

# DENSIDADE ÓSSEA PERIMPLANTAR.

Tania Rodríguez Fernández

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Gandra, maio de 2023

**Tania Rodríguez Fernández**

**Dissertação** conducente ao **Grau de Mestre em Medicina Dentária**  
**(Ciclo Integrado)**

**DENSIDADE ÓSSEA PERIMPLANTAR.**

Trabalho realizado sob a Orientação de:

**Mestre José Adriano Ferreira Gomes Da Costa.**

## DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Eu, Tania Rodriguez Fernández declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.



## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer aos meus pais pelo apoio durante estes 5 anos, tanto financeiro como moral, sem eles nada seria possível.

Gostaria de agradecer a toda minha família em geral, pelo incentivo e confiança cega.

A todos os meus colegas, em especial (Jésica Rodríguez e Mar Alvela) que tornaram tudo mais fácil e agradável.

O meu querido binómio, Jacobo Garrido, por me aturar nestes últimos dois anos.

Também gostaria de agradecer aos meus amigos por me aturarem nos meus dias bons e não tão bons, especialmente aquela pessoa que me escreveu todos os dias durante esses cinco anos, Noemí.

Ao meu orientador José Adriano Costas pela orientação neste trabalho.

Aos meus colegas de trabalho, uma grande contribuição diária de energia, ao meu chefe, por tornar possível que este sonho se tornasse realidade.

Por último e mais importante, minha querida avó, que não pôde me ver terminar este caminho, mas me verá crescer



## RESUMO

**Introdução:** A avaliação da densidade óssea é um fator crucial na colocação de implantes dentários e ósseos em Medicina Dentária. A qualidade e quantidade de osso disponível é um fator determinante no sucesso do implante a longo prazo.

**Objetivos:** Examinar a importância da avaliação da densidade óssea na colocação de implantes dentários, bem como os diferentes métodos disponíveis para efetuar essa avaliação e determinar qual é o melhor tipo de osso para a colocação de implantes.

**Materiais e métodos:** Foi efetuada uma revisão bibliográfica da documentação científica atualmente disponível, utilizando artigos com menos de 10 anos sobre o tema em questão. A base de dados PubMed foi utilizada para efetuar a revisão.

**Resultados:** A estratégia de pesquisa descrita permitiu a obtenção de 3166 artigos, 225 artigos foram excluídos por duplicação 2894 após a leitura dos títulos e resumos. 26 artigos foram selecionados e analisados neste trabalho.

**Discussão e conclusões:** O CBCT revela-se o melhor método diagnóstico, sendo utilizada para avaliar de forma objetiva a qualidade e a densidade óssea, o que permite determinar correlações com a estabilidade primária. O osso alveolar é o melhor tipo de osso para a colocação de implantes. Nesse tipo de osso, os implantes cónicos e cilíndricos não apresentaram diferenças significativas para nenhuma variável, observando-se uma diminuição significativa no ISQ após 7 dias de cicatrização ( $P = 0,0002$ ), seguida de um aumento gradual após 21 dias ( $P = 0,0010$ ) até o último acompanhamento em 90 dias ( $P = 0,0319$ ).

**Palavras-chave:** "Teeth, bone density ", "Dental implant, bone density ""Implant Stability, Bone density ""Implant Stability ""Implant Stability, bone mineralization ".



## ABSTRACT

**Introduction:** The evaluation of bone density is a crucial factor in the placement of dental and bone implants in dentistry. The quality and quantity of bone available at the implant placement site is a determining factor in the long-term success of the implant.

**Objectives:** Is to examine the importance of evaluating bone density in the placement of dental and bone implants, as well as the different methods available to carry out this evaluation, in addition to determining which is the best type of bone to perform placement of bone implants.

**Materials and methods.** The present study is carried out through a bibliographic review of the scientific documentation that is currently available, carried out with articles of less than 10 years on the subject raised. To carry out the review, the PUBMED database has been used.

**Results.** The described research strategy allowed obtaining 3166 articles, 225 articles were excluded due to duplication .2894 after reading the titles and abstracts. 26 articles were selected and analyzed in this work.

**Discussion and conclusions:** CBCT turn out to be the best diagnostic method, and it is used to objectively assess bone quality and bone density, which makes it possible to determine correlations with the primary stability of dental implants. Alveolar bone is the best type of bone for implant placement. In this type of bone, the conical and cylindrical implants did not show significant differences for any variable, observing a significant decrease in ISQ after 7 days of healing ( $P = 0.0002$ ), followed by a gradual increase after 21 days ( $P = 0.0010$ ) until the last follow-up at 90 days ( $P = 0.0319$ ).

**Keywords:** *"Teeth, bone density ", "Dental implant, bone density ""Implant Stability, Bone density ""Implant Stability ""Implant Stability, bone mineralization "*



## ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS E HIPÓTESE.....	3
2.1	OBJETIVOS .....	3
2.2	HIPÓTESE .....	3
3	MATERIAIS E MÉTODOS. ....	3
3.1	Tipo de estudo .....	3
3.2	Estratégia de pesquisa .....	3
3.3	PALAVRAS-CHAVE:.....	4
3.4	Critério de inclusão na pesquisa bibliográfica: .....	5
3.5	Critérios de exclusão na pesquisa bibliográfica: .....	5
4	RESULTADOS.....	6
4.1	Estratégias de busca: .....	6
4.2	Questão pico.....	6
4.3	Seleção de artigos.....	7
5	DISCUSSÃO.....	14
5.1	Classificação dos tipos de osso e colocação de implantes ósseos.....	14
5.2	Histopatologia da mandíbula e maxila. ....	17
5.3	Técnicas de quantificação e qualificação óssea.....	18
5.4	Estabilidade das próteses fixas em relação com a densidade óssea.....	22
6	CONCLUSÃO.....	23
7	BIBLIOGRAFÍA.....	24



## ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 1:</i> Palavras-chave utilizadas. ....	4
Tabela 2: Estratégia de busca estabelecida neste trabalho e número de resultados encontrados na base de dados pubmed .....	6
<i>Tabela 3:</i> Estratégia picos .....	6
<i>Tabela 4:</i> Dados e resultados extraídos dos estudos incluídos .....	13
Tabela 5: Classificação da densidade óssea dos maxilares.....	16
Tabela 6: Locais de medição para a densidade do osso alveolar (a (osso cortical bucal), b (osso esponjoso), c (osso cortical palatino), I (Incisivo), C(canino), P(pré-molar), M(molar),.....	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Diagrama de fluxo da pesquisa bibliográfica .....	8
Figura 2: Classificação óssea segundo Lekholm & Zarb. ....	14
Figura 3: Formação de imagem cbct .....	21



## LISTAGEM DE ABREVIATURAS

- **DMO:** *Bone mineral density*/ Densidade mineral óssea.
- **TC:** *Computed tomography*/ Tomografia computadorizada.
- **CBCT:** *Cone-Beam Computed Tomography*/Tomografia Computorizada de Feixe Cônico
- **3D:** *3 Dimensions*/ 3 Dimensões
- **DeCS:** *Descriptors in Health Sciences*/ Descritores em Ciências da Saúde.
- **NLM:** *Biblioteca Nacional de Medicina*/ National Library of Medicine.
- **MeSH:** *Medical Subject Headings*.
- **HU:** *Hounsfield units. TC density number* / Unidades Hounsfield. Número de densidade de CT.
- **ISQ:** *Implant stability values*/ Valores de estabilidade do implante.
- **INFL:** *Non-immediate functional loading*/ Carga funcional não imediata.
- **IFL:** *Immediate functional load* /Carga funcional imediata.
- **ITV:** *Value of the insertion torque* /Valor do binário de inserção
- **ITR:** *Disassembly torque value* /Valor do binário de desmontagem.
- **RFA:** *Resonance frequency analysis*/ Análise da frequência de ressonância.
- **BDE:** *Bone density test*/Exame de densidade óssea.



## 1 INTRODUÇÃO

A densidade óssea refere-se à quantidade de massa óssea encontrada em um determinado volume de osso. É expressa como uma medida da densidade mineral óssea (DMO) e é medida em gramas por centímetro quadrado. É um importante indicador da saúde óssea e é utilizado no diagnóstico de doenças ósseas como a osteoporose(1).

A densidade óssea varia dependendo da idade, sexo e genética de uma pessoa. O pico de densidade óssea é geralmente alcançado no início da idade adulta e, posteriormente, começa a diminuir gradualmente com a idade (2). A densidade óssea também pode ser influenciada por outros fatores, como nutrição, exercícios e certas doenças e medicamentos (2). Na Medicina Dentária, a avaliação da densidade óssea é importante na colocação de implantes dentários e ósseos, pois a qualidade e a quantidade de osso disponível no local de instalação do implante é fator determinante para o sucesso do implante a longo prazo. Desta forma, a densidade óssea é um fator crucial na colocação de implantes dentários, pois a qualidade e a quantidade de osso disponível no local de instalação do implante são fatores determinantes para o sucesso do implante a longo prazo (3). Assim, se a densidade óssea no local de colocação do implante for baixa, o implante pode não ser capaz de se integrar ao osso adequadamente, o que pode levar a uma maior taxa de falha do implante (4). Por outro lado, se a densidade óssea for alta, o implante pode-se integrar ao osso com mais rapidez e sucesso, o que reduz a taxa de falhas e aumenta a satisfação do paciente (5).

A avaliação óssea é uma etapa crucial no planeamento da colocação de implantes dentários e outras intervenções cirúrgicas em Medicina Dentária. Existem várias técnicas para avaliação óssea em odontologia, incluindo conforme descrito na literatura radiografia panorâmica, tomografia computadorizada (TC), radiografia apical, uso de sonda periodontal, *scanning* dentário, biópsia óssea e uso de CBCT (1,6).

CBCT significa "Cone Beam Computed Tomography" em inglês e refere-se a uma técnica de imagem em Medicina Dentária que usa radiação ionizante para produzir imagens tridimensionais de alta resolução do crânio e estruturas dentárias e maxilofaciais. A CBCT

é usada para uma ampla variedade de propósitos em Medicina Dentária, incluindo planeamento de implantes dentários, avaliação da estrutura óssea e detecção de doenças da mandíbula e maxila. A vantagem da CBCT sobre outras técnicas de imagem odontológica é que ela permite uma visão detalhada e precisa das estruturas internas do crânio e dos dentes em 3D, o que facilita um planeamento mais preciso e detalhado dos procedimentos odontológicos (1,7).

## 2 OBJETIVOS E HIPÓTESE

### 2.1 OBJETIVOS

- Determinar o impacto da densidade óssea na colocação do implante.
- Determinar qual é a melhor técnica de diagnóstico para avaliar a densidade óssea.
- Fazer recomendações na prática clínica de rotina sobre os métodos de avaliação da densidade óssea.

### 2.2 HIPÓTESE

H0 (Hipótese nula) = Não há diferença entre a densidade perimplantar pré-cirúrgica e o sucesso dos implantes nos pacientes.

H1 (Hipótese 1) = Existe diferença significativa entre os resultados pré-cirúrgicos da densidade perimplantar e o sucesso dos implantes nos pacientes.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 TIPO DE ESTUDO

Revisão sistemática integrativa.

### 3.2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

O presente estudo é realizado através de uma revisão bibliográfica da documentação científica atualmente disponível, realizada com artigos de menos de 10 anos sobre o tema escolhido. Para realizar a revisão, foi utilizada a base de dados PUBMED.

### 3.3 PALAVRAS-CHAVE

Para escolher as palavras-chave que delimitavam o tema, uma série de palavras-chave incluídas no Tesouro de Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) foi cuidadosamente escolhida. Desta forma, foram selecionadas aquelas palavras que delimitaram a busca, pois este ponto no início do estudo é de suma importância para selecionar os artigos a incluir.

O Thesaurus desenvolvido pela *National Library of Medicine* (NLM) e utilizado pela biblioteca virtual PubMed é o *Medical Subject Headings* (MeSH). As palavras-chave utilizadas foram coletadas na Tabela 1. Para completar a busca bibliográfica, AND foi utilizado como operador booleano para obter melhores resultados.

PALAVRAS CHAVE	TERMS
<i>(Teeth AND bone density)</i>	MeSH Term AND MeSH Term
<i>(Dental implant AND bone density)</i>	MeSH Term AND MeSH Term
<i>(Implant Stability AND bone density)</i>	Terms AND MeSH Term
<i>(Implant Stability)</i>	Term
<i>(Implant Stability AND bone mineralization)</i>	Terms AND MeSH Term

**TABELA 1:** Palavras-chave utilizadas.

### 3.4 CRITÉRIO DE INCLUSÃO NA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Estão definidos os seguintes critérios de inclusão:

- Critérios linguísticos: Em inglês ou espanhol e português.
- Critérios de tempo: Menos de 10 anos para obter as atualizações mais recentes.
- Artigos relacionados diretamente com o tema a tratar.
- Artigos com o texto completo.
- Ensaio clínico randomizado, estudos prospectivos.

Variáveis a extrair dos artigos:

- País, ano de coleta de dados.
- Características dos pacientes.
- Detecção ou intervenção em medicina dentária, na densidade óssea ou estabilidade da prótese fixa. Métodos de diagnóstico da densidade óssea perimplantar.

### 3.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO NA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA:

Neste trabalho, foram utilizados como critérios de exclusão:

- Artigos que não estejam em inglês, português ou espanhol.
- Artigos com mais de 10 anos.
- Artigos de revisão sistemática.
- Artigos que não cumprem os critérios.

**NOTA:** Para enriquecer a pesquisa bibliográfica, foram incluídos alguns artigos por meio de pesquisa livre que, por sua qualidade e adequação ao objetivo do trabalho, atendem aos requisitos de inclusão.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 ESTRATÉGIAS DE BUSCA

Estratégia de busca no Pubmed	Número de resultados encontrados.
<i>(Teeth [MeSH Terms]) AND (bone density [MeSH Terms])</i>	40 resultados
<i>(Dental implant [ MeSH Terms]) AND (bone density [MeSH Terms])</i>	96 resultados
<i>(Implant Stability [Terms]) AND (bone density [MeSH Terms])</i>	68 resultados
<i>(Implant Stability [Terms])</i>	2892 resultados
<i>(Implant Stability [Terms]) AND (bone mineralization [MeSH Terms])</i>	5 resultados

**TABELA 2:** Estratégia de busca estabelecida neste trabalho e número de resultados encontrados na base de dados pubmed

### 4.2 QUESTÃO PICO

Como ponto de partida desta revisão, foi formulada uma questão, segundo a estratégia **PICOS** “*Population, Intervention, Comparison, Outcomes and Study design*” (**Tabela 3**).

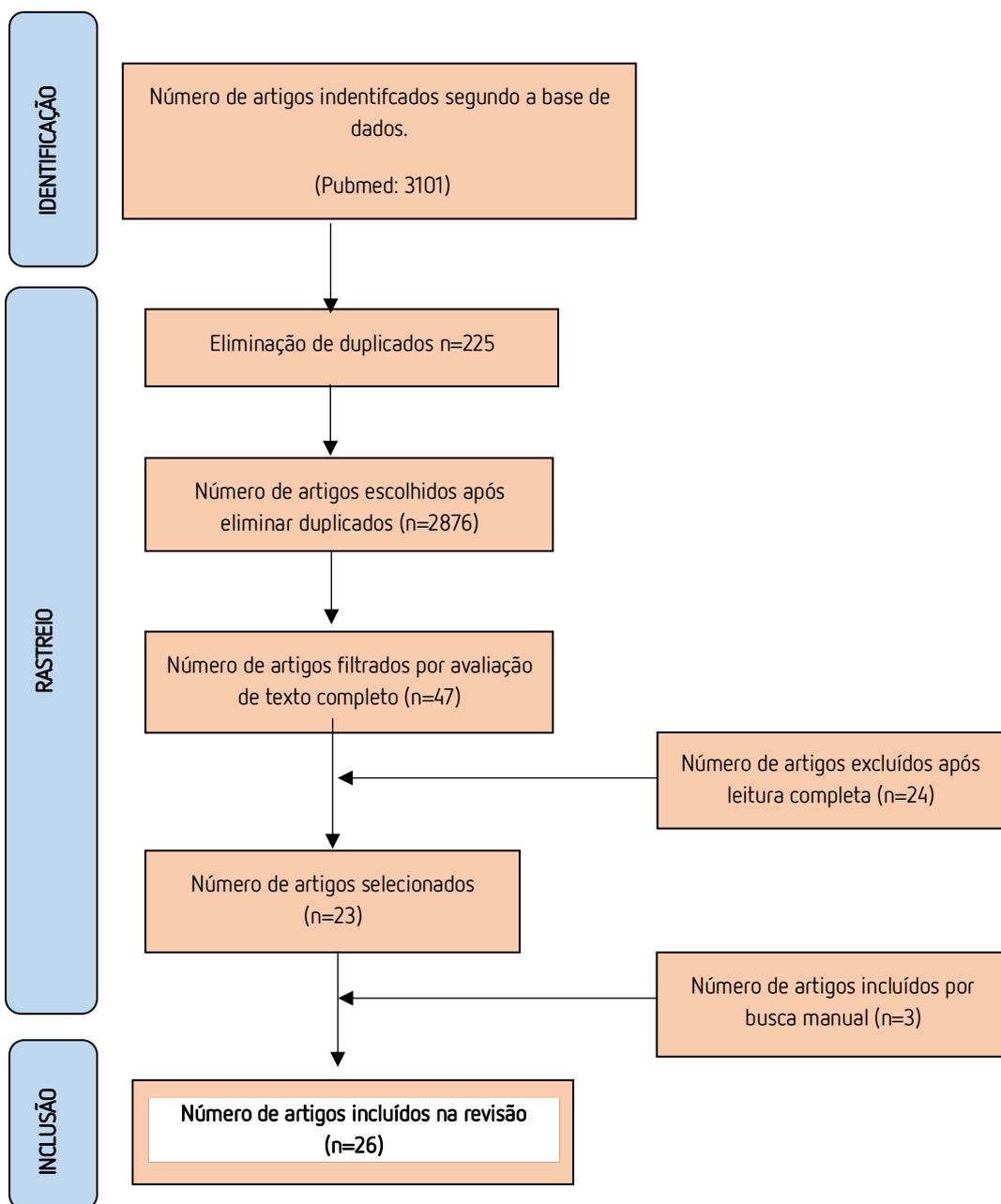
<b>População</b>	Pacientes/estudos orientados clinicamente
<b>Intervenção</b>	Densidade óssea perimplantar.
<b>Comparação</b>	Métodos diagnósticos de avaliação óssea.
<b>Resultados</b>	Taxas de sucesso; osteodensificação.
<b>Desenho do estudo</b>	Estudos prospetivos, retrospectivos.

**TABELA 3:** Estratégia picos

#### 4.3 SELEÇÃO DE ARTIGOS

A figura a seguir (figura 1) expressa o fluxograma da presente pesquisa bibliográfica realizada neste trabalho.

A estratégia de pesquisa descrita permitiu a obtenção de 3101 artigos, que passaram pelas fases de seleção descritas. Foram excluídos 225 artigos por duplicidade e 2876 após leitura dos títulos e resumos. Os restantes 47 artigos potencialmente relevantes foram então avaliados. Dessa avaliação, 24 artigos foram excluídos após sua leitura completa, por não fornecerem dados relevantes para este estudo. Três artigos encontrados em busca manual, considerados relevantes, também foram incluídos. Assim, 26 artigos foram selecionados e analisados neste trabalho.



**FIGURA 1:** Diagrama de fluxo da pesquisa bibliográfica

AUTOR E ANO	TITULO	OBJETIVO	AMOSTRA	CONCLUSÃO
Giorgio Deli <i>Et al.</i> (2014)	Longitudinal implant stability measurements based on resonance frequency analysis after placement in healed or regenerated bone	Avaliação da estabilidade dos implantes a curto e longo prazo com ou sem regeneração óssea.	216 implantes 216 pacientes.	Tanto a área como a colocação do implante influenciam a estabilidade primária e secundária, tal como a localização, o comprimento e os efeitos da qualidade do osso.
Sina Haghanifa <i>et al.</i> (2022)	Evaluation of bone density by cone-beam computed tomography and its relationship with primary stability of dental implants.	Avaliar a densidade do osso mandibular em locais óptimos para a colocação de implantes através da CBCT, bem como a correlação dos resultados obtidos através da RM durante a cirurgia.	3 pacientes. 17 Áreas.	Existe uma correlação entre o valor do voxel e a estabilidade primária do implante. A escala de cinzentos determinada pelo CBCT no local de colocação do implante proposto pode ser utilizada com segurança para avaliar a densidade óssea mesmo antes da cirurgia.
Kamleshwar Singh <i>et al.</i> (2022)	A randomized controlled trial for evaluation of bone density changes around immediate functionally and nonfunctionally loaded implants using three-dimensional cone-beam computed tomography.	Efetuar uma comparação entre as alterações da densidade óssea na periferia dos implantes dentários imediatos com e sem carga funcional.	60 indivíduos 60 implantes	O grupo de implantes imediatos sem carga funcional apresentou melhores resultados no que respeita à densidade óssea em comparação com os implantes imediatos com carga funcional.  Controlos realizados com CBCT.
Joaquín de Elío Oliveros <i>et al.</i> (2020)	Alveolar Bone Density and Width Affect Primary Implant Stability	Avaliar se a estabilidade primária do implante (PIS) estava associada às características do osso receptor medidas no pré-operatório por CBCT.	160 implantes 48 pacientes	Pode ser possível prever a estabilidade futura do implante antes da cirurgia através da CBCT. As cristas laterais largas são mais favoráveis para o PIS e não afetam significativamente o PIS rotacional.

<p>Kei Isoda <i>et al. (2012)</i></p>	<p><b>Relationship between the bone density estimated by cone-beam computed tomography and the primary stability of dental implants.</b></p>	<p>Avaliação objetiva da qualidade óssea pré-cirúrgica utilizando a CBCT como método de diagnóstico para determinar a correlação entre a densidade óssea e a estabilidade do implante primário.</p>	<p>18 implantes. 18 cabezas femorales.</p>	<p>A qualidade do osso avaliada na CBCT revela uma elevada significância na estabilidade primária dos implantes dentários, indicando a importância da CBCT para a avaliação óssea precirúrgica para prever a osteointegração primária do implante.</p>
<p>Manisha herekar <i>et al. (2014)</i></p>	<p><b>A correlation between bone (B), insertion torque (IT), and implant stability (S): BITS score.</b></p>	<p>Avaliar um índice de pontuação que correlacione os valores de densidade óssea da TC, os valores de torque máximo de inserção e a análise da frequência de ressonância em diferentes fases do tratamento com implantes.</p>	<p>60 áreas</p>	<p>Importância de ter em conta os valores de torque de inserção e a qualidade do osso circundante. Com tudo isto, podemos fazer modificações no plano de tratamento para melhorar o período de cicatrização e o desenho da prótese.</p>
<p>Young-Kyun Kim <i>et al. (2013)</i></p>	<p><b>A randomized controlled clinical trial of two types of tapered implants on immediate loading in the posterior maxilla and mandible.</b></p>	<p>Comparar os resultados clínicos e a estabilidade após carga imediata de dois tipos de implantes cónicos na maxila e mandíbula posteriores parcialmente edêntulas .</p>	<p>100 implantes. 24 pacientes.</p>	<p>O desenho da rosca do implante parece influenciar a quantidade de perda óssea marginal dos implantes dentários. Os implantes cónicos demonstram resultados clínicos ideais para carga imediata.</p>
<p>Beppu K. <i>et al. (2013)</i></p>	<p><b>Peri-implant bone density in senile osteoporosis-changes from implant placement to osseointegration.</b></p>	<p>O objetivo foi avaliar a cicatrização ao longo do tempo após a colocação do implante em modelos de controlo osteoporóticos e saudáveis.</p>	<p>6 indivíduos.</p>	<p>Os portadores desta doença (osteoporose) são mais susceptíveis de ter uma menor osteointegração do implante do que os não portadores desta doença.</p>

<p>González-García R. <i>et al.</i> (2013)</p>	<p><b>The reliability of cone-beam computed tomography to assess bone density at dental implant recipient sites: a histomorphometric analysis by micro-CT</b></p>	<p>Avaliar objetivamente a eficácia da CBCT como método de avaliação da densidade óssea pré-cirúrgica.</p>	<p>31 indivíduos. 39 biopsias. 39 implantes.</p>	<p>A densidade óssea radiográfica avaliada pela TC de feixe cônico (CBCT) apresentada tem uma correlação positiva elevada com a BV/TV avaliada por micro-CT no local receptor de implantes dentários nos ossos maxilares.</p>
<p>Sahrman P. <i>et al.</i> (2017)</p>	<p><b>Peri-implant bone density around implants of different lengths: A 3-year follow-up of a randomized clinical trial.</b></p>	<p>Testar as alterações na densidade óssea durante um período de três anos após a colocação de implantes de 6 mm e 10 mm de comprimento, utilizando radiografias obtidas durante esse período.</p>	<p>Implantes 6mm. Implantes 10mm.</p>	<p>Foi registado um maior grau de mineralização óssea nos implantes curtos de 6 mm do que nos implantes de 10 mm.</p>
<p>Howashi M. <i>et al.</i> (2016)</p>	<p><b>Relationship between the CT Value and Cortical Bone Thickness at Implant Recipient Sites and Primary Implant Stability with Comparison of Different Implant Types</b></p>	<p>Estimativa quantitativa da estabilidade primária pré-operatória de implantes utilizando de TC e examinar o efeito de diferentes desenhos de implantes com a preparação recomendada do alvéolo na estabilidade primária.</p>	<p>44 implantes 22 retos 22cônicos</p>	<p>O valor de TC pré-operatório indica que o valor de TC do osso que rodeia um implante pode contribuir consideravelmente para o planeamento do implante e para a escolha do desenho mais adequado em cada situação clínica, sendo que os implantes cónicos apresentam o valor de torque de inserção (ITV) mais elevado.</p>
<p>Metin Şençimen E. <i>Et al.</i> (2011)</p>	<p><b>Early Detection of Alterations in the Resonance Frequency Assessment of Oral Implant Stability on Various Bone Types: A Clinical Study</b></p>	<p>Avaliar a relação entre a qualidade óssea e as alterações nos valores do quociente de estabilidade do implante durante as fases iniciais da cicatrização.</p>	<p>19 pacientes 106 implantes</p>	<p>A única variável significativa observada que afeta a medição da estabilidade do implante parece ser o tipo de osso no local receptor. Uma vez que, em pacientes com osso denso, não é necessário um período de cicatrização.</p>

<p>Lars Sennerby <i>et al.</i> (2015)</p>	<p><b>Evaluation of a Novel Cone Beam Computed Tomography Scanner for Bone Density Examinations in Preoperative 3D Reconstructions and Correlation with Primary Implant Stability.</b></p>	<p>Normalizar um novo scanner de CBCT in vitro no que diz respeito ao BDE em exames pré-cirúrgicos e analisar a correlação in vivo dos resultados do exame de CBCT com as medições primárias da estabilidade dos implantes dentários.</p>	<p>49 indivíduos 155 implantes</p>	<p>Os resultados indicam que a BDE pode ser utilizada como uma funcionalidade adicional no software de planeamento do tratamento para estimar a estabilidade primária em locais de implantes pré-determinados.</p>
<p>Mucahide Akoglan <i>et al.</i> (2017)</p>	<p><b>Effects of different loading protocols on the secondary stability and peri-implant bone density of the single implants in the posterior maxilla.</b></p>	<p>Avaliar os efeitos de diferentes protocolos de carga (imediate, precoce e retardada) na estabilidade secundária e na densidade óssea perimplantar de implantes unitários na maxila posterior.</p>	<p>39 implantes 39 indivíduos</p>	<p>Nos implantes com carga imediata e tardia, são observadas diferenças na densidade óssea. A densidade óssea dos implantes com carga precoce é a mais elevada nos implantes com carga imediata e tardia.</p>
<p>Wiebe Derksen <i>et al.</i> (2019)</p>	<p><b>The accuracy of computer-guided implant surgery with tooth-supported, digitally designed drill guides based on CBCT and intraoral scanning. A prospective cohort study.</b></p>	<p>Avaliação da cirurgia de implantes guiada por computador com guias de broca em dentes com base em exames de CBCT e exames intra-orais.</p>	<p>66 pacientes. 141 implantes.</p>	<p>A cirurgia guiada com guias de broca suportadas por dentes, realizada num fluxo de trabalho digital, é uma opção de tratamento viável. Ocorrem desvios nestas guias e o comprimento do implante, a localização, a interferência da cortical e o número de dentes não tratados têm uma influência significativa na precisão.</p>
<p>Janine Waechter <i>et al.</i> (2017)</p>	<p><b>Comparison between tapered and cylindrical implants in the posterior regions of the mandible: A prospective, randomized, split-mouth clinical trial focusing on implant stability changes during early healing.</b></p>	<p>Comparar os resultados clínicos dos implantes cónicos e cilíndricos. Estudar o seu efeito nas características do sítio ósseo e na saúde perimplantar durante a cicatrização.</p>	<p>20 implantes. 40 pacientes.</p>	<p>Os implantes cónicos e cilíndricos não apresentaram diferenças significativas. Foi avaliada uma diminuição significativa do ISQ após 7 dias de cicatrização, seguida de um aumento gradual a partir dos 21 dias até ao último acompanhamento aos 90 dias.</p>

<p>Kanthanat Chatvaratthana. <i>et al.</i> (2017)</p>	<p><b>Correlation between the thickness of the crestal and buccolingual cortical bone at varying depths and implant stability quotients.</b></p>	<p>Investigar e comparar os valores do quociente de estabilidade do implante (ISQ) obtidos através da RFA com os parâmetros obtidos através da tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) da mesma região.</p>	<p>19 implantes maxilares.  19 implantes mandibulares.</p>	<p>Os valores de RFA obtidos estavam altamente correlacionados com a quantidade e a qualidade do osso 3 mm abaixo do nível da crista óssea.</p>
<p>Sladina A. <i>et al.</i> (2023)</p>	<p><b>The Effect of General Bone Mineral Density on the Quantity and Quality of the Edentulous Mandible: Cross-sectional Clinical Study.</b></p>	<p>Determinar o impacto da densidade mineral óssea (DMO) geral na quantidade e qualidade da mandíbula edêntula em mulheres.</p>	<p>127 Mulheres</p>	<p>A osteoporose afeta a quantidade e qualidade do osso na parte basal da mandíbula edêntula. Estas doentes foram submetidas a uma investigação CBCT para planejar o seu tratamento.</p>
<p>Shemtov-Yona K. <i>et al.</i> (2021)</p>	<p><b>Quantitative assessment of the jawbone quality classification: A meta-analysis study</b></p>	<p>Realizar uma meta-análise usando modelos de efeito aleatório para relatar uma média combinada para o rebordo alveolar e os seus parâmetros</p>	<p>27 estudos.</p>	<p>Um aumento contínuo em RW, BW e PW/LW foi observado de áreas anteriores para posteriores tanto da maxila dentada quanto da mandíbula, o que claramente delinea e apoia a importância de definir diferentes áreas dos maxilares.</p>
<p>Park H. <i>et al.</i> (2018)</p>	<p><b>Density of the alveolar and basal bones of the maxilla and the mandible.</b></p>	<p>Avaliar quantitativamente a densidade dos ossos alveolares e basais da maxila e mandíbula.</p>	<p>63 Imagens TC  23 Homens.  40 Mulheres.</p>	<p>Densidades ósseas da maxila e mandíbula ilustradas. Dados que nos fornecem informações valiosas para a seleção do local a escolher os métodos de colocação dos implantes.</p>
<p>Moya M. <i>et al.</i> (2017)</p>	<p><b>Valor pronóstico de la densidad ósea y de la movilidad en el éxito implantológico .</b></p>	<p>Avaliar o melhor prognóstico da mobilidade primária (no momento da inserção do implante) e secundária (fase protética), bem como a densidade óssea.</p>	<p>71 pacientes.  151 implantes.</p>	<p>A densidade óssea inicial tem uma influência significativa no sucesso do implante, sendo o osso de alta densidade mais susceptível de falhar.</p>

**TABELA 4:** Dados e resultados extraídos dos estudos incluídos

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE OSSO E COLOCAÇÃO DE IMPLANTES ÓSSEOS.

A densidade óssea é um termo que se refere às propriedades mecânicas, arquitetura, grau de mineralização da matriz óssea, a composição química e o grau de mineralização do osso, assim como as propriedades de remineralização deste. A importância de uma boa qualidade do osso afeta diretamente a osteointegração e o sucesso implantológico (8).

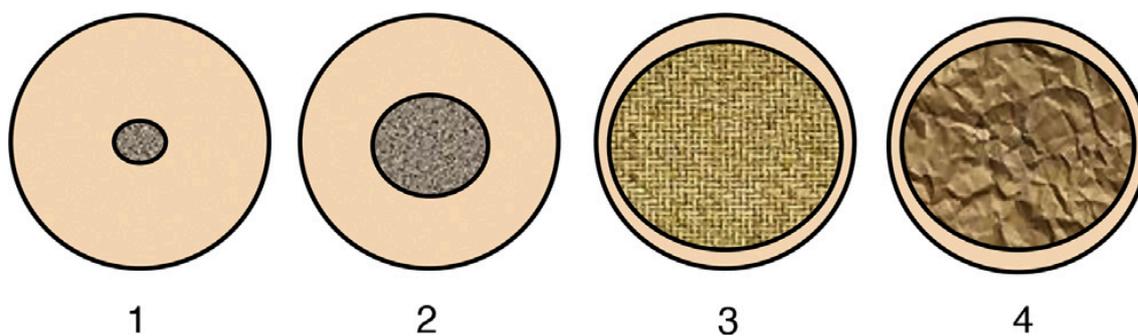
Encontramos diversas classificações sobre a densidade óssea, como a classificação de Lekholm & Zarb, sendo que:

Classe I refere-se a osso composto quase exclusivamente de osso compacto homogêneo;

Classe II a osso compacto espesso que rodeia o osso esponjoso denso;

Classe III: A cortical fina que rodeia o osso esponjoso denso;

Classe IV: A cortical fina rodeia o osso esponjoso pouco denso (8,9).



**Figura 2:** Classificação óssea segundo Lekholm & Zarb.

//(Moya-Villaescusa MJ, Sánchez-Pérez AJ. Valor prognóstico da densidade e mobilidade óssea no sucesso implantológico. Revista Espanhola de Cirurgia Oral e Maxilofacial. 2017).

Norton & Gamble concluíram que era necessária uma classificação quantitativa da qualidade óssea e que esta classificação deveria ser efetuada no pré-operatório e não ser dependente do operador. Assim, desenvolveram uma classificação baseada na análise óssea por Tomografia Computorizada (TC) e unidades Hounsfield (HU). Desta forma, complementaram a classificação de Lekholm e Zarb com uma escala objetiva de medição da densidade:

Tipo I: > 850 HU.2;

Tipo II: 500-850 HU.3;

Tipo III: 500-850 HU.4;

Tipo IV: 0-500 HU. (9)

Outra classificação muito importante é a de Misch, que diferencia distintos tipos de osso macroscopicamente na maxila e mandíbula. Descrevendo as seguintes categorias ósseas :

D1- Cortical densa;

D2- Cortical porosa e trabéculas finas;

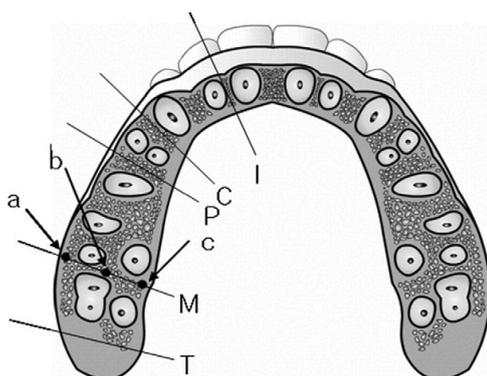
D3- Cortical porosa (fina) e trabéculas finas;

D4- Trabéculas finas. (8)

Lekholm/Zarb		Norton/Gamble	Misch
Osso Tipo I		>850 HU Mandíbula anterior.	>1250 HU
Osso Tipo II		500-850 HU Mandíbula posterior /maxila anterior.	850-1250 HU
Osso Tipo III		500-850HU mandíbula posterior /maxila anterior	350-850 HU
Osso Tipo IV		0-500 HU maxila posterior	150-300 HU
Osso Tipo V	-----	<0 HU tuberosidade.	<150 HU

**TABELA 5:** Classificação da densidade óssea dos maxilares. (8,9)

A quantidade e densidade dos ossos alveolares e basais da maxila e mandíbula fornecem diretrizes para a seleção do local e método de eleição dos implantes a colocar. A densidade cortical do osso alveolar maxilar fica entre 810 UH e 940 UH, exceto para a tuberosidade. No cortical vestibular 442 UH. No osso alveolar 615 UH. A densidade cortical da mandíbula está entre os 810 e 1580 UH no osso alveolar entre 1320 e 1560 UH no osso basal. O osso cortical é mais denso na mandíbula que na maxila, enquanto o osso esponjoso tem densidades semelhantes entre a mandíbula e a maxila, com algumas exceções. O osso basal apresenta maior densidade que o osso alveolar (10).



**Tabela 6:** Locais de medição para a densidade do osso alveolar (a (osso cortical bucal), b (osso esponjoso), c (osso cortical palatino), I (Incisivo), C (canino), P (pré-molar), M (molar), T (tuberosidade)).

// (Park HS, Lee YJ, Jeong SH, Kwon TG. Density of the alveolar and basal bones of the maxilla and the mandible. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2018)

## 5.2 HISTOPATOLOGIA DA MANDÍBULA E MAXILA

Histopatologicamente na maxila e mandíbula, existem diferentes tipos de densidade óssea que são importantes para a saúde e anatomia oral de acordo com Derksen W. *et al.* O osso cortical é um osso compacto e duro encontrado na superfície externa da maxila e mandíbula. Este tipo de osso é mais denso e mais forte que o osso esponjoso. O osso esponjoso, também conhecido como osso trabecular, é um osso mais macio e poroso encontrado dentro da maxila e da mandíbula. Este tipo de osso contém uma rede de pequenos espaços e canais que são preenchidos com medula óssea. O osso alveolar denso que envolve e suporta os dentes na maxila e na mandíbula é mais denso que o osso esponjoso e adapta-se à forma e posição de cada dente (11).

Por outro lado, como refere Herekar *et al.* existem três tipos de osso alveolar, sendo o osso cortical aquele que fornece uma base sólida e estável para as próteses dentárias. O osso esponjoso pode ser menos estável e forte que o osso cortical e pode levar mais tempo para cicatrizar após a cirurgia. O osso alveolar denso é mais denso que o osso esponjoso e pode fornecer uma base estável para próteses dentárias (12).

Estudos como o de Oliveros *et al.* foram usados para demonstrar como a estabilidade primária do implante (PIS) estava associada às características do osso recetor medidas no pré-operatório por CBCT, sendo o preditor mais significativo de PIS lateral e rotacional em pacientes um valor HU de 0,5 mm fora da área de colocação do implante. No seu trabalho usaram o osso alveolar como o melhor tipo de osso para a colocação de implantes. Esses dados também são corroborados por outros autores como Singh *et al.* (3,13).

Nesse tipo de osso, segundo Waechter *et al.* os implantes cónicos e cilíndricos não apresentaram diferenças significativas para nenhuma variável, observando-se uma diminuição significativa no ISQ após 7 dias de cicatrização ( $P = 0,0002$ ), seguida de um aumento gradual a partir de 21 dias ( $P = 0,0010$ ) até o último acompanhamento aos 90 dias ( $P = 0,0319$ ) (14).

Resultados semelhantes são fornecidos por Young-Kyun Kim *et al.* onde todos os implantes cónicos mostraram resultados clínicos bem-sucedidos e estabilidade de carga imediata no osso alveolar (15).

Por outro lado, ao avaliar a relação entre a qualidade óssea e as alterações nos valores do quociente de estabilidade do implante, medidos durante a fase inicial de cicatrização em comparação com o tempo de inserção, os valores médios de estabilidade do implante, de acordo com alguns estudos, como os de Metin Şençimen *et al.* mostram como o osso diminui durante os primeiros 21 dias. Porém, nos dias seguintes, os valores de estabilidade do implante de todos os tipos de osso alveolar aumentam e no dia 60 atingem os valores registrados no momento da inserção. A análise da relação entre as alterações na estabilidade e o tipo de osso não revela significância estatística (16).

### 5.3 TÉCNICAS DE QUANTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO ÓSSEA

Segundo Isoda K *et al.* é importante realizar uma avaliação cuidadosa da densidade óssea antes da colocação de implantes dentários para garantir uma alta taxa de sucesso e uma ótima qualidade de vida para o paciente (5).

Também, Keren S *et al.* sublinha a importância de que uma má qualidade e quantidade óssea são considerados fatores de grande risco para futuras complicações biológicas do implante dentário, que pode levar a perda precoce deste (17).

No entanto, outras variáveis influenciam na viabilidade do implante. Alguns autores, como Giorgio Deli *et al.* consideram que certas variáveis, como o comprimento do implante, o diâmetro e a qualidade do osso, também afetam a estabilidade de maneira diferente ao longo do tempo, portanto, as técnicas de quantificação e qualificação do osso têm grande importância (18).

A radiografia panorâmica fornece uma visão 2D geral da mandíbula e maxila que segundo Sharman *et al.* estudaram como a radiografia pode ajudar a identificar a quantidade de osso disponível para a colocação de implantes dentários. Já Howasshi *et al.* demonstraram a presença de infecções, quistos, tumores ou outras anormalidades ósseas (19,20).

Segundo Chatvaratthana K. *et al.* a análise de frequência de ressonância (RFA) é utilizada clinicamente em medicina dentária para avaliar a resistência dos implantes dentários no

osso circundante. No entanto, as vantagens e desvantagens claras deste método ainda não são conclusivas como referência(21)

Outros autores, como Lars Sennerby *et al.* tenham trabalhado com a tomografia computadorizada (TC) como método de avaliação da densidade óssea. A TC é uma técnica de imagem tridimensional que fornece uma imagem detalhada do osso e dos tecidos circundantes. Neste trabalho, os autores mostraram como existem correlações significativas entre a densidade óssea vista na TC e a estabilidade da peça óssea dentária. A TC pode ser útil para o planeamento de implantes dentários, pois pode mostrar a densidade e a qualidade óssea em 3D (6).

Manisha *et al.* conduziram estudos com TC usando-a para planejar a colocação de implantes dentários e outras intervenções cirúrgicas. A tomografia computadorizada fornece informações sobre densidade óssea, espessura óssea e qualidade óssea na área onde o implante será colocado. Neste trabalho, é revelado como a diferença nos valores médios entre todos os tipos de ossos foi estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ), no entanto numa comparação dos valores do quociente de estabilidade do implante primário e secundário, em todos os tipos de osso não se encontrou significância estatística ( $p = 0,780$ )(12).

Além disso, a TC também pode mostrar a localização de estruturas anatómicas importantes, como nervos e seios maxilares, o que é essencial para evitar complicações durante a cirurgia (12). Beppu *et al.* estudaram a utilidade da TC para avaliar a anatomia de pacientes e o seu grau de densidade mineral óssea (DMO) perimplantar e como ela varia dependendo do paciente portador de osteoporose. Neste trabalho, foi demonstrado como a osteoporose pode ser considerada um fator de risco na terapia de implantes com CT (22).

Howashi M. *et al.* e Sahrman *et al.* usaram a radiografia apical para examinar a estrutura óssea ao redor de um dente em particular. Este último demonstrou que há um maior grau de mineralização ao redor dos implantes curtos, o que pode ser uma técnica útil para avaliar a densidade óssea. Além disso, a radiografia apical pode ser útil para identificar problemas dentários, como cárie ou doenças periodontais, e como técnica de diagnóstico de alterações dentárias, como perda de mineralização (19,20).

Por sua vez, CBCT, que significa "Cone Beam Computed Tomography", é outra poderosa ferramenta de diagnóstico no campo da Medicina Dentária e refere-se a uma técnica de imagem que usa radiação ionizante para produzir imagens tridimensionais de alta resolução do crânio, estruturas dentárias e maxilofaciais (7).

O CBCT usa um feixe em forma de cone e um detector de painel plano de estado sólido recíproco, que gira uma vez ao redor do paciente, 180 -360 graus, cobrindo o volume anatómico definido (volume dental /maxilofacial completo ou área de interesse regional limitada) em vez de imagem fatia como é encontrada no TC convencional (7,23).

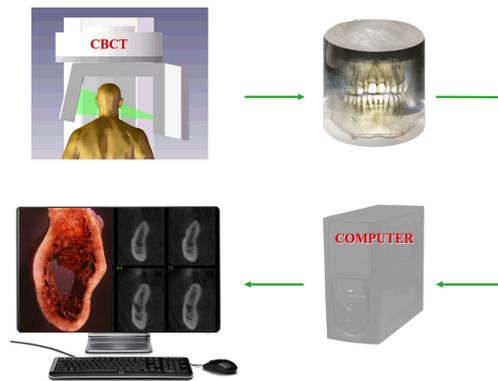
O maior benefício prático do CBCT é a facilidade de interagir com os dados e criar imagens que imitam aquelas geralmente empregadas em ambientes clínicos. (projeções panorâmicas, cefalométricas ou multiplinares bilaterais da articulação temporomandibular) (7,11).

O CBCT exhibe distintos modos de visualizações:

Corte oblíquo (corte não ortogonal). Corte curvo (exibe visualizações de traçado). Visão transversal (imagens transversais sucessivas). Soma de raios (exibe fatias MPR espessadas adicionando voxels adjacentes, denota o volume exato do paciente. Renderização (Exibe voxels dentro de um conjunto de dados para visualizar o volume) (7,11) .

O CBCT tem múltiplas vantagens, a capacidade de colimar (selecionar o campo de visão) o feixe de raios-x para a área de interesse, reduzindo o tamanho da radiação. Também reduz a exposição do paciente. Fornece voxels isotrópicos, ou seja, iguais em comparação com os voxels anisotrópicos encontrados na TC convencional. Apresenta uma única rotação (tempo de varredura rápido) de 3 a 40 segundos. Isto também faz que tenhamos menos presença de artefatos na imagem final. O CBCT apresenta uma baixa dose de radiação equivalente a radiação de uma ortopantomografia (7).

Por outro lado, também apresenta limitações, a clareza das imagens do CBCT é afetada por artefatos, ruído e baixo contraste dos tecidos moles. Três fatores delimitam a resolução de contraste do CBCT, que contribuem o aumento do ruído da imagem, a divergência do feixe de raios-x e artefatos (7).



**FIGURA 3:** Formação de imagem cbct .

//(Nasseh i, al-rawi w. cone beam computed tomography. vol. 62, dental clinics of north america. w.b. saunders; 2018.)

Muitos autores, como Raúl García González et al. Arisan V. *et al.* e Wiebe Derksen *et al.* avaliaram objetivamente a fiabilidade da tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) como uma ferramenta para determinar a densidade óssea radiográfica (RBD) no pré-operatório por meio de valores de densidade óssea (11,23,24).

Assim, a CBCT é usada para uma ampla variedade de propósitos na Medicina Dentária, incluindo planeamento de implantes dentários, avaliação da estrutura óssea e deteção de doenças da mandíbula e maxila (23).

Kei Isoda *et al.* usaram a CBCT para avaliar objetivamente a qualidade óssea com valores de densidade obtidos por tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) e para determinar as correlações entre densidade óssea e estabilidade primária de implantes dentários(5). De outra forma, outros autores, como Haghanifar *et al.* usaram a escala de cinza determinada pelas técnicas de imagem CBCT no local do implante, proposto para avaliar a densidade óssea antes da cirurgia. Da mesma forma, Derksen *et al.* avaliaram a utilidade da CBCT em cirurgia de implante guiada por computador com guias de broca suportadas por dente, demonstrando sua utilidade na prática clínica de rotina como ferramenta diagnóstica (1,11).

Assim, a vantagem da CBCT, sobre outras técnicas de imagem na Medicina Dentária, é que permite uma visão detalhada e precisa das estruturas internas do crânio e dos dentes em 3D, o que facilita um planeamento mais preciso e detalhado dos procedimentos (1,5,11).

#### 5.4 ESTABILIDADE DAS PRÓTESES FIXAS EM RELAÇÃO COM A DENSIDADE ÓSSEA

A estabilidade das próteses fixas dentárias também é um ponto importante que, segundo González García R. *et al.* depende de vários fatores, entre eles, a qualidade e a quantidade de osso disponível no local de colocação da prótese. Este indica a importância de um bom estudo prévio a escolha do local da colocação dos implantes (23).

Também outros autores concordam que o tipo de osso é um fator importante que afeta a estabilidade da prótese fixa como indicam Sladina A. *et al.* e Deli G. *et al.* (18,25). Segundo Waechter J. *et al.* a escolha do tipo de implante, e o material utilizado neste, também pode afetar a sua estabilidade no osso(14,18).

Waechter J. *et al.* e Aklogan *et al.* enfatizam a importância do médico dentista em realizar uma avaliação completa do local de colocação da prótese fixa e da qualidade e tipo de osso, antes de realizar qualquer procedimento de colocação de prótese dentária para garantir a colocação segura e eficaz (14,26).

## 6 CONCLUSÃO

A avaliação da densidade óssea é essencial antes da colocação do implante dentário para garantir uma alta taxa de sucesso e ótima qualidade de vida para o paciente. Além da densidade óssea, outras variáveis, como comprimento, diâmetro e qualidade óssea do implante, também influenciam a viabilidade do implante.

A radiografia panorâmica e a radiografia apical são métodos de diagnóstico úteis para avaliar a quantidade de osso disponível e a estrutura óssea ao redor do implante, bem como para identificar problemas dentários e anomalias ósseas. A radiografia apical é a que nos oferece o melhor detalhe do osso e da periferia. Tendo em conta que estes métodos de diagnóstico nos oferecem imagens 2D.

A tomografia computadorizada (TC) e a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) fornecem imagens detalhadas do osso e do tecido circundante, o que é útil para planejar implantes dentários e detectar doenças da mandíbula e maxila. Esses métodos de diagnóstico são mais precisos, pois oferecem-nos imagens em 3D.

O CBCT revela-se o melhor método de diagnóstico, sendo utilizada para avaliar objetivamente a qualidade e a densidade óssea, o que permite determinar correlações com a estabilidade primária dos implantes dentários.

O osso alveolar é o melhor tipo de osso para a colocação de implantes. Neste tipo de osso, os implantes cónicos e cilíndricos não apresentaram diferenças significativas para nenhuma variável, observando-se uma diminuição significativa no ISQ após 7 dias de cicatrização ( $P = 0,0002$ ), seguida de um aumento gradual após 21 dias ( $P = 0,0010$ ) até o último acompanhamento aos 90 dias ( $P = 0,0319$ ). No osso alveolar, todos os implantes cónicos mostraram resultados clínicos bem sucedidos e estabilidade de carga imediata.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

1. Haghanifar S, Shafaroudi AM, Nasiri P, Amin MM, Sabet JM. Evaluation of bone density by cone-beam computed tomography and its relationship with primary stability of dental implants.
2. Voss PJ, Poxleitner P, Schmelzeisen R, Stricker A, Semper-Hogg W. Update MRONJ and perspectives of its treatment. Vol. 118, *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*. Elsevier Masson SAS; 2017. p. 232–5.
3. de Elío Oliveros J, del Canto Díaz A, del Canto Díaz M, Orea CJ, del Canto Pingarrón M, Calvo JS. Alveolar bone density and width affect primary implant stability. *Journal of Oral Implantology*. 2020 Mar 12;46(4):389–95.
4. Chrcanovic B, Albrektsson T, Wennerberg A. Bone Quality and Quantity and Dental Implant Failure: A Systematic Review and Meta-analysis. *Int J Prosthodont*. 2017 May;30(3):219–37.
5. Isoda K, Ayukawa Y, Tsukiyama Y, Sogo M, Matsushita Y, Koyano K. Relationship between the bone density estimated by cone-beam computed tomography and the primary stability of dental implants. *Clin Oral Implants Res*. 2012 Jul;23(7):832–6.
6. Sennerby L, Andersson P, Pagliani L, Giani C, Moretti G, Molinari M, et al. Evaluation of a Novel Cone Beam Computed Tomography Scanner for Bone Density Examinations in Preoperative 3D Reconstructions and Correlation with Primary Implant Stability. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015 Oct 1;17(5):844–53.
7. Nasseh I, Al-Rawi W. Cone Beam Computed Tomography. Vol. 62, *Dental Clinics of North America*. W.B. Saunders; 2018. p. 361–91.
8. Norton MR, Gamble C. Bone classification: an objective scale of bone density using the computerized tomography scan. *Clin Oral Impl Res*. 2001;12:79–84.
9. Moya-Villaescusa MJ, Sánchez-Pérez AJ. Valor pronóstico de la densidad ósea y de la movilidad en el éxito implantológico. *Revista Espanola de Cirugia Oral y Maxilofacial*. 2017 Jul 1;39(3):125–31.
10. Park HS, Lee YJ, Jeong SH, Kwon TG. Density of the alveolar and basal bones of the maxilla and the mandible. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008 Jan;133(1):30–7.
11. Derksen W, Wismeijer D, Flügge T, Hassan B, Tahmaseb A. The accuracy of computer-guided implant surgery with tooth-supported, digitally designed drill guides based on CBCT and intraoral scanning. A prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res*. 2019 Oct 1;30(10):1005–15.
12. Herekar M, Sethi M, Ahmad T, Fernandes AS, Patil V, Kulkarni H. A correlation between bone (B), insertion torque (IT), and implant stability (S): BITS score. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2014 Oct 1;112(4):805–10.
13. Singh K, Chand P, Chaurasia A, Solanki N, Pathak A. A randomized controlled trial for evaluation of bone density changes around immediate functionally and nonfunctionally loaded implants using three-dimensional cone-beam computed tomography. *J Indian Prosthodont Soc*. 2022 Jan 1;22(1):74–81.

14. Waechter J, Madruga M de M, Carmo Filho LC do, Leite FRM, Schinestsck AR, Faot F. Comparison between tapered and cylindrical implants in the posterior regions of the mandible: A prospective, randomized, split-mouth clinical trial focusing on implant stability changes during early healing. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2017 Aug 1;19(4):733–41.
15. Kim YK, Lee JH, Lee JY, Yi YJ. A Randomized Controlled Clinical Trial of Two Types of Tapered Implants on Immediate Loading in the Posterior Maxilla and Mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2013;28(6):1602–11.
16. Şençimen M, Gülses A, Özen J, Dergin C, Okçu KM, Ayyildiz S, et al. Early detection of alterations in the resonance frequency assessment of oral implant stability on various bone types: A clinical study. *Journal of Oral Implantology.* 2011 Aug;37(4):411–9.
17. Shemtov-Yona K. Quantitative assessment of the jawbone quality classification: A meta-analysis study. *PLoS One.* 2021 Jun 1;16(6 June 2021).
18. Deli G, Petrone V, De Risi V, Tadic D, Zafiroopoulos GG. Longitudinal implant stability measurements based on resonance frequency analysis after placement in healed or regenerated bone. *Journal of Oral Implantology.* 2014;40(4):438–47.
19. Howashi M, Tsukiyama Y, Ayukawa Y, Isoda-Akizuki K, Kihara M, Imai Y, et al. Relationship between the CT Value and Cortical Bone Thickness at Implant Recipient Sites and Primary Implant Stability with Comparison of Different Implant Types. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2016 Feb 1;18(1):107–16.
20. Sahrman P, Schoen P, Naenni N, Jung R, Attin T, Schmidlin PR. Peri-implant bone density around implants of different lengths: A 3-year follow-up of a randomized clinical trial. *J Clin Periodontol.* 2017 Jul 1;44(7):762–8.
21. Chatvaratthana K, Thaworanunta S, Seriwatanachai D, Wongsirichat N. Correlation between the thickness of the crestal and buccolingual cortical bone at varying depths and implant stability quotients. *PLoS One.* 2017 Dec 1;12(12).
22. Beppu K, Kido H, Watazu A, Teraoka K, Matsuura M. Peri-implant bone density in senile osteoporosis-changes from implant placement to osseointegration. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2013 Apr;15(2):217–26.
23. González-García R, Monje F. The reliability of cone-beam computed tomography to assess bone density at dental implant recipient sites: A histomorphometric analysis by micro-CT. *Clin Oral Implants Res.* 2013 Aug;24(8):871–9.
24. Arisan V, Karabuda ZC, Avsever H, Özdemir T. Conventional Multi-Slice Computed Tomography (CT) and Cone-Beam CT (CBCT) for Computer-Assisted Implant Placement. Part I: Relationship of Radiographic Gray Density and Implant Stability. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2013;15(6):893–906.
25. Slaidina A, Springe B, Abeltins A, Uribe SE, Lejnicks A. The Effect of General Bone Mineral Density on the Quantity and Quality of the Edentulous Mandible: A Cross-Sectional Clinical Study. *Dent J (Basel).* 2023 Jan 1;11(1).
26. Akoğlan M, Tatli U, Kurtoğlu C, Salimov F, Kürkcü M. Effects of different loading protocols on the secondary stability and peri-implant bone density of the single implants in the posterior maxilla. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2017 Aug 1;19(4):624–31.

