mínima após a enxertia. Portanto, este local pode ser identificado como sítio doador alternativo durante a avaliação pré-operatória de pacientes que necessitam de enxerto ósseo alveolar secundária a uma fissura labiopalatina.

As aplicações do enxerto em bloco da tuberosidade da maxila foram estudadas por Zufía e Sans (2022). Descreveram as aplicações clínicas do enxerto em bloco da tuberosidade maxilar em pequenos e moderados defeitos localizados do processo alveolar ao redor de implantes e dentes. Qualidade e quantidade de osso são fatores-chave para selecionar locais doadores. Apesar da quantidade limitada de osso disponível que pode ser colhido de sítios intraorais, o principal benefício é a remoção do enxerto com mínima morbidade. O uso da tuberosidade da maxila como local doador fornece um enxerto autógeno corticoesponjoso que envolve menos complicações intra e pós-operatórias, sem necessidade de reparo da área doadora, e tem excelente capacidade para corrigir defeitos localizados do rebordo alveolar. Apesar da forma cortical esponjosa e fina da tuberosidade maxilar, o osso esponjoso pode ser condensado mecanicamente quando o enxerto é esmagado. Este procedimento aumenta a densidade óssea do enxerto, preservando volume ósseo durante a remodelação, mesmo em defeitos ósseos verticais. O uso do bloco ósseo

intraoral para aumento ósseo tem inúmeras armadilhas devido às estruturas anatômicas vitais circundantes. Enxertos em blocos da tuberosidade podem oferecer uma valiosa fonte óssea para o tratamento de pequenos e defeitos localizados moderados do processo alveolar ao redor dos implantes e dentes. A principal vantagem do enxerto em bloco da tuberosidade maxilar sobre outros locais doadores intrabucais é menos complicações pós-operatórias, como lesão de nervo. Pode ser usado na forma de partículas e blocos para o tratamento de defeitos ósseos e para procedimentos de levantamento do seio maxilar.

2.4 MÉTODOS DE AVALIAR O VOLUME DE ENXERTO

A quantidade de osso disponível no local doador pode desempenhar um papel importante na elaboração adequada e na obtenção de bons resultados (YAVUZ et al., 2009).

Montazem et al. (2000) quantificaram o material de enxerto ósseo presente na sínfise mandibular, bem como determinaram o tamanho máximo do bloco ósseo corticomedular que pode ser colhido. Neste estudo dezesseis mandíbulas de cadáveres dentados foram estudadas. Osteotomias foram realizadas de forma monocortical com margem de 5 mm inferior ao ápice dos dentes anteriores, 5 mm anterior ao forame mental, e 5 mm acima da borda da mandíbula e na linha média. O volume ósseo foi medido por deslocamento volumétrico usando duas técnicas. Os volumes médios obtidos foram de 4,84 e 4,71 mL (variação de 3,25 a 6,50 mL), respectivamente, para as 2 técnicas de volumetria. O tamanho médio do bloco foi de 20,9 9,9 6,9 mm; o bloco menor foi 21,0 6,5 6,0 mm e o maior foi 25,0 13,0 9,0 mm. Com base nos resultados deste estudo, é evidente que a sínfise mandibular pode ser selecionada de modo confiável como o local de colheita em uma variedade de procedimentos reconstrutivos orais e maxilo-faciais.

Gapski et al. (2006) realizaram uma análise histomorfométrica da densidade óssea na tuberosidade maxilar de cadáveres. A tuberosidade maxilar tem sido amplamente utilizada como fonte de osso autógeno para uma variedade de procedimentos cirúrgicos orais. Vinte cadáveres (nove mulheres e 11 homens) foram utilizados neste estudo. Uma seção em bloco, incluindo a mucosa alveolar sobrejacente, foi obtida da tuberosidade maxilar de cada cadáver. Todos os cadáveres eram edêntulos distais aos segundos pré-molares. Após a aquisição, todas as amostras de biópsia foram imediatamente imersas em uma solução de formol 10% por

no mínimo 24 horas. Após a fixação, os corpos de prova em bloco foram desmineralizados em solução 0,003-M de EDTA e 1,35N de ácido clorídrico e processado para microscopia de luz de rotina usando coloração hematoxilina e eosina. Os corpos de prova do bloco foram orientadas para produzir visão vestibulo-lingual e seções microscópicas foram cortadas com uma espessura de 7 mm. Foram obtidos 35 cortes de bloco de amostra de cada cadáver. Cada seção foi examinada para a presença de uma infiltração fibrosa ou gordurosa dos espaços medulares e espessura e continuidade dos ossos subjacente à mucosa alveolar sobrejacente. A análise histomorfométrica do osso foi realizada usando um software de computador. A porcentagem de a área de superfície óssea foi medida como a seção transversal área de cada campo histológico dividida pela área da seção transversal da seção. Os dados foram submetidos a análise estatística. Um teste t independente bicaudal foi realizado para estabelecer possíveis diferenças entre os sexos. Diferenças com um valor $P < 0,05$ foram considerados significativos. Pouca variação existiu entre os espécimes, independentemente sexo, com relação à espessura da mucosa oral sobrejacente à tuberosidade. A análise óssea descritiva revelou osso cortical fino e padrões de osso esponjoso. Além disso, os corpos de prova em bloco exibiram nenhuma evidência de osteóide ou formação óssea ativa, mas grandes espaços medulares infiltrado com tecido conjuntivo fibroso frouxamente organizado e/ou células de lipídio. A análise histomorfométrica demonstrou uma porcentagem média de osso vital de 24,23% – 5,2%. A estratificação dos dados revelou diferenças estatisticamente significativas na porcentagem média de osso vital entre gêneros (27,15% – 4,7% para homens versus 20,66% – 3,4% para mulheres; $P = 0,003$). A tuberosidade maxilar parece consistir principalmente de espaços medulares, tecido adiposo e um baixo perfil ósseo vital. As mulheres demonstraram uma redução estatisticamente significativa quantidade de osso vital do que os homens. Os resultados sugerem que este sítio específico pode não ser uma fonte ideal de osso autógeno para fins de enxerto em indivíduos mais velhos. No entanto, é importante notar que esta investigação não controlou os desequilíbrios e distúrbios.

O volume de enxerto ósseo do ramo da mandíbula que pode ser removido com segurança de pacientes foi avaliado por Verdugo et al. (2009). Neste estudo, medições trans-operatórias foram feitas em blocos de enxertos mandibulares colhidos de dez pacientes. O volume dos enxertos particulados foi medido usando um cilindro graduado com marcações de 0,5 mL. Depois de inserir as partículas dentro do cilindro,

pressão de compactação de 100 g foi aplicada e solução salina solução (1 mL) adicionada para preencher os vazios. Do final volume medido, subtraiu-se 1 mL para contabilizar a adição salina anterior. Para medir o volume ósseo por meio da tomografia, o software AutoCAD foi usado na região mandibular de 40 pacientes incluindo os dez pacientes que foram avaliados no trans-operatório. As áreas do segundo e terceiro molares mandibulares forneceram o enxerto cortical mais espesso. O osso mais fino foi imediatamente posterior ao terceiro molar. O volume de enxerto ósseo do ramo mensurado pelo AutoCAD apresentou uma média de 0,8 mL. O volume de enxerto ósseo medido no trans operatório apresentou uma média de 2,5 mL. A diferença entre os dois métodos de medição foi significativo ($p < 0,001$). O uso de um software de design pode melhorar o planejamento do tratamento cirúrgico antes da cirurgia para enxerto ósseo autógeno. O software AutoCAD não superestimou o volume de osso que pode ser colhido com segurança a partir do ramomandibular.

Song et al. (2009) avaliaram através de TCFC a relação entre a qualidade óssea, e a estabilidade primária do implante, medida pela análise de freqüência de ressonância (RFA). Este estudo foi realizado com 20 pacientes que foram submetidos a cirurgia de instalação de implante. A tomografia computadorizada foi obtida após perfuração para instalação do implante e a estabilidade inicial foi medida antes do fechamento do retalho. O software Ezimplant calculou a média do número TC na "região de interesse" (ROI). No total, 61 implantes foram examinados em 20 pacientes. Os números CT e a espessura do osso compacto tiveram fortes correlações com a estabilidade do implante ($< 0,025$). A qualidade óssea avaliada através da TCFC tem correlação com a estabilidade primária do implante. A qualidade óssea é um dos fatores que deve ser avaliado antes da cirurgia de instalação dos implantes.

A densidade e a quantidade máxima de enxerto ósseo extraído na sínfise mandibular foram avaliadas por Yavuz et al. (2009). Neste estudo foram obtidos dados de 15 tomografias de 15 pacientes adultos (10 homens / cinco mulheres). Os dados da TC, no formato DICOM, foram lidos no software Mimics da Materializar (Leuven, Bélgica), com uma espessura de corte de 0,5 mm. Os limites do enxerto da sínfise foram 5 mm anterior ao forame mandibular sem a cortical lingual, 5 mm abaixado ápice dos dentes e o limite inferior a borda da mandíbula. O volume, densidade e dimensões baseadas nas unidades de Hounsfield (HU) foram medidas em imagem 3D do enxerto ósseo da sínfise. A média do volume ósseo calculado a partir da sínfise mandibular foi de $3491,08 \pm 772,12 \text{ mm}^3$. O tamanho do bloco corticomedular medido foi de 38,75

× 11,05 × 7,80 mm. A densidade óssea média foi de $958,95 \pm 98,11$ UH. O uso de tomografia computadorizada tridimensional em combinação com um programa de software é um meio confiável para determinar a densidade do enxerto, avaliar o volume máximo e as dimensões do enxerto que podem ser colhido da região da sínfise mandibular.

Cremonini et al. (2010) avaliaram a disponibilidade de volume ósseo na região doadora de retromolar utilizando Tomografia Computadorizada. Neste estudo, imagens em formato DICOM de dez pacientes foram analisadas. Foi usado software de computador com ferramentas apropriadas para manipular as imagens. Dois observadores calibrados fizeram medições separadamente. Uma ferramenta chamada "Free" no software Vitrea (versão 3.6, Vital Images) foi usado para delinear a região de interesse pelos examinadores. Margens de segurança em relação ao córtex lingual, base da mandíbula e canal alveolar foram estabelecidos em cada seção transversal das TCs. As medições foram feitas usando-se cortes transversais, e os resultados foram calculados após a reconstrução tridimensional, fornecendo dados da área e volume. A reconstrução 3D foi usada para visualização final das estruturas anatômicas. Uma grande variabilidade do osso disponível em região doadora foi observada entre diferentes pacientes, quando a área e volume foram analisados. A tomografia computadorizada, em conjunto com ferramentas de software, é um método eficiente para medir o volume de osso disponível para enxerto em a região retromolar. Arasawa et al. (2012) estudaram um método para avaliação da alteração do volume ósseo após o aumento do seio. Neste estudo 11 seios em 9 pacientes foram avaliados por tomografia computadorizada realizada antes do tratamento (T0), 3 meses (T1) e pelo menos 1 ano (T2) após o aumento do seio. Baseado na técnica de subtração digital, imagens ósseas aumentadas foram extraídas e os volumes foram calculados a partir dos números de voxel das imagens extraídas. Alterações do volume ósseo foram estatisticamente significativas. Perda de osso aumentado foi observada em todos exceto um dos pacientes. O coeficiente de correlação entre a alteração do volume ósseo e o tempo decorrido foi de 0,64, o que foi estatisticamente significativo e indicou que reabsorção óssea progrediu com o decorrer do tempo após o aumento do seio. O método de análise dos autores permitiu a visualização do osso aumentado e avaliação da alteração do volume ósseo. Dentro do número limitado de casos, o estudo demonstrou uma diminuição significativa no volume ósseo aumentado entre 3 e 23 meses após a cirurgia.

O volume do côndilo mandibular foi avaliado usando tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) nos estudos de Bayram et al. (2012). Cinco mandíbulas secas contendo 9 côndilos foram utilizadas. Tomografias computadorizadas das mandíbulas e uma moldagem de cada área condilar foram tomadas. Os volumes físicos dos côndilos foram calculados como o padrão ouro usando a técnica de deslocamento de água. Após o isolamento, o volume condilar foi seccionado no plano sagital, e seções de 0,3 mm de espessura com intervalos de 0,9 mm foram obtidas a partir de reconstruções 3D. Usando o princípio Cavalieri, o volume de cada côndilo foi estimado a partir da TCFC imagens por três observadores. A precisão das medidas de volume de TCFC e os acordos de relação entre os resultados dos três observadores foram avaliados usando o teste Wilcoxon Signed Rank e o teste de correlação de Pearson. O nível de significância estatística foi estabelecido em 0,05. Os resultados da correlação de Pearson mostraram que houve correlações positivas altamente significativas entre as medições dos observadores. De acordo com os resultados do teste de Wilcoxon Signed Rank comparando as medidas físicas e de observadores, não houve diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$). O princípio Cavalieri, usado em conjunto com um método de planimetria, é um método válido e eficaz para estimativa de volume do côndilo mandibular em imagens de TCFC.

A densidade e a quantidade máxima de enxerto ósseo retirado da sínfise mandibular, processo coronóide e ramo ascendente em pacientes com dentes e edêntulos foram estudadas por Möhlhenrich et al. (2014). No estudo foram utilizados dados de TC de 42 pacientes (13 mulheres e 29 homens) em formato DICOM. Os dados foram lidos utilizando o software Pro Plan 3.0 e a imagem virtual da mandíbula foi construída. Enxertos ósseos virtuais da região da sínfise, ramo ascendente e processo coronóide foram criados e os resultados das dimensões, superfície, volume e densidade foram medidos em um grupo dentado ($n = 22$) e outro grupo edêntulo ($n = 20$). Comparações entre enxertos ósseos correspondentes não mostraram diferenças para a sínfise e processo coronóide em relação à denteição, e não houve diferença na densidade óssea observada. No entanto, mudanças significativas entre a média dos valores do ramo foram encontradas entre os dois grupos ($p < 0,0001$). Concluíram que um software apropriado e dados de TC podem fornecer exames mais precisos da mandíbula em relação aos potenciais locais doadores de enxerto. Destacaram como relevância clínica que usando software apropriado em conjunto

com o planejamento dos implantes, é possível analisar áreas doadoras potenciais dentro da mandíbula e criar enxertos ósseos virtuais.

Mayordomo et al. (2016) analisaram, por meio da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), o volume, densidade e morfologia do osso disponível na região anterior da maxila, a fim de investigar seu potencial como fonte de enxertos. A análise morfométrica compreendeu cálculos volumétricos e a subsequente densidade automática, bem como medições lineares. Correlações potenciais entre estes parâmetros, incluindo características demográficas, foram investigadas. A amostra era composta por 52 mulheres e 48 homens. O volume ósseo médio calculado foi de $2,41 \pm 0,72 \text{ cm}^3$ para PPM, $0,46 \pm 0,16 \text{ cm}^3$ para ANS, $0,58 \pm 0,2 \text{ cm}^3$ para SNR e $0,57 \pm 0,21 \text{ cm}^3$ para SNL. A região anterior da maxila pode fornecer uma quantidade considerável de volume ósseo de diferentes zonas anatômicas e deve ser considerado como um potencial doador para a regeneração de ossos atroficos maxilares. Mais investigações são necessárias antes que estes achados possam ser aplicados no cenário clínico de rotina.

Van Dessel et al. (2016) estudaram a precisão das últimas máquinas de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) em comparação com tomografia computadorizada multi-slice (TCMS) e micro tomografia computadorizada (micro-ct) para avaliar a qualidade do osso trabecular e cortical antes da colocação do implante. Neste estudo, oito amostras de ossos mandibulares humanos desdentados foram escaneadas com sete Scanners TCFC e um sistema MSCT. Imagens de micro-ct serviram de padrão ouro. Um volume de interesse (VOI) compreendendo apenas osso trabecular e cortical foi delineado no micro-ct. Após o alinhamento espacial de todos os tipos de varredura, os VOIs do micro-ct foram sobrepostos na TCFC e TCMS. As imagens foram segmentadas e os parâmetros morfométricos foram calculados. Os parâmetros morfométricos de TCFC e TCMS foram comparados com micro-ct usando modelos de efeito misto. A análise de correlação intraclasse foi usada para avaliar a precisão de cada scanner na avaliação do trabéculado ósseo e qualidade do osso cortical em comparação com o padrão ouro. A análise morfométrica mostrou superestimação da quantidade óssea cortical e trabecular durante a avaliação TCFC e TCMS em comparação com o padrão-ouro micro-ct. Espessura trabecular (Tb.Th) foi significativamente diferente ($P < 0,05$) e a menor superestimação foi encontrado para o ProMax 3D Max (180 μm), seguido pelo 3D Accuitomo 170 (200 μm),

Carestream 9300 (220 μm), Newtom GiANO (240 μm), Cranex 3D (280 μm), Scanora 3D (300 μm), TCMS alta resolução (310 μm), i-CAT Next Generation (430 μm) e TCMS resolução padrão (510 μm). A subestimação da espessura cortical (Ct.Th) no ProMax 3D Max (-10 μm), a superestimação em Newtom GiANO (10 μm) e o TCMS de alta resolução (10 μm) foram insignificantes. No entanto, uma superestimação ($P < 0,05$) foi encontrada para 3D Accuitomo 170 (110 μm), Scanora 3D (140 μm), resolução padrão TCMS (150 μm), Carestream 9300 (190 μm), Cranex 3D (190 μm) e i-CAT Next Generation (230 μm). A comparação entre a rede 2D e a distância da superfície 3D confirmou a superestimação na quantidade óssea, mas apenas demonstrou uma rede trabecular desviante para o i-CAT Next Generation e a resolução padrão TCMS. Os coeficientes de correlação intraclasse (ICCs) mostraram significativa ($P < 0,05$) alta confiabilidade intra-observador ($\text{ICC} > 0,70$) na avaliação morfométrica entre micro-CT e scanners CBCT disponíveis no mercado (3D Accuitomo 170, Newtom GiANO e ProMax 3D Max).

Zeltner et al. (2016) avaliaram se a região retromolar da mandíbula apresenta resultados diferentes da região de mento em relação a quantidade de osso disponível para retirada de enxertos em bloco. Neste estudo, sessenta tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC) de pacientes adultos, sem achados patológicos na região retromolar e de mento foram incluídos. De acordo com o número de dentes mandibulares, 20 dados de TCFC foram alocados para cada um dos seguintes grupos: grupo M: dentição de 36 a 46; grupo M2: dentição de 37 a 47; e grupo M3: dentição de 38 a 48. Para os locais potencialmente doadores na região retromolar e de mento o volume (V_{retro} , V_{mento}), o comprimento (L_{retro} , L_{mento}), a altura (H_{retro} , H_{mento}), e largura (W_{retro} , W_{mento}) foram avaliados usando um software de computador. Além disso, o mento foi avaliado quanto a presença e a localização do canal incisivo mandibular. Para comparar os locais doadores no mento e região retromolar, os quocientes $V_{\text{retro}}/V_{\text{mento}}$, $L_{\text{retro}}/L_{\text{mento}}$, $H_{\text{retro}}/H_{\text{mento}}$, $W_{\text{retro}}/W_{\text{mento}}$ foram calculados e testados usando o teste de Wilcoxon. O volume ósseo médio V_{mento} encontrado foi $3.5 \pm 1.3 \text{ cm}^3$ (DP), enquanto o V_{retro} total foi $1.8 \pm 1.1 \text{ cm}^3$ (DP). O V_{retro} total foi de $2.6 \pm 1.4 \text{ cm}^3$ no grupo M1 (DP), $1.8 \pm 0.5 \text{ cm}^3$ no grupo M2 e $1.0 \pm 0.4 \text{ cm}^3$ no grupo M3. Para o grupo M1, $V_{\text{retro}}/V_{\text{mento}}$ mensurada foi $82 \pm 39\%$ ($P=0.036$). $V_{\text{retro}}/V_{\text{mento}}$ atingiu $57 \pm 20\%$ no grupo M2 e $32 \pm 12\%$ no grupo M3 ($P < 0.001$). O canal incisivo mandibular foi detectado em 97%

dos exames de TCFC. A distância entre o canal incisivo mandibular e os ápices dos incisivos centrais foi de $10.5 \pm 3,5$ mm. A quantidade de osso disponível para colheita de blocos córtico- esponjosos na região de mento foi superior em comparação com a região retromolar. No entanto existe grande variabilidade interindividual em relação a quantidade que pode ser colhida e isso é determinado pela localização de limites anatômicos como dentes, vasos sanguíneos e feixes nervosos. Devido ao risco potencial de menores complicações a área retromolar mandibular é, sempre que possível, o local preferido para colheita intraoral de blocos de ossos autógenos. A região de mento geralmente oferece um volume ósseo maior para colheita em comparação com a região retromolar. Na ausência de segundo e terceiro molares, a quantidade de osso disponível para remoção na região retromolar atingiu aproximadamente 80% do volume ósseo da região de mento. Na maioria dos casos o canal incisivo mandibular foi detectado no local doador na região do mento. Estudos avaliando a quantidade e qualidade de enxertos ósseos de locais doadores intrabucal através de TCFC foram realizados por

Ataman-Duruel et al. (2020). O ramo da mandíbula, a sínfise do mento, o palato, a tuberosidade da maxila tem sido apresentados na literatura como sítios doadores de enxerto. Neste estudo avaliaram radiograficamente as dimensões máximas, volume e qualidade óssea desses locais. De acordo com os critérios de estudo, 50 imagens de TCFC foram avaliadas. O comprimento máximo, largura, altura e volume das regiões onde poderiam se obter o enxerto foram medidas. A qualidade óssea foi calculada usando as unidades Hounsfield derivada da TCFC. A sínfise foi o local com maior potencial doador e tuberosidade da maxila o menor. Os resultados correlacionados com maiores valores de densidade óssea foram obtidos da sínfise, já os menores resultados correlacionados com a densidade foi a tuberosidade da maxila. Enxertos ósseos intrabucais tem restrição devido a suas proximidades com estruturas anatômicas vitais. Os cirurgiões podem avaliar estas proximidades da região doadora de enxerto com estruturas vitais utilizando TCFC.

2.5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA ÓSSEA

Kim et al. (2015) avaliaram a viabilidade da TCFC na avaliação da microarquitetura de trabéculas óssea. Neste estudo sessenta e oito espécimes de quatro pares de mandíbula humana foram digitalizados usando a tomografia microcomputadorizada (micro-TC) com tamanho de voxel de $19,37 \mu\text{m}$ e TCFC com

tamanho de voxel de 100 μm . As imagens de TCFC foram feitas um mês após a aquisição da micro-TC. A TCFC foi realizada pelo scanner Alphard Vega scanner (Asahi Roentgen, Kyoto, Japan), o tamanho do voxel isotrópico era de 100 μm e as imagens axiais estavam em formato DICOM. Um valor de threshold fixo a partir da análise do histograma foi aplicado para a binarização das imagens de micro-TC. Devido ao grau de variação da escala de cinza do osso trabecular nas imagens de TCFC, o mesmo valor de threshold não foi aplicado para as imagens de cada espécime. O valor do threshold foi ajustado manualmente por um único avaliador qualificado a fim de adquirir imagens binarizadas mais satisfatórias com alterações mínimas do osso trabecular nas imagens originais. A correlação de parâmetros tridimensionais entre TCFC e micro-ct foi avaliada. Todos os parâmetros, exceto a superfície óssea específica e a espessura trabecular, mostraram correlações lineares entre as modalidades de imagem ($P < 0,05$). Dentre os parâmetros, volume ósseo, porcentagem de volume ósseo, separação das trabéculas e grau de anisotropia (GA) de imagens de TCFC mostraram fortes correlações com as das imagens de micro-ct. GA mostrou a mais forte correlação ($r = 0,693$). A maioria dos parâmetros microarquitetônicos da TCFC foram correlacionados com os da micro-TC. As correlações desses parâmetros implicam que a análise da microarquitetura usando TCFC pode ser útil na avaliação da qualidade óssea. Além da dificuldade de determinar o threshold, o artefato é outro fator importante influencia a análise morfométrica usando imagens de TCFC. A TCFC quando comparada com a micro-TC mostra um reduzido contraste de imagem devido a dispersão de radiação. Baixa resolução espacial e grande quantidade de ruído induzem erros nos cálculos dos parâmetros morfométricos de TCFC, resultando no espessamento aparente das trabéculas e aumento o percentual de volume. No caso de modelos in vivo, pode haver outros problemas incluindo movimento do paciente. Alguns parâmetros da microarquitetura, especialmente o grau de anisotropia, poderiam ser usados como fortes preditores de qualidade óssea na mandíbula humana.

Nackaerts et al. (2015) avaliaram o osso trabecular dos maxilares através de imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico. Neste estudo, duas mandíbulas e duas maxilas foram digitalizadas em 8 aparelhos diferentes de TCFC e um Micro-ct. Após a reconstrução das imagens utilizando um software específico de reconstrução, as imagens da região de interesse foram segmentadas por uma ferramenta de análise do CT-Analyser (Skyscan). Para facilitar a comparação dos

conjuntos de imagens, todas as imagens de TCFC foram alinhadas espacialmente na Micro-TC. Dois volumes de interesse para cada mandíbula foram delineados manualmente. O volume do osso trabecular nas imagens de micro-TC foi segmentado para que as imagens de micro-TC pudessem servir como imagens de alta resolução. Os volumes de interesse nas imagens da TCFC foram segmentados usando tanto dados globais de *threshold*. A segmentação foi significativamente melhor para o maxilar inferior do que para o maxilar superior. Diferenças no desempenho entre os scanners foram significativas para ambos os maxilares. O *threshold* adaptado foi significativamente melhor na segmentação do osso de imagens de TCFC. Ao avaliar a estrutura óssea da mandíbula, o observador deve sempre escolher *threshold* adaptado. Continua a ser um desafio para identificar a seleção de limiar ideal para a avaliação estrutural do osso da mandíbula.

He et al. (2019) avaliaram a capacidade da TCFC estimar com precisão os parâmetros microarquiteturais do osso trabecular. Neste estudo, 30 espécimes de osso esponjoso de vértebras bovinas foram utilizados. Micro-tomografias e TCFC foram usadas para escanear a amostra. As imagens de micro-CT foram usadas para calcular os parâmetros da microarquitetura do osso trabecular, e os resultados foram definidos como padrão ouro. Posteriormente, antes das imagens serem binarizadas para cálculo dos parâmetros de microarquitetura óssea, três abordagens pré-processamento foram realizadas. No grupo 1 nenhuma abordagem pré-processamento foi realizada. No grupo 2, foi usado o software ImageJ para melhorar as imagens aumentando o contraste e acentuando os detalhes na imagem. No grupo 3, foi adicionado ao grupo 2 a binarização da imagem com um *Threshold* global. No grupo 4 as imagens sobrepostas foram removidas do grupo 3. Em seguida todas as imagens foram importadas para um software para estimar os parâmetros da microarquitetura do osso trabecular, fração de volume ósseo (BV/TV), espessura trabecular (TbTh), número trabecular (TbN) e separação de trabéculas (TbSp). O teste t foi aplicado e o teste de correlação de Pearson foi realizado para comparar a capacidade da micro-TC e da TCFC para estimar os parâmetros da microarquitetura do osso trabecular. Independentemente das imagens da TCFC serem submetidas a pré-processamento de imagens (grupo 1 ao 4), os quatro parâmetros de microarquitetura óssea trabecular medidos com TCFC foram significativamente diferentes do que aqueles medidos usando micro-TC. No entanto, após 3 processamento de imagem serem aplicados às imagens de TCFC (grupo 4), o BV/TV obtido por TCFC foi

altamente correlacionado com o obtido em micro-CT ($r = 0,87$, $p < 0,001$); o coeficiente de correlação foi maior do que o grupo 1 ($r = -0,15$, $p = 0,412$), grupo 2 ($r = 0,16$, $p = 0,386$) e grupo 3 ($r = 0,47$, $p = 0,006$). Depois das imagens terem sido pré-processadas, a eficácia do uso de TCFC para estimar TbN e TbSp foi aumentada. Concluíram que as abordagens de pré-processamento de imagem podem ser usadas para melhorar a eficácia do uso de TCFC para medir os parâmetros da microarquitetura do osso trabecular.

2.6 DENSIDADE ÓSSEA, VOLUME ÓSSEO E OSTEOPOROSE

Pietschmann et al. (2009) revisaram a literatura a respeito da osteoporose como uma doença relacionada à idade e específica de gênero. A osteoporose, uma doença clássica relacionada à idade e conhecida por ser mais comum em mulheres do que em homens, tem sido relatada cada vez mais frequentemente em homens durante os últimos anos. A osteoporose é uma das condições mais comuns associadas ao envelhecimento e é definida como um distúrbio esquelético caracterizada pelo comprometimento da resistência óssea predispondo uma pessoa a um risco aumentado de fratura. Força Óssea reflete principalmente a integração da densidade óssea e qualidade óssea. A osteoporose é uma doença relacionada com a idade com vários, diferenças específicas de gênero. Sua prevalência é maior em mulheres do que nos homens. Devido aos seus ossos maiores, os homens têm maior força de flexão do que as mulheres. No entanto, uma vez ocorreu uma fratura de quadril, a mortalidade é maior em homens. Diferenças na produção de hormônios sexuais, especialmente a declínio abrupto de estrogênio nas mulheres são responsáveis por diferenças entre gênero na fisiopatologia da osteoporose.

Parsa et al. (2013) analisaram a correlação entre a fração de volume ósseo (BV/TV) e densidade óssea por Unidades Hounsfield (HU) em mandíbulas humanas, derivada de tomografia computadorizada micro-ct, multislice (TCMS), respectivamente. Avaliaram também a acurácia da TCFC na avaliação de densidade da microestrutura das trabéculas ósseas usando TCMS e micro-ct, respectivamente. Neste estudo vinte mandíbulas de cadáveres humanos parcialmente desdentados foram escaneados por três tipos de modalidades de tomografia computadorizada: TCMS (Philips, Best, Holanda), TCFC (3D Accuitomo 170, J Morita, Kyoto, Japão) e micro-ct (SkyScan 1173, Kontich, Bélgica). TCMS, TCFC e micro-ct de cada mandíbula foram combinados para selecionar a região exata de interesse (ROI) TCMS

HU, micro-ct BV/TV. Correlações fortes foram observadas entre TCFC e densidade de MSCT ($r = 0,89$) e entre as medidas de TCFC e micro-ct BV/TV ($r = 0,82$). Excelente correlação foi observada entre TCMS HU e micro-ct BV/TV ($r = 0,91$). No entanto, diferenças significativas foram encontradas entre todos os pares de comparações ($P < 0,001$), exceto para a medida média entre TCFC BV/TV e micro-ct BV/TV ($P = 0,147$). Uma excelente correlação entre a fração de volume ósseo e a densidade óssea avaliada entre micro-ct e MSCT, respectivamente. Isto sugere que as medidas da densidade óssea podem ser usadas para estimar parâmetros microestruturais ósseos. Uma forte correlação também foi encontrada entre valores de cinza de TCFC e BV/TV e seus padrões de ouro, sugerindo o potencial desta modalidade em avaliação da qualidade óssea no local do implante.

Merheb et al. (2014) avaliaram a relação entre a densidade do osso esponjoso na maxila e a densidade óssea esquelética. A osteoporose é uma doença que afeta mais de 300 milhões de pessoas em todo o mundo e é responsável por inúmeras complicações médicas. Neste estudo setenta e três pacientes foram recrutados e divididos entre grupo A (osteoporose), grupo B (saudável, controle) e grupo C (osteopenia) com base em uma varredura de absorciometria de raios-x de dupla energia (DXA). Esses pacientes também receberam uma tomografia computadorizada na qual foram realizadas medidas de densidade óssea em cinco locais: linha média da maxila, retromolar tuberosidades, incisivos, pré-molares e regiões de molares. A densidade óssea foi menor em pacientes osteoporóticos em comparação com os pacientes controle. A densidade mineral óssea (DMO) das tuberosidades apresentaram as correlações mais fortes com a DMO do quadril e da coluna (respectivamente, $r = 0,50$ e $r = 0,61$). A região da linha média apresentou correlações moderadas com o quadril ($r = 0,47$) e a coluna ($r = 0,46$). Por potenciais locais de implante, as correlações com a DMO do quadril e da coluna foram, no entanto, pequenas a insignificantes. Baseado em das medidas de densidade óssea da maxila, foi possível prever se o paciente era osteoporótico ou não com sensibilidade de 65% e especificidade de 83%. A densidade óssea maxilar de indivíduos com osteoporose é significativamente menor do que a de pacientes saudáveis. Além disso, existe uma correlação direta entre a densidade do esqueleto e a densidade de alguns locais da maxila. Medidas da densidade óssea maxilar para prever a densidade óssea esquelética podem ser uma ferramenta útil para a triagem da osteoporose.

3 OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho foram:

3.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar o volume ósseo presente na região de tuberosidade da maxila, a partir de imagens de TCFC de indivíduos saudáveis.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar se há uma correlação entre a variável BV/TV entre os grupos, lados e idade.
- Avaliar e comparar o volume ósseo presente na região de tuberosidade da maxila, a partir de imagens de TCFC de homens e mulheres.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo retrospectivo observacional transversal, em que foram analisados exames de TCFC, pertencentes ao arquivo (banco de dados) da Clínica de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora (FO/UFJF) (Minas Gerais, Brasil).

Este projeto é uma extensão do estudo intitulado “Avaliação do tecido ósseo em regiões doadoras de enxerto”, aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF – CAAE:23570519.0.0000.5147 – Parecer 3.676.308).

O estudo em questão analisou por meio da taxa BV/TV o volume de enxerto datuberosidade em 60 exames de TCFC, sendo 30 do sexo masculino e 30 do sexo feminino. Foram analisadas 120 regiões de tuberosidade da maxila, sendo 30 amostras do lado esquerdo e 30 do lado direito de cada grupo de indivíduos.

Foram considerados os seguintes critérios de inclusão: exames de imagens de indivíduos com idade mínima de 18 anos e idade máxima de 60 anos; imagem tomográfica de qualidade satisfatória; campo de visão do exame de TCFC que possibilitasse a avaliação da tuberosidade maxila do lado esquerdo e direito. Foram considerados como critérios de exclusão as seguintes condições: presença de artefato que dificultasse a avaliação da região de interesse; história de trauma facial, fraturas e/ou lesões nos maxilares; anomalias craniofaciais; ausência do segundo molar superior; dente impactado na região do estudo.

Todas as imagens foram adquiridas pelo mesmo tomógrafo (I - Cat[®], Imaging Sciences International, Hatfield, Pensilvânia, EUA), com o seguinte protocolo de aquisição: 120 kV, 8 mA, 26,9 s de tempo e rotação, espessura de corte de 0,25 mm e FOV mínimo de 7 x 13 cm. Os exames foram avaliados utilizando o *software* i-CAT Vision[®] (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA). A seleção de todas as imagens foi realizada por um único examinador calibrado e estas imagens foram armazenadas em formato DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) não compactado.

A região de tuberosidade da maxila foi selecionada para análise do volume de osso disponível. Os parâmetros utilizados para delimitar a região da tuberosidade foram os seguintes (Figura 1 A e B):

- Limite superior: assoalho do seio maxilar;

- Limite posterior: cortical da parede posterior da tuberosidade da maxila;
- Limite anterior: tangente a distal do segundo molar;
- Limite inferior: último corte inferior onde aparecia a tuberosidade;
- Limite lateral: superfície externa da cortical vestibular da tuberosidade;
- Limite Medial: superfície externa da cortical palatina da tuberosidade.



Figura 1- Corte axial de TCFC da tuberosidade da maxila: (A) ROI posicionada indicando Limites mais superior, posterior, anterior e lateral; (B) ROI posicionada indicando o limite mais inferior.

Fonte: O autor

Para a análise das regiões do estudo, foi utilizado o *software* ImageJ 1,46 R (National Institutes of Health, USA) versão Fiji.

Para análise tomográfica da região de interesse, foram selecionados cortes axiais de 1 mm respeitando os limites estabelecidos, e desenhada ponto a ponto a área de interesse ou Region of Interest (ROI). A imagem foi percorrida no sentido craniocaudal até que todo o objeto de interesse fosse analisado dentro dos limites estabelecidos.

Para a padronização do *threshold*, cinco imagens aleatórias da tuberosidade da maxila foram analisadas no *software* ImageJ. Foi anotado o *Threshold* de cada imagem e depois foi realizado o cálculo da média dos valores de *Threshold*

encontrado. O resultado dessa média foi considerado o *Threshold* padrão e aplicado nas amostras do estudo.

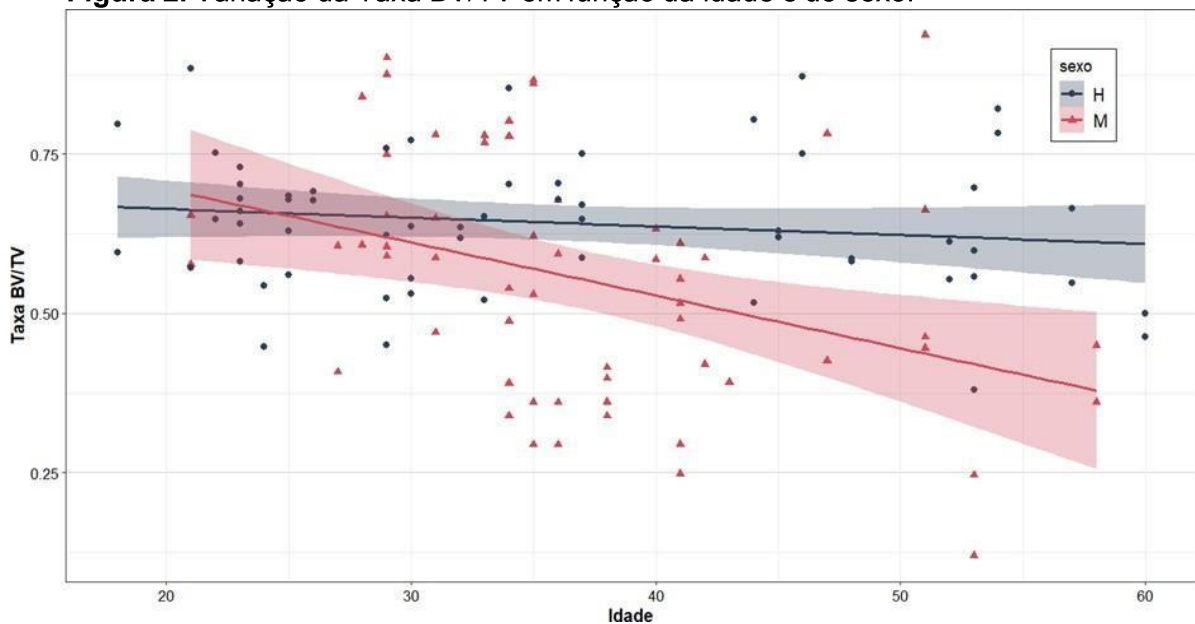
O conjunto de ROIs desenhadas manualmente pelo avaliador juntamente com as ROI"s interpoladas pelo *software* ImageJ na tuberosidade constituíram o volume tridimensional que foi analisado. Os valores de BV/TV encontrados foram tabulados e analisados.

A taxa BV/TV de 120 regiões de tuberosidade da maxila foi analisada por um modelo linear generalizado misto (GLMM), a fim de avaliar o efeito do sexo, idade e lateralidade. Cada região foi considerada como variável randômica de modo a controlar o efeito de características individuais. As premissas do modelo foram testadas com relação a homogeneidade das variâncias e normalidade dos resíduos. Visto o ajuste adequado dos dados ao modelo, procedeu-se a realização de contrastes com aproximação Kenward-Roger e teste F de Wald para modelos mistos com amostras pequenas, considerando o nível de 5% de significância. Todas as análises foram realizadas utilizando o *software* R 3.6.0 *software* (R Core Team, 2019), e os pacotes „afex" (Singmann, 2020) e „emmeans" (Lenth, 2020).

5 RESULTADOS

A avaliação da variação da taxa BV/TV verificou o efeito significativo da idade ($F = 8.06$, $p = 0.0059$) e uma interação significativa entre idade e sexo ($F = 4.15$, $p = 0.045$) (Figura 2), indicando menores valores de BV/TV em função do aumento da idade, sendo esta redução mais acentuada para mulheres do que para homens. Não foi verificado efeito significativo da lateralidade na variação da taxa BV/TV ($F = 0.98$, $p = 0.325$). A média da idade das mulheres foi de 37,6 anos e dos homens foi de 36,4 anos.

Figura 2. Variação da Taxa BV/TV em função da idade e do sexo.



No gráfico, as retas verticais representam a variação da taxa estimada pelo modelo e as faixas, com intervalo de confiança de 95%. Os triângulos e círculos indicam os valores dos dados coletados.

6 DISCUSSÃO

Neste estudo retrospectivo observacional transversal, foi feita a avaliação tomográfica da região de tuberosidade da maxila como área doadora de enxerto. Foi demonstrado nesse estudo, que as imagens de TCFC com a utilização do Software ImageJ podem fornecer valores em proporção da quantidade de osso que pode ser obtida da região de túber. A técnica utilizada neste estudo corrobora com estudos já realizados (VERDUGO et al. 2009; Song et al. 2009; YAVUZ et al. 2009; CREMONINI et al. 2010; ARASAWA et al. 2012; PARSA et al. 2013; MÖHLHENRICH et al. 2014; KIM et al. 2015; MAYORDOMO et al. 2016; VAN

DESSEL et al. 2016; ZELTNER et al. 2016; He et al. 2019) em que foram utilizando Software de design para estimar o volume de osso que pode ser colhido com segurança de uma região doadora de enxerto intrabucal (VERDUGO et al. 2009; YAVUZ et al. 2009) proporcionando um melhor planejamento do tratamento cirúrgico antes da cirurgia para enxerto ósseo autógeno.

A qualidade e a quantidade de osso são fatores determinantes para a eleger um local doador de enxerto (ZUFÍA e SANS, 2022), sendo que a quantidade de osso disponível no local doador pode desempenhar um papel importante na planejamento adequado e previsão de bons resultados (YAVUZ et al., 2009). Para GUTHUA et al. (2021) a seleção do local doador, depende do tamanho do defeito ósseo a ser reparado, facilidade de colheita, morbidade da área doadora, e experiência e preferência do cirurgião.

Os principais sítios doadores intrabucais são a sínfise (MONTAZEM et al., 2000; SILVA et al., 2006; ATAMAN-DURUEL et al. 2020) e o ramo (ATAMAN-DURUEL et al. 2020). Uma das vantagens para remoção de enxerto em sítios doadores intraorais é a morbidade reduzida decorrente desse tipo de procedimento (ZUFÍA e SANS, 2022), embora alguns estudos tenham relatado que complicações podem ocorrer diante desta técnica, sendo a mais frequente alterações sensoriais temporárias nos dentes anteriores (33,87%) seguida de alterações sensoriais da pele e mucosa (18,57%) quando se remove enxerto da sínfise. Quanto ao ramo da mandíbula as complicações mais frequentes foram relacionadas a alterações sensoriais temporárias da mucosa (8,19%) e sangramento pós-operatório (6,55%) (REININGER et al. 2016). Alguns estudos que avaliaram as complicações que podem ocorrer após a remoção de enxerto intrabucal não constataram complicações associadas a tuberosidade da

maxila(SILVA et al., 2006). Ao escolher o local intraoral para colheita de osso autógeno, a quantidade de osso necessária para o enxerto e o risco de complicações devem ser considerados (ZELTNER et al., 2016)

Ao longo dos anos, o osso da maxila tem sido estudado como potencial fonte de enxerto (MAYORDOMO et al., 2016; ZUFÍA e SANS, 2022). Na maxila anterior o processo palatino da maxila e espinha nasal anterior foram regiões eleitas para avaliar a disponibilidade óssea para enxerto (MAYORDOMO et al., 2016). Na porção posterior do osso maxilar, a tuberosidade da maxila é região em destaque para estes estudos e pode ser utilizada como fonte doadora de enxerto particulado (ZUFÍA e SANS, 2022). Quando comparado aos outros locais doadores intrabucais, possui as vantagens de ser obtido através de um procedimento simples, com baixo risco de causar complicações e altas taxas de sucesso em reconstruções de defeitos de rebordos alveolares (ZUFÍA e SANS, 2022). Enxertos em bloco tradicionalmente não eram utilizados por se pensar que o osso da tuberosidade era de baixa qualidade e muitas vezes obtidos em pequenas proporções (KHOJASTEH et al., 2013). No entanto, há relatos da remoção de enxerto em bloco da tuberosidade da maxila (ROSA et al., 2021; GUTHUA et. al., 2022) para regeneração óssea guiada (ROSA et al., 2021; ZUFÍA e SANS, 2022) e para reconstrução de fissuras labiopalatina (GUTHUA et. al., 2022). As complicações raras que podem estar associadas a retirada de enxerto da tuberosidadesão comunicação bucosinusal, sangramento e formação de hematoma (KHOJASTEH et al., 2013). Além disso, quando se trata de reconstrução óssea para fendas alveolares pequenas e médias, onde há preferência pelo tipo de osso intramembranoso, a tuberosidade da maxila pode ser eleito por possui grande quantidade de osso com essa característica (GUTHUA et. al., 2021).

Acredita-se que existe uma excelente correlação entre a fração de volume BV/TV e a densidade óssea (PARSA et al. 2013). Quando comparado a densidade óssea maxilar entre indivíduos com osteoporose e indivíduos saudáveis foi evidenciado que a densidade óssea em indivíduos acometidos por esta patologia é significativamente menor do que a de indivíduos saudáveis (PIETSCHMANN et al., 2009; MERHEB . et. al., 2014) comprometendo a qualidade óssea (MERHEB . et. al., 2014). Além disso, a osteoporose na maioria dos casos está fortemente relacionada com gênero feminino e a idade (PIETSCHMANN et al., 2009). Estes fatos podem justificar os menores valores de BV/TV encontrados em nossos estudos em função do aumento da idade. Outro fator que deve ser observado é o declínio abrupto de

estrogênio nas mulheres que é responsável por diferenças entre gênero na fisiopatologia da osteoporose (PIETSCHMANN et al., 2009), que corrobora os menores valores de BV/TV mais associados ao sexo feminino encontrados em nosso estudo. Em nossos estudos, quando avaliado se houve algum efeito em relação ao lado direito e esquerdo para remoção de enxerto, foi observado que não há diferença significativa na taxa de BV/TV.

Os resultados deste estudo mostraram que a taxa de BV/TV diminuiu em função do aumento da idade, sendo esta redução mais acentuada para mulheres do que para homens. Foi demonstrado em outros estudos que o sexo feminino possui uma quantidade significativamente menor de osso do que os homens e que a tuberosidade da maxila não pode ser uma fonte ideal de enxerto ósseo autógeno em pacientes mais velhos (GAPSKI et al. 2006). No entanto, estudos recentes de (ROSA et al., 2021) onde foram utilizados enxertos ósseo em bloco e particulado da tuberosidade da maxila para regeneração óssea guiada seguida mostraram uma boa qualidade óssea a curto prazo de cicatrização, permitindo a instalação de implante e a longo prazo foi observado uma osseointegração satisfatória e regeneração alveolar estável.

Assim, embora nossos estudos tenham demonstrado que a BV/TV diminui com o passar dos anos, o volume de osso encontrado na região de túber da maxila pode favorecer resultados quando utilizados em procedimentos que visa a regeneração óssea. Além disso, quando se trata de reconstrução óssea para fendas alveolares pequenas e médias, onde há preferência pelo tipo de osso intramembranoso, a tuberosidade da maxila pode ser eleita por possuir grande quantidade de osso com esta característica.

7 CONCLUSÃO

Conclui-se que a quantidade de osso na tuberosidade da maxila representada pela taxa de BV/TV está direta diretamente relacionada com o sexo e com a idade. Embora as imagens de TCFC quando avaliadas no Software ImageJ possam fornecer uma taxa de volume ósseo BV/TV na tuberosidade da maxila, mais estudos devem ser realizados a fim de descrever outros parâmetros que possam interferir diretamente na proporção de osso disponível nesta região.

REFERÊNCIAS

- ARASAWA. M.; ODA, Y.; KOBAYASHI, T.; UOSHIMA, K.; NISHIYAMA, H.; HOSHINA, H.; SAITO,C. Evaluation of bone volume changes after sinus floor augmentation with autogenous bone grafts. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.** 2012; 41: 853-857.
- ATAMAN-DURUEL E.T.; DURUEL, O.; NARES, S.; STANFORD, C.,;TÖZÜM, T. F. Quantity and quality of intraoral autogenous block graft donor sites with cone beam computed tomography. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants** v.35, n. 4, p. 782-788, 2020.
- BROCKHOFF, H. C.; YATE, D. M.; FINN,R.; PHILLIPS C. Comparison of intraoral harvest sites in the edentulous versus dentate specimen. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.** V. 117, N. 5, p. 575-580, 2014.
- BAYRAM, M. et al. volumetric analisys of the mandibular condyle using cone beam computed tomography. **Europen Journal of Radiology**, v. 81, p. 1812-1816, 2012.
- CREMONINI, C.C.; DUMAS, M.; PANNUTI, C. LIMA, L. A.; CAVALCANTI, M. G. P. Assessment of the Availability of Bone Volume for Grafting in the Donor Retromolar Region Using Computed Tomography: A Pilot Study. **Int J Oral Maxillofac Implants**;v.25,;n. 2, p. 374-378,2010.
- DESSEL, V. J. et al. Accuracy and reability of cone beam computed taomography (CBCT) devices for structural analysis of alveolar cone beam in comparison with multislice CT and micro-CT. **Eur. J. Oral Implantol.** V. 10, n. 1, p. 95-105, 2017.
- GAPSKI, R.; SATHEESH, K.; COBB, M. C. Histomorphometric Analysis of Bone Density in the Maxillary Tuberosity of Cadavers: A Pilot Study. **J Periodontol.** v.77, n. 6, p. 1085-1090, 2006.
- GUTHUA, S.; G"ANG"A, P. M.; SARNA, K.;| KAMAU, M. An innovative approach in the management of alveolar clefts with bone graft harvest from maxillary tuberosity and mandibular wisdom molar odontectomy sites: A case report. **Clin Case Rep.** v. 9, p. 1-7, 2021
- HE, R-T. et al. Improving the prediction of the trabecular bone microarchitectural parameters using dental cone beam computed tomography. **BCM Medical Imaging**, V. 19, N. 10, 2019.
- HOHLWEG-MAJERT, B. et al. Morphometric analysis e Cone beam computed tomography to predict bone quality and quantity. **Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery.** v. 39, p. 330-334, 2011.
- HSU. J-T. et al. A comparison of Micro-CT an Dental CT in Assessing Cortical Bone Morphology an trabecular bone microarchitecture. **PloS One**, V. 9, e107545, 2014.
- KAMAL, M. et al. Comparison of Bone Grafts From Various Donor Sites in Human Bone Specimens. **The Journal of Craniofacial Surgery.** V.29, n.6, p. 411-424, 2016

KIM, J. E. et al. Three dimensional evaluation of human jaw bone microarchitecture: correlation between the microarchitectural parameters of cone beam computed tomography and micro-computer tomography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol** v.120, n. 6, p. 762-770, 2015.

KHOJASTEH, A.; ESLAMINEJAD, M.B.; MORAD, G.; DASHTI, S.G.; BEHNIA, H.; STEVENS, M. Vertical Bone Augmentation With Simultaneous Implant Placement Using Particulate Mineralized Bone and Mesenchymal Stem Cells: A Preliminary Study in Rabbit. **Journal of Oral Implantology**. v.39, n. 1, p. 3-13, 2013

KHOJASTEH, A.; NAZEMANB, P.; TOLSTUNOV, L. Tuberosity-alveolar block as a donor site for localized augmentation of the maxilla: a retrospective clinical study. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**. v. 54, p. 950-955. 2016

LENTH, R. Emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.5.2-1. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans> (2020)

MAYORDOMO, R.B.; MARTINEZ, R.G.; ALFARO, F. H. The anterior maxilla as a potential source of grafts: a morphometric cone beam computed tomography analysis of different anatomical areas. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.** V. 45, p. 1049- 1056, 2016

MERHEB, J.; TEMMERMAN, A.; COUCKE, W. M.; RASMUSSEN, L.; KÜBLER, A.; THOR, A.; QUIRYNEN, M. Relation between Spongy Bone Density in the Maxilla and Skeletal Bone Density. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**. v. 16, n. 6, p. 1180-1187

MOHLHENRICH, S. C. et al. Three-dimensional evaluation of the different donor sites of the mandible for autologous bone grafts. **Clin. Oral Invest.**, v. 19, p. 453- 458, 2005.
MONTAZEM, A. et al. The mandibular symphysis as a donor site in maxillofacial bone grafting: A quantitative anatomy study. **J Oral Maxillofac Surg.**, V. 58, p. 1368-1371, 2000

NACKAERTS, O. et al. Segmentation of jaw bone on cone beam TC datasets. **Clinical Implant Dentistry and related research**. V. 17, n. 6, p. 1082-1091, 2015.
NAITOH, M. et al. Morphometric Analysis of Mandibular Trabecular Bone Using Cone Beam computed Tomography: An In Vitro Study. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 25, n. 6, p. 1093-1098, 2010

PARSA, A. et al. Bone quality evaluation at dental implant site using multislice CT, micro-CT, and cone beam CT. **Clin. Oral Impl. Res.**, v. 26, 2015

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing (Version 3.6.1). Vienna, Austria. Retrieved from <https://www.R-project.org/> (2019)

ROSA, J.C.M.; SOTTO-MAIOR, B.S.; ROSA, A.C.P.O.; PEREIRA, L.A.V.D. Clinical, Tomographic, and Histologic Evaluation of an Autogenous Bone Graft Harvested from the Maxillary Tuberosity for Guided Bone Regeneration: Case Report with a 4- Year Follow-up. **The International Journal of Periodontics e Restorative Dentistry**. v.41, n. 4, p. 183-190, 2021

SIMION, M.; FONTANA, F. Autogenous and xenogeneic bone grafts for the bone regeneration. A literature review. **Minerva Stomatol.** n. 53, p. 191-206, 2004

SONG, Y. D. et al. Correlation Between bone quality evaluated by Cone-Beam Computerized Tomography and implant primary stability. **Int J Maxillofac Implants,** . 24, p. 59-64, 2009

SINGMANN H., BOLKER B., WESTFALL J., AUST F., BEN-SHACHAR, M.S. Afex: Analysis of Factorial Experiments. R package version 0.28-0. <https://CRAN.R-project.org/package=afex> (2020)

SILVA, F. M.S. et al., Complications of Intraoral Donor Site for Bone Grafting Prior to Implant Placement. **Implant Dentistry.** v. 15, n. 4, 2006

YAVUZ, M. S. et al. Evaluation of volumetry and density of mandibular symphysis bone grafts by three-dimensional computed tomography. **Dental traumatology,** v. 25, p. 475-479, 2009

VERDUGO, F. et al. Quantification of mandibular ramus volume as a source of bone grafting. **Clinical Implant Dentistry and Related Research,** v. 11, supplement 1, 2009

ZELTNER, M.; FLUCKIGER, L. B.; HAMMERLE, C. H. F.; HUSLER, J.; BENIC, G. I. Volumetric analysis of chin and mandibular retromolar region as donor sites for cortico-cancellous bone blocks. **Clin. Oral Impl. Res.**00, p. 1-6, 2016

ZUFÍA, J.; SANS, F. A. Applications of maxillary tuberosity block autograft. **J Esthet Restor Dent.** p. 1-14, 2022

ANEXO A



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DO TECIDO ÓSSEO EM REGIÕES DOADORAS DE ENXERTOS

Pesquisador: Neuza Maria Souza Picorelli Assis

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 23570519.0.0000.5147

Instituição Proponente: FACULDADE DE ODONTOLOGIA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.676.308

Apresentação do Projeto:

Os pesquisadores apresentam titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa

Apresentam comprovante do Currículo Lattes do pesquisador principal e dos demais participantes.

O estudo proposto apresenta pertinência e valor científico.

O objeto de estudo está bem delineado, descreve as bases científicas que justificam o estudo, estando de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 de 2012, item III.

Objetivo da Pesquisa:

Os Objetivos da pesquisa estão claros, bem delineados e compatíveis com a proposta. A metodologia está adequada aos objetivos pretendidos, de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013, item 3.4.1 - 4.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e benefícios descritos em conformidade com a natureza e propósitos da pesquisa. O risco que o projeto apresenta é caracterizado como risco mínimo, o pesquisador apresenta estratégias para minimizá-los e benefícios esperados estão adequadamente descritos. A avaliação dos Riscos e Benefícios está de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 de 2012, itens III; III.2 e V.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A metodologia atende ao(s) objetivo(s) proposto(s) e informa:

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 3.676.308

- tipo de estudo;
- procedimentos que serão utilizados
- número de amostras
- critérios de inclusão e exclusão
- modo de coleta de dados
- tipo de análise
- cuidados éticos

As referências bibliográficas são atuais, sustentam os objetivos do estudo e seguem uma normatização

O cronograma mostra

- o agendamento das diversas etapas da pesquisa
- Informa que a coleta de dados ocorrerá após aprovação do projeto pelo comitê

O orçamento

- lista a relação detalhada dos custos da pesquisa
- apresenta o responsável pelo financiamento

O instrumento de coleta de dados é pertinente aos objetivos delineados

O TCLE

- Solicita-se a dispensa do TCLE com justificativa adequada

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Folha de rosto apresentada e assinada
- Declaração de infra-estrutura e de concordância apresentada e assinada

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional N° 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa: agosto de 2020.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional N°001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 38.038-900
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA
 Telefone: (32)2102-3788 Fax: (32)1102-3788 E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br



Continuação do Parecer: 3.676.308

- tipo de estudo;
- procedimentos que serão utilizados
- número de amostras
- critérios de inclusão e exclusão
- modo de coleta de dados
- tipo de análise
- cuidados éticos

As referências bibliográficas são atuais, sustentam os objetivos do estudo e seguem uma normatização

O cronograma mostra

- o agendamento das diversas etapas da pesquisa
- Informa que a coleta de dados ocorrerá após aprovação do projeto pelo comitê

O orçamento

- lista a relação detalhada dos custos da pesquisa
- apresenta o responsável pelo financiamento

O instrumento de coleta de dados é pertinente aos objetivos delineados

O TCLE

- Solicita-se a dispensa do TCLE com justificativa adequada

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Folha de rosto apresentada e assinada
- Declaração de infra-estrutura e de concordância apresentada e assinada

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa: agosto de 2020.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional Nº001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N			
Bairro: SAO PEDRO		CEP: 36.036-900	
UF: MG	Município: JUIZ DE FORA		
Telefone: (32)2102-3788	Fax: (32)1102-3788	E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br	



Continuação do Parecer: 3.676.308

informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_1449767.pdf	08/10/2019 18:50:50		Aceito
Outros	6.pdf	08/10/2019 18:48:07	Neuza Maria Souza Picorelli Assis	Aceito
Outros	5.pdf	08/10/2019 18:44:13	Neuza Maria Souza Picorelli Assis	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	4.pdf	08/10/2019 18:38:28	Neuza Maria Souza Picorelli Assis	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	3.pdf	08/10/2019 18:35:12	Neuza Maria Souza Picorelli Assis	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	2.pdf	08/10/2019 18:33:40	Neuza Maria Souza Picorelli Assis	Aceito
Folha de Rosto	1.pdf	08/10/2019 18:26:57	Neuza Maria Souza Picorelli Assis	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 01 de Novembro de 2019

Assinado por:
Jubel Barreto
(Coordenador(a))

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO CEP: 38.036-900
UF: MG Município: JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 Fax: (32)1102-3788 E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

Bone volume assessment for maxillary tuberosity graft for grafting

Authors

Adriana Araújo de Oliveira Paiva^a

Breno Nogueira Silva^b

Karina Lopes Devito^b

Bruno Salles Sotto-Maior^b

Gustavo Davi Rabelo^c

Neuza Maria Souza Picorelli Assis^b

^aMaster's Program in Dentistry, School of Dentistry, Federal University of Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brazil.

^bDepartment of Dental Clinic, School of Dentistry, Federal University of Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brazil

^cDepartment of Clinics, School of Dentistry, Federal University of Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Brazil.

email address:

Adriana Araújo de Oliveira Paiva - drikimica@yahoo.com.br Breno

Nogueira Silva - breno.nogueira@ufff.br

Karina Lopes Devito - Karina.devio@ufff.edu.br

Bruno Salles Sotto-Maior - bruno.sotto@ufff.edu.br

Gustavo Davi Rabelo - drgustavorabelo@yahoo.com.br

Neuza Maria Souza Picorelli Assis - neuzapicorelli@yahoo.com

Corresponding author

Mrs. Neuza Maria Souza Picorelli Assis, DDS, MSc, PhD

Department of Dental Clinics of School Dentistry of Federal University of Juiz de Fora
Address: José Lourenço Kelmer Street, S/n - São Pedro, Juiz de Fora - Minas Gerais
Zip Code: 36036-900

Phone: +55 32 98421-5994

E-mail: neuzapicorelli@yahoo.com

Conflict of Interest: none

Bone volume assessment for maxillary tuberosity grafting

Abstract

Objective: The present study aims to evaluate the bone volume in the maxillary tuberosity from Cone Beam Computed Tomography (CBCT) images. **Methods:** 60 CBCT images of the maxillary tuberosity of 30 men and 30 women from both sides were included in this study. The images were evaluated with the aid of the ImageJ Software, which provided the bone volume rate (BV/TV) of each analyzed region. The data were tabulated and submitted to statistical analysis comparing the values of the BV/TV rate in relation to sex, age and sides. **Results:** There was a significant effect of age ($F = 8.06$, $p = 0.0059$) and a significant interaction between age and sex ($F = 4.15$, $p = 0.045$). There was no significant effect of laterality on the variation of the BV/TV rate ($F = 0.98$, $p = 0.325$). **Conclusion:** The amount of bone in the maxillary tuberosity represented by the BV/TV rate is directly related to sex and age. Although CBCT images when evaluated in ImageJ Software can provide a BV/TV bone volume ratio in the maxillary tuberosity, further studies should be carried out in order to describe other parameters that may directly interfere with the proportion of bone available in this region.

Keywords: bone graft, Cone Beam Computed Tomography, maxilla.

INTRODUCTION

A variety of materials can be used as bone substitutes in the reconstruction of bone defects in the oral and maxillofacial region¹, but autogenous bone graft represents the gold standard for reconstruction due to its osteoinduction, osteoconduction and osteogenic properties².

Reconstructive surgical procedures require adequate quantity and quality of bone tissue³, and it is not always possible to predict these characteristics during graft procurement¹. The amount of bone available in the donor area can play an important role in adequate planning and in obtaining good results from surgeries⁴.

The reconstruction of large bone defects requires the removal of bone grafts from the extraoral region⁵. Although intraoral donor sites provide a limited amount, they

can also be considered an alternative for a variety of reconstructive procedures for minor defects in the maxillofacial region^{1,6,7} due to the low degree of morbidity, easy access and proximity to the recipient region⁸. Intraoral bone grafts can be obtained from the mandibular symphysis^{1,2}, ramus of the mandible^{2,9} maxillary tuberosity^{2,10}, retromolar region^{11,12}, coronoid process⁸ and from the anterior region of the maxilla⁵.

The quality of autogenous bone graft varies according to the anatomical donor region due to differences in the specific three-dimensional microstructure of each donor site¹⁰. Computed microtomography (micro-CT) can be used to assess trabecular bone microarchitecture and cortical bone morphology, but this technology can not be employed in the assessment of human bone in vivo due to device size limitations¹³, narrow and high scanning field radiation dose¹⁴.

Cone-beam computed tomography (CBCT) has been widely used in dentistry. However, most studies on the use of CBCT to assess bone quantity and quality aim at pre-surgical assessment for implant placement¹³. CBCT, in conjunction with appropriate software, can be used to estimate trabecular bone microarchitecture parameters. Image pre-processing can be used to improve its effectiveness in this assessment¹⁴. Studies have shown that CBCT can be used to assess bone quality in relation to the microarchitecture of the trabecular bone of the mandible⁷, with a level of precision and reliability that approaches the micro-CT¹⁵.

The microstructural parameter that evaluates the relationship between the segmented bone surface and the total volume of the region of interest (BV/TV) provided by CBCT has a high potential in the assessment of bone quality, when compared to micro-CT¹⁶. Although some studies have been carried out for the quantitative and qualitative evaluation of intraoral donor regions in ex vivo^{1,16,17,18}, there is still no report of studies that evaluated the symphysis regions the tuberosity and retromolar in live humans by CBCT. This assessment is important for the surgeon's decision-making on whether or not to use an autologous graft, as well as for determining the best graft collection site. Thus, the present study aims to evaluate and compare, through CBCT images, the bone volume in the maxillary tuberosity region and to assess whether there is a correlation between the BV/TV variable and gender, sides and age.

MATERIAL AND METHODS

This is a retrospective, observational, cross-sectional study, in which CBCT scans belonging to the archive (database) of the Dental Radiology Clinic of the Faculty of Dentistry of the Federal University of Juiz de Fora (FO/UFJF) (Minas Gerais, Brazil).

This project is an extension of the study entitled "Assessment of bone tissue ingraft donor regions", approved by the Research Ethics Committee of the Federal University of Juiz de Fora (UFJF - CAAE:23570519.0.0000.5147 - Opinion 3,676,308).

The study in question analyzed the BV/TV ratio of the tuberosity region in 60 CBCT scans, 30 of which were male and 30 were female. A total of 120 maxillary tuberosity regions were analyzed, 30 samples from the left side and 30 from the right side of each group of individuals.

The following inclusion criteria were considered: imaging exams of individuals with a minimum age of 18 years and a maximum age of 60 years; tomographic image of satisfactory quality; Field of view of the CBCT scan that would allow the assessment of the maxillary tuberosity on both sides. The following conditions were considered as exclusion criteria: presence of an artifact that made it difficult to assess the region of interest; history of facial trauma, fractures and/or injuries to the jaws; craniofacial anomalies; absence of the maxillary second molar; impacted tooth in the study region. All images were acquired by the same tomograph (I - Cat®, Imaging Sciences International, Hatfield, Pennsylvania, USA), with the following acquisition protocol: 120kV, 8 mA, 26.9 s of time and rotation, slice thickness of 0.25 mm and a minimum FOV of 7 x 13 cm. The exams were evaluated using the i-CAT Vision® software (ImagingSciences International, Hatfield, PA, USA). The selection of all images was performed by a single calibrated examiner and these images were stored in uncompressed DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) format.

The maxillary tuberosity region was selected for analysis of available bone volume. The parameters used to delimit the tuberosity region were as follows (Figure 1A and B):

- Upper limit: floor of the maxillary sinus;
- Posterior limit: cortical of the posterior wall of the maxillary tuberosity;
- Anterior limit: tangent to the distal of the second molar;
- Lower limit: last lower cut where the tuberosity appeared;
- Lateral limit: external surface of the buccal cortex of the tuberosity;

- Medial limit: external surface of the medial cortex of the tuberosity.

For the analysis of the study regions, the ImageJ 1.46 R software (National Institutes of Health, USA) Fiji version was used.

For tomographic analysis of the region of interest, axial slices were selected respecting the established limits, and the area of interest or Region of Interest (ROI) was drawn point by point. The image was scanned in the craniocaudal direction until the entire object of interest was analyzed within the established limits.

To standardize the threshold, five random images of the maxillary tuberosity were analyzed using the ImageJ software. The Threshold of each image was recorded and then the average of the Threshold values found was calculated. The result of this average was considered the standard Threshold and applied to the study samples. The set of ROIs manually drawn by the evaluator together with the ROI's interpolated by the ImageJ software on the tuberosity constituted the three-dimensional volume that was analyzed. The BV/TV values found were tabulated and analyzed.

The BV/TV ratio of 120 maxillary tuberosity regions was analyzed by a generalized linear mixed model (GLMM) in order to assess the effect of sex, age and laterality. Each region was considered as a random variable in order to control the effect of individual characteristics. The model assumptions were tested with respect to homogeneity of variances and normality of residuals. Given the adequate fit of the data to the model, contrasts were performed with Kenward-Roger approximation and Wald F test for models mixed with small samples, considering the 5% level of significance. All analyzes were performed using the R 3.6.0 software (R Core Team, 2019), and the packages 'afex' (Singmann, 2020) and 'emmeans' (Lenth, 2020).

RESULTS

The evaluation of the variation of the BV/TV rate verified a significant effect of age ($F = 8.06$, $p = 0.0059$) and a significant interaction between age and sex ($F = 4.15$, $p = 0.045$) (Figure 2), indicating lower values of BV/TV as a function of increasing age, with this reduction being more pronounced for women than for men. There was no significant effect of laterality on the variation of the BV/TV rate ($F = 0.98$, $p = 0.325$). The mean age of women was 37.6 years and that of men was 36.4 years.

DISCUSSION

In this retrospective observational cross-sectional study, a tomographic evaluation of the maxillary tuberosity region was performed as a graft donor area. It was demonstrated in this study that CBCT images using the ImageJ Software can provide values in proportion to bone volume that can be obtained from the tuber region. The technique used in this study corroborates previous studies^{5, 8,9,11,15,16,19,20} in which design software was used to estimate the volume of bone that can be safely harvested from an intraoral graft donor region^{4,9,21} providing better planning of surgical treatment before surgery for autogenous bone graft. The quality and quantity of bone are determining factors for choosing a graft donor site²², and the amount of bone available at the donor site can play an important role in adequate planning and prediction of good results⁴. The selection of the donor site depends on the size of the bone defect to be repaired, ease of harvest, morbidity of the donor area, and the surgeon's experience and preference²³.

The main intraoral donor sites are mainly the symphysis^{1,24} and the mandible ramus²⁴. One of the advantages of graft removal from intraoral donor sites is the reduced morbidity resulting from this type of procedure²², although some studies have reported that complications may occur with this technique, the most frequent being temporary sensory changes in the anterior teeth (33.87%) followed by sensory changes in the skin and mucosa (18.57%) when the graft is removed from the symphysis. Regarding the ramus of the mandible, the most frequent complications were related to temporary sensory changes in the mucosa (8.19%) and post operative bleeding (6.55%)²⁵. Some studies that evaluated the complications that can occur after the removal of intraoral graft did not find complications associated with maxillary tuberosity¹⁴. When choosing the intraoral site for harvesting autogenous bone, the amount of bone needed for the graft and the risk of complications must be considered²¹. Over the years, the maxillary bone has been studied as a potential source of graft^{5,22}. In the anterior maxilla, the palatine process of the maxilla and anterior nasal spine were regions chosen to assess bone availability for graft⁵. In the posterior portion of the maxillary bone, the maxillary tuberosity is a highlighted region for these studies

and can be used as a donor source of particulate graft²². When compared to other intraoral donor sites, it has the advantages of being obtained through a simple procedure, with a low risk of causing complications and high success rates in reconstructions of alveolar ridge defects²⁴. Block grafts were not traditionally used because the tuberosity bone was thought to be of low quality and often obtained in small proportions²⁵. However, there are reports of maxillary tuberosity block graft removal for guided bone regeneration^{22,26} and for cleft lip and palate reconstruction²³.

Rare complications that may be associated with graft removal from the tuberosity are bucosinusal communication, bleeding and hematoma formation²⁵. In addition, when it comes to bone reconstruction for small and medium alveolar clefts, where there is a preference for the type of intramembranous bone, the maxillary tuberosity can be chosen because it has a large amount of bone with this characteristic²².

It is believed that there is an excellent correlation between the BV/TV volume fraction and bone density¹⁶. When comparing the maxillary bone density between individuals with osteoporosis and healthy individuals, it was evidenced that the bone density in individuals affected by this pathology is significantly lower than that of healthy individuals^{27,28}, compromising bone quality²⁸. In addition, osteoporosis in most cases is strongly related to female gender and age²⁷. These facts may explain the lower BV/TV values found in our studies as a result of increasing age. Another factor that should be noted is the abrupt decline in estrogen in women, which is responsible for gender differences in the pathophysiology of osteoporosis²⁷, which corroborates the lower BV/TV values more associated with females found in our study. In our studies, when assessing whether there was any effect in relation to the right and left sides for graft removal, it was observed that there is no significant difference in the BV/VT rate.

The results of this study showed that the BV/VT rate decreased with increasing age, with this reduction being more pronounced for women than for men. It has been shown in other studies that females have a significantly lower amount of bone than males and that the maxillary tuberosity cannot be an ideal source of autogenous bone graft in older patients²⁹. However, recent studies using bone block and particulate grafts from the maxillary tuberosity for guided bone regeneration²⁶

showed good bone quality in the short term of healing, allowing implant placement and in the long term satisfactory osseointegration and regeneration were observed. stable alveolar.

Thus, although our studies have shown that BV/TV decreases over the years, the quality of the bone found in the maxillary tubercle region can guarantee satisfactory results when used in procedures aimed at bone regeneration. In addition, when it comes to bone reconstruction for small and medium alveolar clefts, where there is a preference for the type of intramembranous bone, the maxillary tuberosity can be chosen because it has a large amount.

CONCLUSION

It is concluded that the amount of bone in the maxillary tuberosity represented by the BV/TV rate is directly related to sex and age. Although CBCT images when evaluated in ImageJ Software can provide a BV/TV bone volume ratio in the maxillary tuberosity, further studies should be carried out in order to describe other parameters that may directly interfere with the proportion of bone available in this region.

REFERENCES

1. MONTAZEM, A. et al. The mandibular symphysis as a donor site in maxillofacial bone grafting: A quantitative anatomy study. *J Oral Maxillofac Surg.*, V. 58, p. 1368-1371, 2000.
2. SIMION, M.; FONTANA, F. Autogenous and xenogeneic bone grafts for the bone regeneration. A literature review. *Minerva Stomatol.* n. 53, p. 191-206, 2004.
3. HOHLWEG-MAJERT, B. et al. Morphometric analysis e Cone beam computed tomography to predict bone quality and quantity. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery.* v. 39, p. 330-334, 2011.
4. YAVUZ, M. S. et al. Evaluation of volumetry and density of mandibular symphysis bone grafts by three-dimensional computed tomography. *Dental traumatology*, v. 25, p. 475-479, 2009
5. MAYORDOMO, R.B.; MARTINEZ, R.G.; ALFARO, F. H. The anterior maxilla as a

potential source of grafts: a morphometric cone beam computed tomography analysis of different anatomical areas. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* V. 45, p. 1049- 1056, 2016.

6. KHOJASTEH, A.; NAZEMANB, P.; TOLSTUNOV, L. Tuberosity-alveolar block as a donor site for localized augmentation of the maxilla: a retrospective clinical study. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* v. 54, p. 950-955. 2016

7. NACKAERTS, O. et al. Segmentation of jaw bone on cone beam TC datasets. *Clinical Implant Dentistry and related research.* V. 17, n. 6, p. 1082-1091, 2015.

8. MOHLHENRICH, S. C. et al. Three-dimensional evaluation of the different donor sites of the mandible for autologous bone grafts. *Clin. Oral Invest.*, v. 19, p. 453- 458, 2005.

9. VERDUGO, F. et al. Quantification of mandibular ramus volume as a source of bone grafting. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, v. 11, supplement 1, 2009.

10. KAMAL, M. et al. Comparison of Bone Grafts From Various Donor Sites in Human Bone Specimens. *The Journal of Craniofacial Surgery.* V.29, n.6, p. 411-424, 2016

11. ARASAWA, M.; ODA, Y.; KOBAYASHI, T.; UOSHIMA, K.; NISHIYAMA, H.; HOSHINA, H.; SAITO, C. Evaluation of bone volume changes after sinus floor augmentation with autogenous bone grafts. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2012; 41: 853–857.

12. CREMONINI, C.C.; DUMAS, M.; PANNUTI, C. LIMA, L. A.; CAVALCANTI, M. G.P. Assessment of the Availability of Bone Volume for Grafting in the Donor Retromolar Region Using Computed Tomography: A Pilot Study. *Int J Oral Maxillofac Implants*;v.25,.n. 2, p. 374–378,2010

13. HSU, J-T. et al. A comparison of Micro-CT and Dental CT in Assessing Cortical Bone Morphology and trabecular bone microarchitecture. *PloS One*, V. 9, e107545, 2014

14. HE, R-T. et al. Improving the prediction of the trabecular bone microarchitectural parameters using dental cone beam computed tomography. *BCM Medical Imaging*, V.19, N. 10, 2019..

15. VAN DESSEL, V. J. et al. Accuracy and reliability of cone beam computed tomography (CBCT) devices for structural analysis of alveolar cone beam in comparison with multislice CT and micro-CT. *Eur. J. Oral Implantol.* V. 10, n. 1, p. 95-105, 2017.

16. PARSA, A. et al. Bone quality evaluation at dental implant site using multislice CT, micro-CT, and cone beam CT. *Clin. Oral Impl. Res.*, v. 26, 2015.

17. BAYRAM, M. et al. volumetric analysis of the mandibular condyle using cone beam computed tomography. *European Journal of Radiology*, v. 81, p. 1812-1816, 2012.

18. NAITOH, M. et al. Morphometric Analysis of Mandibular Trabecular Bone Using

Cone Beam computed Tomography: An In Vitro Study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, v. 25, n. 6, p. 1093-1098, 2010.

19. SONG, Y. D. et al. Correlation Between bone quality evaluated by Cone-Beam Computerized Tomography and implant primary stability. *Int J Maxillofac Implants*, n. 24, p. 59-64, 2009

20. KIM, J. E. et al. Three dimensional evaluation of human jaw bone microarchitecture: correlation between the microarchitectural parameters of cone beam computed tomography and micro-computer tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* v.120, n. 6, p. 762-770, 2015

21. ZELTNER, M.; FLUCKIGER, L. B.; HAMMERLE, C. H. F.; HUSLER, J.; BENIC, G. I. Volumetric analysis of chin and mandibular retromolar region as donor sites for cortico-cancellous bone blocks. *Clin. Oral Impl. Res.* 00, p. 1-6, 2016

22. ZUFÍA, J.; SANS, F. A. Applications of maxillary tuberosity block autograft. *J Esthet Restor Dent*. p. 1-14, 2022

23. GUTHUA, S.; G'ANG'A, P. M.; SARNA, K.; KAMAU, M. An innovative approach in the management of alveolar clefts with bone graft harvest from maxillary tuberosity and mandibular wisdom molar odontectomy sites: A case report. *Clin Case Rep*. v. 9, p. 1-7.

24. ATAMAN-DURUEL E.T.; DURUEL, O.; NARES, S.; STANFORD, C.; TÖZÜM, T.F. Quantity and quality of intraoral autogenous block graft donor sites with cone beam computed tomography. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* v.35, n. 4, p. 782-788, 2020.

25. KHOJASTEH, A.; ESLAMINEJAD, M.B.; MORAD, G.; DASHTI, S.G.; BEHNIA, H.; STEVENS, M. Vertical Bone Augmentation With Simultaneous Implant Placement Using Particulate Mineralized Bone and Mesenchymal Stem Cells: A Preliminary Study in Rabbit. *Journal of Oral Implantology*. v.39, n. 1, p. 3-13, 2013

26. ROSA, J.C.M.; SOTTO-MAIOR, B.S.; ROSA, A.C.P.O.; PEREIRA, L.A.V.D. Clinical, Tomographic, and Histologic Evaluation of an Autogenous Bone Graft Harvested from the Maxillary Tuberosity for Guided Bone Regeneration: Case Report with a 4-Year Follow-up. *The International Journal of Periodontics e Restorative Dentistry*. v.41, n. 4, p. 183-190, 2021.

27. PIETSCHMANN, P.; RAUNER, M.; SIPOS, W.; KERSCHAN-SCHINDL, K. Osteoporosis: An Age-Related and Gender-Specific Disease – A Mini-Review. v. 55, p. 3-12, 2008

28. MERHEB, J.; TEMMERMAN, A.; COUCKE, W. M.; RASMUSSEN, L.; KÜBLER, A.; THOR, A.; QUIRYNEN, M. Relation between Spongy Bone Density in the Maxilla and Skeletal Bone Density. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. v. 16, n.6, p. 1180-1187.

29. GAPSKI, R.; SATHEESH, K.; COBB, M. C. Histomorphometric Analysis of Bone

Density in the Maxillary Tuberosity of Cadavers: A Pilot Study. *J Periodontol.* v.77, n. 6,p. 1085-1090, 2006.