



**CESPU**  
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

# Osteodensificação: Evolução dos protocolos cirúrgicos e novas perspetivas

Tania Sciagura

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

---

Gandra, maio de 2023

**Tania Sciagura**

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

**Osteodensificação: Evolução dos protocolos cirúrgicos e novas  
perspetivas**

Trabalho realizado sob a Orientação de  
**Prof. Doutor Carlos Aroso**

## DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Eu, acima identificado, 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

Gostaria de agradecer ao CESPU e ao povo português por terem uma visão tão aberta do mundo, dando a um estudante trabalhador a oportunidade de realizar este sonho.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Carlos Manuel Aroso Ribeiro, pela grande ajuda e profissionalismo que me foi demonstrado durante estes meses de trabalho: as suas sugestões foram inestimáveis.



## RESUMO

**Introdução:** A dimensão tridimensional reduzida do rebordo alveolar edéntulo e uma densidade óssea insatisfatória tem sido sempre um dos maiores desafios da prótese suportada por implantes.

A estabilidade primária dos implantes dentários é um fator essencial para se conseguir uma osteointegração bem-sucedida.

**Objetivos:** Os objetivos desta revisão sistemática integrativa serão a apresentação e a avaliação dos protocolos cirúrgicos de osteodensificação, técnicas cirúrgicas para evitar ou reduzir a perda óssea durante a fresagem do leito implantar e, pelo contrário, tentar aumentar a osteodensidade.

**Materiais e métodos:** Foi realizada uma pesquisa na base de dados PubMed procurando artigos publicados entre 2011 e 2022, utilizando palavras-chave Mesh a fim de identificar artigos comparando técnicas de osseodensificação, tais como osteótomos manuais, martelo magnético e brocas de osseodensificação. A pesquisa bibliográfica identificou um total de 114 artigos. Após a leitura dos títulos e resumos, e a remoção das duplicações, foram selecionados 55 artigos; 23 comparam pelo menos duas técnicas e têm análise estatística, sendo assim úteis para este trabalho.

**Resultados:** Os protocolos de osseodensificação analisados foram eficazes para aumentar a estabilidade primária e podem contribuir para o sucesso da reabilitação.

**Discussão:** Neste estudo, concentrámo-nos na importância da osteodensidade, e como ela influencia positivamente a colocação e estabilidade primária dos implantes, bem como os métodos utilizados para a aumentar, com particular referência ao método de brocas Osteodensificadoras.

**Conclusão:** O protocolo de osteodensificação é a solução ideal para otimizar o local do implante e simplificar a tarefa do cirurgião.

### Palavras-chave:

Medical Subject Headings (MeSH): "atrofia óssea alveolar", "osteointegração", "implante dentário", "densidade óssea", "pneumatização do seio", "remodelação óssea".



## ABSTRACT

**Introduction:** The reduced three-dimensional dimension of the edentulous alveolar ridge and unsatisfactory bone density has always been one of the greatest challenges of implant-supported prosthetics.

Primary stability of dental implants is an essential factor to achieve successful osseointegration.

**Objectives:** The objectives of this integrative systematic review will be the presentation and evaluation of surgical protocols for osteodensification, surgical techniques to prevent or reduce bone loss during implant bed milling and, conversely, to try to increase osteodensity.

**Materials and methods:** A PubMed database search was conducted looking for articles published between 2011 and 2022 using Mesh keywords in order to identify articles comparing osseodensification techniques such as manual osteotomes, magnetic hammer and osseodensification drills. The literature search identified a total of 114 articles. After reading the titles and abstracts, and removing duplicates, 55 articles were selected; 23 compare at least two techniques and have statistical analysis, thus being useful for this work.

**Results:** The osseodensification protocols analysed were effective in increasing primary stability and may contribute to the success of rehabilitation.

**Discussion:** In this study, we focused on the importance of osteodensity, and how it positively influences the placement and primary stability of implants, as well as the methods used to increase it, with particular reference to the Osteodensifying Drills method.

**Conclusion:** The osteodensification protocol is the ideal solution to optimize the implant site and simplify the surgeon's task.

### Key-words:

Medical Subject Headings (MeSH): “alveolar bone atrophy”, “osteointegration”, “dental implant”, “bone density”, “sinus pneumatization”, “bone remodeling”.

## ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS E HIPÓTESES .....	3
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	5
4. RESULTADOS.....	9
5. DISCUSSÃO .....	29
6. CONCLUSÃO.....	50
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma PRISMA para seleção de artigos adequados.....	8
Figura 2 - Gráfico da Discriminação das técnicas analisadas nas trabalhos consideradas. ....	20
Figura 3 - Gráfico do número de publicações que analisaram o torque de inserção, ISQ, variação da expansão da crista. ....	22
Figura 4 - Gráfico das diferenças na deteção de Torque de inserção com e sem procedimento de OD. ....	23
Figura 5 - Gráfico das diferenças na deteção de ISQ com e sem procedimento de OD. ....	24
Figura 6 - Gráfico do número de publicações que avaliam a análise Histomorfológica, BIC, BAFO, BV, BMD. ....	26
Figura 7 - Gráfico das diferenças na deteção de BIC com e sem procedimento de OD. ....	27
Figura 8 - Gráfico das diferenças na deteção de BAFO com e sem procedimento de OD. ....	28

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Estratégia PICOS.....	5
Tabela 2 - Critérios de inclusão / Exclusão.....	6
Tabela 3 - Resultados detalhados da pesquisa.....	7
Tabela 4 - Tabela de Resultados.....	10
Tabela 5 - Lista de Publicações de avaliação do método da osteodensificação (Métodos estatísticos, variáveis medidas).....	22
Tabela 6 - Lista de Publicações de avaliação Histomorfológica. ....	25

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

**BAFO** – Fração de área óssea ocupada (do inglês Bone Area Fraction Occupancy)

**BMD** – Densidade Mineral Óssea (do inglês Bone Mineral Density)

**BV** – % Volume Ósseo (do inglês Bone Volume %)

**CCW** – Anti-horário (do inglês CounterClockWise)

**CW** – Horário (do inglês ClockWise)

**ISQ** – Quociente de estabilidade do implante (do inglês Implant Stability Quotient)

**MM** – Martelo Magnético (do inglês Magnetic Mallet)

**OD** – Osteodensificação

**OT** – Osteótomos (do inglês Osteotomes)

**PZ** – Piezosurgery

**BIC** – Superfície de contacto osso-implante (do inglês Bone to Implant Contact)

**SD** – Perfuração Standard (do inglês Standard Drilling)

**UD** – Sub-preparação (do inglês underpreparation)

**VPPB** – Vertigem Posicional Paroxística Benigna



## 1. INTRODUÇÃO

Os implantes dentários são dispositivos cirúrgicos feitos de material aloplástico, concebidos para substituir dentes em falta. A sua utilização no tratamento do edentulismo total e parcial tornou-se uma modalidade de tratamento eficaz e previsível.

O sucesso de um procedimento de colocação de implantes dentários é grandemente influenciado pela qualidade e quantidade de osso disponível <sup>1</sup>.

De facto, as maiores taxas de Insucesso de implantes são reportadas em zonas de fraca densidade óssea.

Para que um implante seja corretamente osteointegrado, deve primeiro ter uma boa estabilidade primária, que é a capacidade do osso em que o implante dentário é inserido para assegurar a ausência de mobilidade do implante antes do processo de osteointegração ter lugar.

De facto, esta é a condição em que o implante não sofre micromovimentos, e é dada por alguns fatores fundamentais importantes, nomeadamente a qualidade e quantidade de osso, a morfologia e a superfície do implante utilizado.

Se a estabilidade primária for boa e permanecer ótima durante toda a fase de cura, será substituída pela estabilidade secundária, ou seja, a verdadeira osteointegração.

A pequena dimensão tridimensional do rebordo alveolar edéntulo sempre foi um dos maiores problemas na prótese suportada por implantes: é bem sabido que para ter sucesso a longo prazo com implantes endoósseos, é necessária espessura óssea suficiente para acomodar implantes dentários <sup>2</sup>.

Vários autores ao longo das décadas avaliaram a possibilidade de reconstituir tecido ósseo em áreas onde é deficiente, oferecendo à comunidade científica uma vasta gama de soluções: os enxertos ósseos autólogos, que, embora atualmente sejam o gold standard na resolução da atrofia óssea, representam um método extremamente invasivo para o paciente, regeneração óssea guiada, técnicas de split crest <sup>3</sup> e, mais recentemente, osteodensificação, o que permite a expansão de cristas de baixa e média densidade sem a utilização de enxertos ósseos e sem recorrer à cirurgia regenerativa complexa.

Muitos estudos também demonstraram que a estabilidade do implante primário é estreitamente influenciada pela densidade óssea do hospedeiro e pela técnica cirúrgica utilizada para preparar o local do implante ósseo <sup>4</sup>.

A osteodensificação evita ou reduz o sacrifício ósseo e em vez disso procura aumentar a osteodensidade durante os procedimentos de inserção de implantes, melhorando assim a estabilidade primária e a qualidade óssea.

Inicialmente relatada por Huwais e Meyer, a osteodensificação é uma técnica de osteotomia que preserva o osso e aumenta a densidade óssea através da compactação do osso, causando a expansão do local e aumentando a sua densidade. Esta técnica pode conduzir a uma melhor qualidade óssea em redor dos implantes, aumentando o contacto osso-implante, o torque inicial e a estabilidade primária em situações desfavoráveis <sup>5</sup>.

Técnicas destinadas a aumentar a densidade óssea e ao mesmo tempo permitir a colocação de implantes são cruciais em áreas anatómicas que tendem a ter fraca qualidade óssea, e, portanto, fraca densidade, onde tem havido reabsorção relativamente significativa com uma qualidade tipicamente D3 ou D4 <sup>6</sup>.

Pode-se compreender como as técnicas que aumentam a densidade óssea podem ser muito relevantes para o sucesso de uma reabilitação com implantes.

Os objetivos desta revisão sistemática integrativa serão, portanto, apresentar protocolos cirúrgicos de osteodensificação à luz dos mecanismos subjacentes aos processos de osteointegração, a consequente redução de complicações e a contenção da morbilidade pós-operatória, concentrando-se nos procedimentos mais recentes de preparação do local do implante caracterizado pela deformação plástica do osso, de modo a atingir uma densidade e espessura ótimas nos casos caracterizados pela qualidade e volumes ósseos inadequados para a implantologia convencional.

## 2. OBJETIVOS E HIPÓTESES

O principal objetivo é avaliar os métodos para restaurar a densidade e tamanho ósseo aceitáveis com a ajuda de técnicas minimamente invasivas com um resultado previsível. Por conseguinte, será necessário: compreender o princípio científico da osteodensificação, discutir o seu efeito na estabilidade do implante e o que significa biomecânica e histológica (BIC, volume ósseo), discussão de protocolos cirúrgicos relacionados com a osteodensificação e discutir a validação biomecânica e a técnica de osteodensificação através da análise de estudos na literatura.

**Hipótese 0** - A osteodensificação não traz benefícios durante a colocação dos implantes

**Hipótese 1** - A osteodensificação traz benefícios durante a colocação dos implantes

### **Questão de investigação:**

Pode osteodensificação proporcionar uma ótima estabilidade primária do implante e um volume ósseo adequado?



### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos incluídos nesta revisão sistemática integrativa foram selecionados de acordo com o seguinte seguindo a estratégia PICOS.

<b>Paciente, População ou Problema:</b>	pacientes que necessitam de reabilitação oral com cirurgia de implantes dentários em áreas ósseas de baixa densidade, pneumatização do seio, cristas atróficas horizontais.
<b>Intervenção ou exposição:</b>	posicionamento de implantes com a técnica de compactação óssea
<b>Comparação:</b>	preparação convencional do local do implante, regeneração guiada do osso, elevação do seio, split crest
<b>Resultado:</b>	a osteodensificação pode aumentar a densidade mineral óssea, o contacto osso-implante primário, e as dimensões das cristas em estreitas cristas alveolares

**Tabela 1 - Estratégia PICOS**

O protocolo de revisão utilizado foi o descrito nas recomendações do PRISMA personalizadas para o projeto de dissertação.

Uma pesquisa bibliográfica foi conduzida na base de dados PubMed (através da Biblioteca Nacional de Medicina) entre 2011 e 2022 em inglês, italiano, português. A pesquisa utilizou Medical Subject Headings (MeSH): “alveolar bone atrophy”, “osteointegration”, “dental implant”, “bone density”, “osteotomy”, “bone remodeling”.

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
Artigos publicados de 2011 a 2022	Artigos publicados antes de 2011
Artigos em inglês, português, italiano	Artigos em outras línguas
Artigos gratuitos e sob Assinatura	Artigos duplicados
Disponibilidade: artigos em texto integral que retratar o tema e não bloqueado	Artigos cujo título e/ou resumo não respeitam o tema

**Tabela 2 - Critérios de inclusão / Exclusão**

As estratégias de pesquisa detalhada foram as seguintes:

(dental implant[Mesh]) AND (bone density[Mesh])

(dental implant[Mesh]) AND (osteotomy[Mesh])

(dental implant[Mesh]) AND (alveolar bone atrophy[Mesh])

(dental implant[Mesh]) AND (osteointegration[Mesh])

(dental implant[Mesh]) AND (bone remodeling[Mesh])

Foi realizada uma pesquisa na base de dados PubMed procurando artigos publicados entre 2011 e 2022. Foram aplicados três filtros à pesquisa: tipo de artigo (livros e documentos, ensaio clínico, meta-análise, ensaio controlado e randomizado, revisão sistemática), data de publicação e língua (inglês, italiano e português), restringindo assim a pesquisa.

Foram considerados os artigos cujos títulos e resumos cumpriam os objetivos deste trabalho e os artigos que cumpriam os requisitos na fase de análise de qualidade foram avaliados na íntegra.

A pesquisa bibliográfica identificou um total de 114 artigos. Após a leitura dos títulos e resumos, e a remoção das duplicações, foram selecionados 79, dos quais 24 foram excluídos

por não cumprirem os critérios de inclusão e, destes 55 artigos, 23 comparam pelo menos duas técnicas e têm análise estatística, sendo assim úteis para este trabalho.

Base de Dados	Estratégia de pesquisa	Artigos identificados	Excluídos por data de publicação	Artigos selecionados
PubMed	(dental implant[Mesh]) AND (bone density[Mesh])	1182 (1991-2022)	556	9
	(dental implant[Mesh]) AND (osteotomy[Mesh])	975 (1955-2022)	472	9
	(dental implant[Mesh]) AND (alveolar bone atrophy[Mesh])	4384 (1987-2022)	2341	4
	(dental implant[Mesh]) AND (osteointegration[Mesh])	5005 (1987-2022)	2292	19
	(dental implant[Mesh]) AND (bone remodeling[Mesh])	6707 (1987-2022)	3155	14

**Tabela 3 - Resultados detalhados da pesquisa**

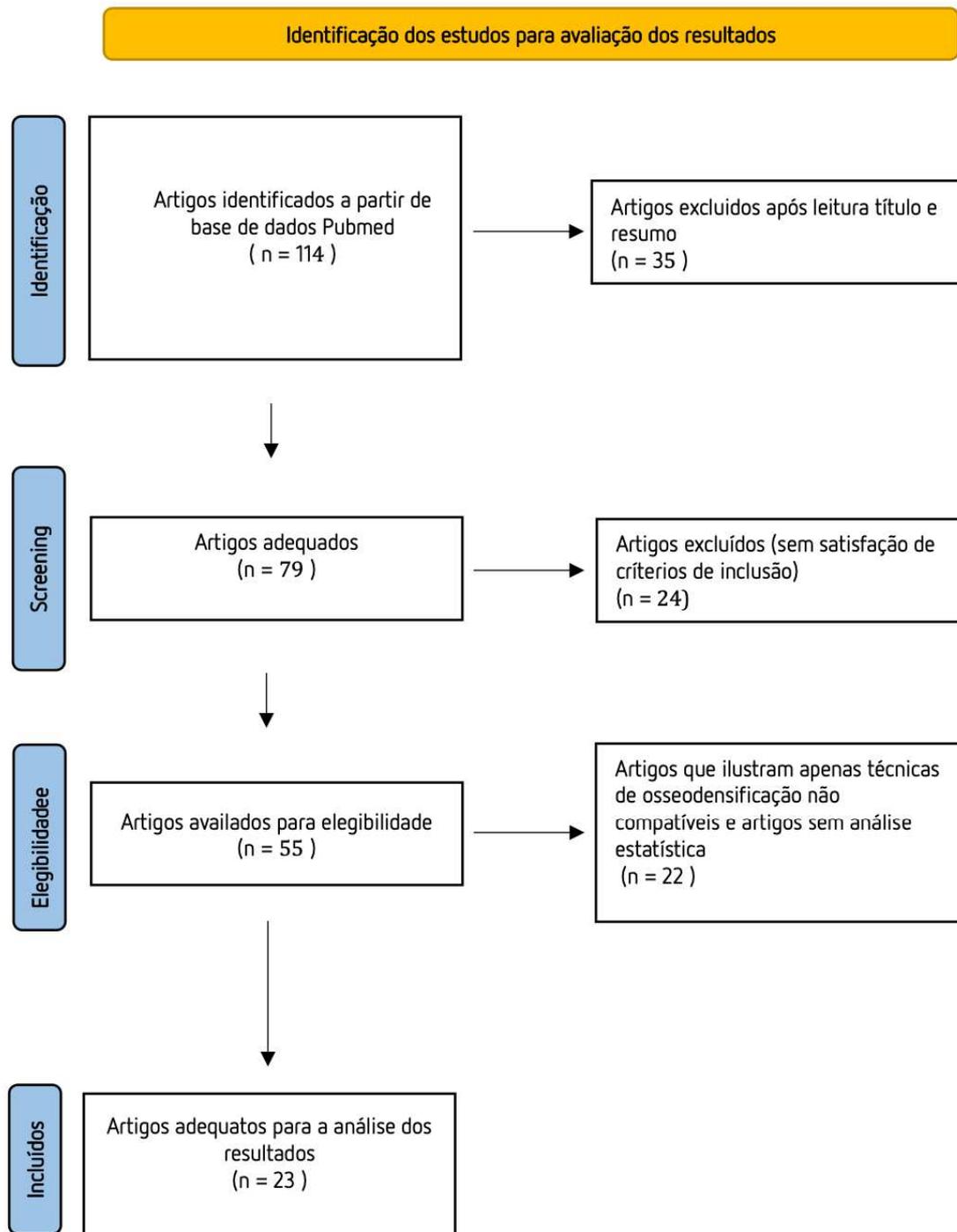


Figura 1 - Fluxograma PRISMA para seleção de artigos adequados

## 4. RESULTADOS

Após análise das variáveis nos estudos, foi criado um quadro inicial de resumo.

No primeiro quadro de resumo, pode-se apreciar a lista de publicações sobre a avaliação do método de osteodensificação, o ano de publicação, e o tipo de experiência.

A primeira coluna “N. Artigo” refere-se ao número de referência da publicação; A segunda coluna “nome” corresponde ao nome da publicação. A terceira coluna “Ano” corresponde ao ano de publicação; A quarta coluna “Tipo” classifica a publicação; A quinta coluna identifica o número de artigos referidos; A sexta coluna “População” refere o objeto da análise da publicação, identificando o número de sujeitos; “Técnicas” identifica as técnicas de osteotomia avaliadas na publicação.

Técnicas descritas: SD- standard drill (técnica standard de perfuração), OD- osteodensification, OD-CW- osteodensification sentido horário, OD-CCW osteodensification sentido anti-horário, OT osteotomes, MM Magnetic Mallet, UD sub-preparação, PZ piezosurgery.

A última coluna inclui as conclusões peculiares do estudo específico.

Tabela 4 - Tabela de Resultados

N. Artigo	Título	Ano	Tipo	Artigos referidos	Popul.	Técnicas	Conclusões
6	Effects on Ridge Dimensions, Bone Density, and Implant Primary Stability with Osteodensification Approach in Implant Osteotomy Preparation	2021	Estudo ex-vivo	45	2 técnicas x 12 osteotomias =24 implantes	SD, OD	Os resultados deste estudo não revelaram qualquer diferença estatisticamente significativa entre as leituras Periotest para os implantes de cada categoria colocados quer na OD quer nas osteotomias regulares. Contudo, verificou-se que os implantes colocados em osteotomias de perfuração regular tinham uma estabilidade primária significativamente melhor do que os implantes colocados em osteotomias de OD. Concluiu-se que a OD não é necessária em situações em que existe osso de boa qualidade e quantidade.
19	Osteodensification Versus Subtractive Drilling Techniques in Bone Healing and Implant Osteointegration: Ex Vivo Histomorphologic/Histomorphometric Analysis in a Low-Density Bone Ovine Model	2021	Estudo ex-vivo	20	2 técnicas, 56 osteotomias	SD, OD	O exame histológico sugeriu remodelação e crescimento ósseo, independentemente da técnica de preparação. As osteotomias preparadas utilizando os instrumentos de osteodensificação mostraram a existência de lascas ósseas auto-enxertadas nos espaços trabeculares ao longo do comprimento da parede da osteotomia. O grupo de osteodensificação produziu taxas de osteointegração mais elevadas, como distinguido através da avaliação qualitativa, do contacto osso-implante, e da ocupação da área

							óssea-fração, indicando um potencial osteogénico aumentado nas osteotomias preparadas utilizando a técnica de osteodensificação.
20	Osteodensification enables bone healing chambers with improved low-density bone site primary stability: an in vivo study	2021	Estudo in-vivo	60	2 técnicas x 10 osteotomias =20 implantes	SD, OD	Dentro das limitações deste estudo, pode concluir-se que a técnica de OD executada com um leito cirúrgico mais amplo proporcionou níveis comparáveis de estabilidade inicial do implante, BIC, e BAFO ao procedimento convencional de sub-perfuração sem prejudicar a osteointegração.
21	Biomechanical and histomorphometric analysis of endosteal implants placed by using the osteodensification technique in animal models: A systematic review and meta-analysis	2020	Análise sistemática	50	386 implantes, máximo 72 min 12 por estúdio	SD, OD	Dados limitados de estudos com animais sugerem que a estabilidade do implante primário, o contacto osso-implante, e a ocupação da frequência da área óssea melhoraram significativamente para os implantes colocados através da utilização da técnica de osteodensificação em comparação com o protocolo de perfuração convencional. No entanto, recomenda-se a realização de estudos laboratoriais e clínicos adicionais para fornecer provas mais fortes.
22	Osteodensification effect on implants primary and secondary stability: Multicenter controlled clinical trial	2021	Ensaio clínico multicêntrico controlado	49	56 pacientes, pelo menos 2 implantes, total 150 implantes	SD, OD	Os dados cumpridos em função da osteotomia indicavam um Torque significativamente mais elevado para OD em relação a SD. O OD superou o SD convencional para todas as comparações dos arcos (maxila e mandíbula) e áreas operadas (anterior e posterior), diâmetros e comprimentos dos implantes, exceto para implantes curtos. Em geral, os dados ISQ também demonstraram valores significativamente mais elevados de OD em

							<p>comparação com o SD, independentemente do período de cicatrização.</p> <p>OD demonstrou valores de IT e ISQ temporal mais elevados em relação à SD, independentemente do arco e área operada.</p> <p>Estudos futuros devem centrar-se em parâmetros biomecânicos e avaliação da alteração do nível ósseo após a carga.</p>
23	Osteogenic parameters surrounding trabecular tantalum metal implants in osteotomies prepared via osteodensification drilling	2019	Estudo ex-vivo	26	6 sites x 3 ovelhas = 18 sites	SD, OD-CW e OD-CCW	<p>Todos os implantes apresentam uma formação óssea bem-sucedida no ambiente peri-implantar, bem como dentro dos espaços abertos da rede trabecular. Osteointegração quantificada por %BIC em função de parâmetros de perfuração em osteotomias preparadas através de perfuração de osteodensificação</p> <p>foi mais pronunciada nas amostras de OD (<math>p &gt; 0,05</math>). A %BAFO mostra, contudo, uma diferença significativa (<math>p = 0,036</math>) entre as amostras CCW e R. Observam-se um maior volume ósseo e frequência de lascas de osso nas amostras de OD.</p> <p>Conclusão: A utilização de OD como desenho para uma melhor fixação do hardware foi suportada por níveis aumentados de estabilidade, tanto primária como secundária. Os dados histológicos com OD forneceram resultados notavelmente diferentes dos do método de perfuração regular.</p>

24	Does the Drilling Technique for Implant Site Preparation Enhance Implant Success in Low-Density Bone? A Systematic Review	2019	Análise sistemática,	60	317 pacientes, 848 implantes	UD, SD, OD, OT	Os protocolos de perfuração foram eficazes para aumentar a estabilidade primária, mas o resultado a longo prazo é comparável com o do protocolo de perfuração cirúrgica convencional. Conclusão: Existem fracas evidências que sugerem que qualquer uma das técnicas cirúrgicas anteriormente mencionadas poderia aumentar o sucesso da osteointegração e sobrevivência dos implantes colocados em osso de baixa densidade.
25	Implant Stability of Osteodensification Drilling Versus Conventional Surgical Technique: A Systematic Review	2021	Análise sistemática,	45	54 pacientes, 64 implantes	SD, OD	A perfuração por osteodensificação apresentou médias de ISQ mais elevadas no seguimento do que a perfuração convencional, com elevada homogeneidade. Esta revisão sistemática mostrou que a osteodensificação apresentava um ISQ consistentemente mais elevado na linha de base e 4 a 6 meses após a colocação do implante, em comparação com a perfuração convencional. No entanto, estes resultados devem ser cuidadosamente interpretados, uma vez que apenas três estudos foram selecionados nesta meta-análise. No futuro, os ensaios clínicos aleatórios serão necessários para confirmar a consistência destes resultados.
26	Can the design of the instruments used for undersized osteotomies influence the initial stability of implants installed in low-density bone? An in vitro pilot study	2021	Estudo in-vitro	53	80 implantes	SD, OD, US	Foram encontradas diferenças entre os quatro grupos para os valores Torque e ISQ, dependendo da técnica utilizada para a osteotomia nos dois modelos ósseos sintéticos. As osteotomias de tamanho inferior com instrumentos concebidos de acordo com o

							corpo do implante aumentaram os valores iniciais de estabilidade em comparação com as camas preparadas com brocas universais e utilizando a sequência de perfuração padronizada pelo fabricante.
17	Alveolar Ridge Expansion by Osteodensification-Mediated Plastic Deformation and Compaction Autografting: A Multicenter Retrospective Study	2019	Estudo retrospectivo	17	28 implantes	OD	A osteodensificação pode alterar as dimensões das cristas e permitir a expansão das cristas. Pode esperar-se uma maior expansão na crista em cristas estreitas com um volume de osso trabecular adequado.
27	Alveolar Ridge Expansion: Comparison of Osteodensification and Conventional Osteotome Techniques	2019	Estudo in-vivo	28	12 implantes	OD, OT	A análise estatística mostrou um efeito significativo da técnica de perfuração no valor médio BIC%. Não houve diferença estatística no BAFO em função da técnica de perfuração. A técnica combinada de perfuração de osteodensificação - técnica de expansão da crista alveolar mostrou evidências crescentes de osteointegração e estabilidade primária do implante do ponto de vista histológico e biomecânico, respetivamente. Estudos futuros centrar-se-ão na expansão do tamanho da amostra, bem como na linha temporal do estudo, para permitir a investigação do prognóstico a longo prazo desta nova técnica.

28	Osteodensification outperforms conventional implant subtractive instrumentation: A study in sheep	2018	Estudo ex-vivo	46	60 implantes	SD, OD CW, OD CCW	<p>Em osso de baixa densidade, independentemente do tratamento de superfície, os implantes cónicos inseridos através da técnica cirúrgica de osteodensificação apresentaram valores de torque de inserção mais elevados. Além disso, a associação de técnicas de osteodensificação a implantes de superfície maquinada resultou em níveis de osteointegração apresentados por implantes de superfície texturizados colocados por meio de técnica de perfuração subtrativa (R) demonstrando que a técnica de perfuração aumenta significativamente a osteointegração precoce de dispositivos de superfície maquinada para níveis comparáveis aos dispositivos de superfície texturizada.</p>
29	Biomolecular, Histological, Clinical, and Radiological Analyses of Dental Implant Bone Sites Prepared Using Magnetic Mallet Technology: A Pilot Study in Animals	2021	Estudo in-vivo	48	3 minipig x 4 implantes = 12 implantes	SD, MM	<p>Utilizando análises biológicas, histológicas, clínicas e radiológicas, este estudo mostra primeiro que a técnica do martelo é eficaz para a preparação do local do implante. Com base na sua capacidade de causar osteocondensação e melhorar o osso recém-formado, a tecnologia do martelo deve ser escolhida em todos os casos clínicos de má qualidade óssea.</p>

30	Does the instrument used for the implant site preparation influence the bone-implant interface? A systematic review of clinical and animal studies	2018	Análise sistemática,	36	1172 implantes	SD, OD, OT, PZ	Um número relevante de estudos avaliou PZ e pareceu dar uma melhor resposta biológica quando comparada com os SD. Foram observadas poucas evidências sobre a utilização de Laser e OD. Foi demonstrado que o Laser não proporcionava benefícios relevantes. As OD mostraram resultados promissores e encorajadores devido ao aumento significativo das propriedades biomecânicas.
31	Biomechanical and histologic basis of osteodensification drilling for endosteal implant placement in low density bone. An experimental study in sheep	2016	Revisão sistemática e meta-análise	30	10 ovelhas x 3 implantes = 30 implantes	SD, OD CW, OD CCW	Os chips ósseos nas proximidades dos implantes raramente foram observados no grupo de perfuração R, mas geralmente observados no CW, e mais frequentemente sob a técnica CCW osteodensification. Em osso de baixa densidade, os implantes apresentam níveis de torque de inserção mais elevados quando colocados em locais de perfuração de osteodensificação, sem que a osteointegração seja prejudicada, em comparação com os métodos de perfuração subtrativo padrão.
5	Histomorphometric Comparison of 3 Osteotomy Techniques	2018	Estudo ex-vivo	31	18 implantes	SD, OT, OD	OD atingiu 60,3% BIC, SO 40,7% BIC, e perfuração de extração padrão (SD) 16,3% BIC. A percentagem de volume ósseo na largura circundante de 2 mm do corpo do implante, utilizando as mesmas unidades de área por amostra, foi considerada maior para OD. Conclusão: Este estudo demonstrou que a preparação da osteotomia pode influenciar tanto a BIC como o volume ósseo por centavo em redor do implante.

32	The Effectiveness of Osteodensification Drilling Protocol for Implant Site Osteotomy: A Systematic Review of the Literature and Meta-Analysis	2021	Análise sistemática	86	342 implantes	SD, OD CW, OD CCW	Os dados recolhidos até à elaboração deste documento detetam uma melhoria quando a osteodensificação foi adotada, se comparada com a técnica convencional. Foi relatada uma diferença significativa no BIC e no binário de inserção entre o procedimento de osteodensificação no sentido horário e no sentido anti-horário, sem diferença nas medições de BAFO entre as duas abordagens. A eficácia do presente estudo demonstrou que o protocolo de perfuração de osteodensificação é uma técnica útil para obter um maior torque de inserção de implantes e contacto osso-implante (BIC) in vivo.
33	Effects of osteodensification protocol on insertion, removal torques, and resonance frequency analysis of BioHorizons® conical implants. An ex vivo study	2020	Estudo ex vivo	23	50 sites + 50 sites = 100 implantes	SD, OD	Sob este desenho pré-clínico ex vivo, o protocolo de osteodensificação Densah® mostrou valores de inserção, binários de remoção e ISQ mais elevados em ossos de baixa densidade, em comparação com a perfuração padrão recomendada. Esta informação justificou a necessidade de bom ensaios controlados aleatórios e de estudos observacionais a longo prazo que apoiam a utilização de osteodensificantes como tratamento padrão.
34	The effect of osteodensification on implant stability and bone density: A prospective observational study	2020	Estudo clínico	24	24 pacientes, 46 implantes	OD	Este estudo demonstrou que a OD resultou numa elevada estabilidade primária e num aumento da densidade óssea peri-implantar, mas não impediu a queda da estabilidade do implante durante as primeiras 6 semanas após a inserção dos implantes.

35	Under-Drilling versus Hybrid Osteodensification Technique: Differences in Implant Primary Stability and Bone Density of the Implant Bed Walls	2020	Estudo laboratorial	56	40 implantes	UD, UD+OD	Concluimos que embora a densidade óssea tenha aumentado com a técnica de OD híbrida com brocas universais, os leitos de implantes preparados com UD usando brocas com geometria semelhante à do implante são mais eficientes. A preparação do leito de implante usando a técnica de OD com brocas universais altera a microarquitetura óssea e aumenta a densidade óssea nas áreas médias e apicais do leito de implante.
36	Osteodensification — A systematic review and qualitative analysis of T published literature	2020	Análise sistemática, Experimentação animal	60	538 implantes	SD, OD	A literatura atual aponta para um aumento global do valor de torque de inserção do implante e, portanto, implantar estabilidade primária através da utilização do protocolo de perfuração de osteodensificação. As atuais evidências histológicas indicam um aumento do BIC e BAF após a osteodensificação em estudos com animais. A expansão óssea no local da osteotomia é também alegadamente obtida através desta técnica.
37	Absence of Healing Impairment in Osteotomies	2017	Experimentação animal	23	5 ovelhas x 3 sites = 15 implantes	SD, OD CW, OD CCW	Embora os resultados apresentados, que se baseiam apenas na BAFO, sejam fortemente indicativos de que a perfuração de OD não prejudica a cicatrização de defeitos ósseos, o presente estudo carece de pontos finais mais curtos e mais longos, e as análises suplementares para abordar qualitativa e quantitativamente as vias de cicatrização são justificadas para uma investigação mais aprofundada.

38	Atemporal Osteointegration: Early Biomechanical Stability Through Osteodensification	2018	Experimentação animal	40	72 implantes	SD, OD CW, OD CCW	<p>A análise histomorfométrica mostra que a osteodensificação demonstra valores significativamente maiores para o contacto osso-implante (BIC) e ocupação da fração de área óssea (BAFO). A análise histológica mostra a presença de restos ósseos, que atuaram como superfícies nucleadoras para a deposição óssea osteoblástica, facilitando a ponte de osso entre o osso nativo circundante e a superfície do implante, bem como dentro dos espaços abertos da rede trabecular nos implantes de metal trabecular. Os dispositivos que foram implantados via OD demonstraram estabilidade biomecânica atemporal e osteointegração.</p>
----	--	------	-----------------------	----	--------------	-------------------------	--

As publicações citam na sua bibliografia 17 a 86 artigos sendo a média de 40.

Nos artigos analisados e utilizados para este estudo, 25 consideraram perfuração subtrativa (SD), 22 consideraram osteodensificação com brocas (OD), 4 artigos consideraram osteodensificação com osteótomos (OT), 1 considerou osteodensificação com Martelo Magnético (MM), 2 estudos compararam técnicas de osteodensificação com sub-preparação do sito do implante (US).

Finalmente, há também um estudo<sup>30</sup> que avalia a estabilidade do implante através de um local preparado para PiezoSurgery (PZ).

A maioria das publicações compara a técnica standard de perfuração (SD) com a técnica de osteodensificação. Alguns estudos analisam separadamente os resultados da utilização das brocas *Densah Bur* em sentido horário (OD-CW) e em sentido anti-horário (OD-CCW). Cinco das publicações compara a OD e SD também com a Osteotomia de Summers (OT), com Magnetic Mallet (MM).

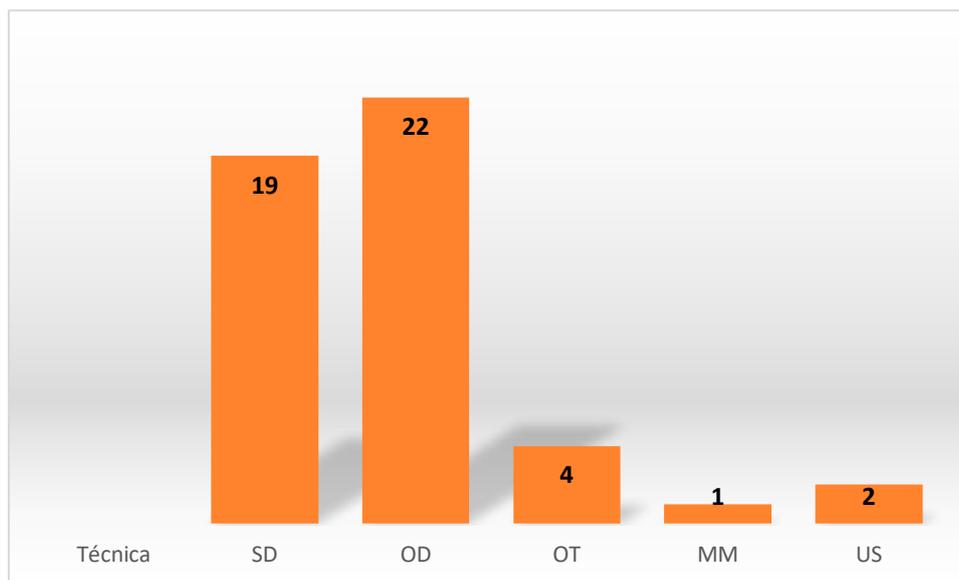


Figura 2 - Gráfico da Discriminação das técnicas analisadas nos trabalhos considerados.

A próxima tabela avalia as diversas variáveis analisadas nas diferentes publicações que abordam a OD.

A primeira coluna “Artigo” refere-se ao número de referência da publicação; a segunda coluna “estatística” indica as publicações que contem uma análise estatística com determinação da significância dos resultados (S) e os que não tem análise estatística (N); Terceira coluna “n.de falências” identifica as publicações que informam sobre a falência ou não da técnica (nas situações em que haja necessidade de remoção do implante considera-se que existiu falência). Quarta coluna “variação média da expansão da crista” refere-se à medida da expansão óssea da crista alveolar;

Quinta Coluna “Torque de inserção” refere-se à medida da resistência do osso, à introdução do implante.

Sexta Coluna, por fim, “coeficiente de estabilidade do implante”.

O sinal positivo “+” significava que a variável em questão foi analisada e confirma-se uma melhor prestação, na técnica específica, nas respetivas avaliações.

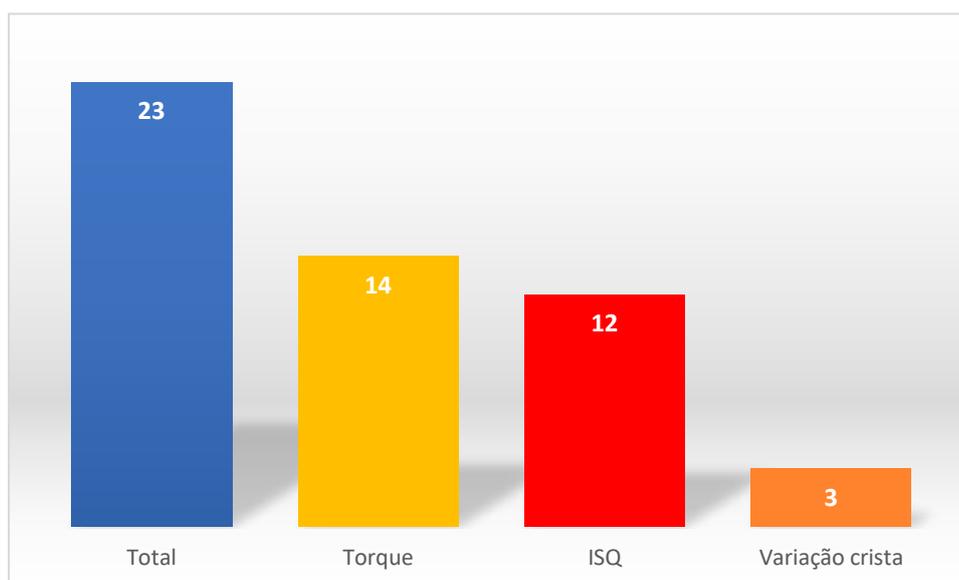
O sinal “=” significa que a técnica é equivalente quando comparada com outras técnicas recentes. Relativamente às parcelas que não se encontram preenchidas significa que a variável não foi analisada na publicação correspondente.

Artigo	Estatística S/N	No Falências	Varição média da expansão da crista	(Torque) de inserção N	Coefficiente de estabilidade do implante (ISQ)
6	S		=/+		=
19	S	0			
20	S			+ 80N OD (70N SD)	= 75 médio
21	S				
22	S			+ 60 OD (35N SD)	+ (73 OD vs 60SD)
23	S	0			
24	N		+ OD OT		+ OD OM
25	S				+ OD (74 OD vs 52 SD)
26	S			+ OD vs SD	+ OD
17	S	2	+ 39% OD	+ OD 60N	+ OD 77
27	S				
28	S			+ OD CCW (80N)	
29	S			+ MM vs SD	=
30	S			+ OD e OT	+ OD e OT
31	S			+ OD	
5	S				
32	S			+ OD CCW	
33	S			+ OD	+ OD
34	S	3		+ OD 35N in D4	
35	S			+ UD	+ UD (78) vs UD+OD (63)
36	S			+ OD	+ OD
37	S				
38	S			+ OD	

**Tabela 5 - Lista de Publicações de avaliação do método da osteodensificação (Métodos estatísticos, variáveis medidas)**

Das 23 publicações analisadas, 4 publicações referem-se ao número de falências.

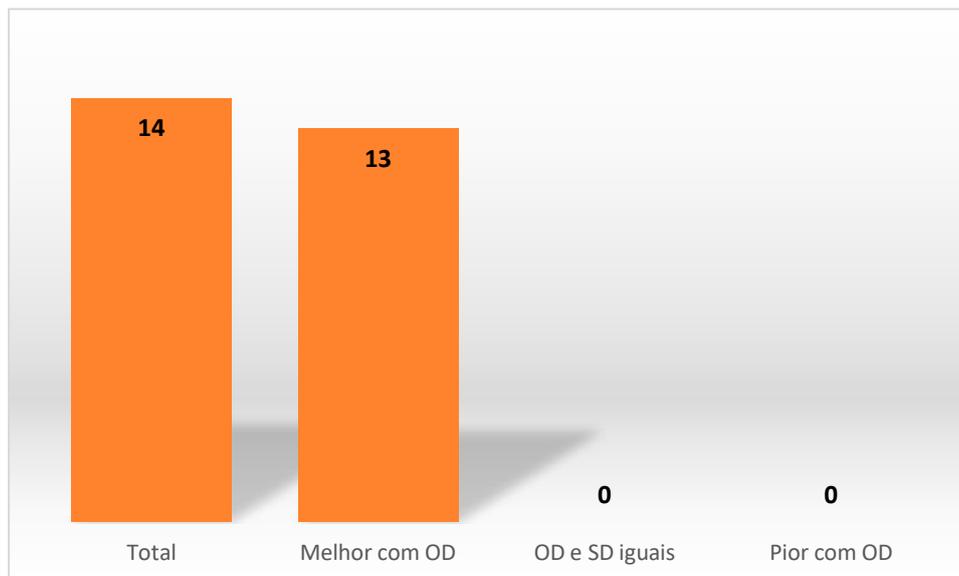
A maioria dos estudos examinados analisa principalmente o torque de inserção (14 publicações) e o coeficiente de estabilidade do implante (12 publicações) utilizando instrumentos dedicados (por exemplo, OssTel).



**Figura 3 - Gráfico do número de publicações que analisaram o torque de inserção, ISQ, variação da expansão da crista.**

Relativamente à avaliação do torque de inserção de implantes, todas as publicações que analisaram este valor concordam que ele aumenta quando associado a técnicas de osteodensificação. Mais especificamente, a osteodensificação com brocas é mais eficaz no aumento do torque de inserção quando comparada com outras técnicas, tais como a osteotomia.

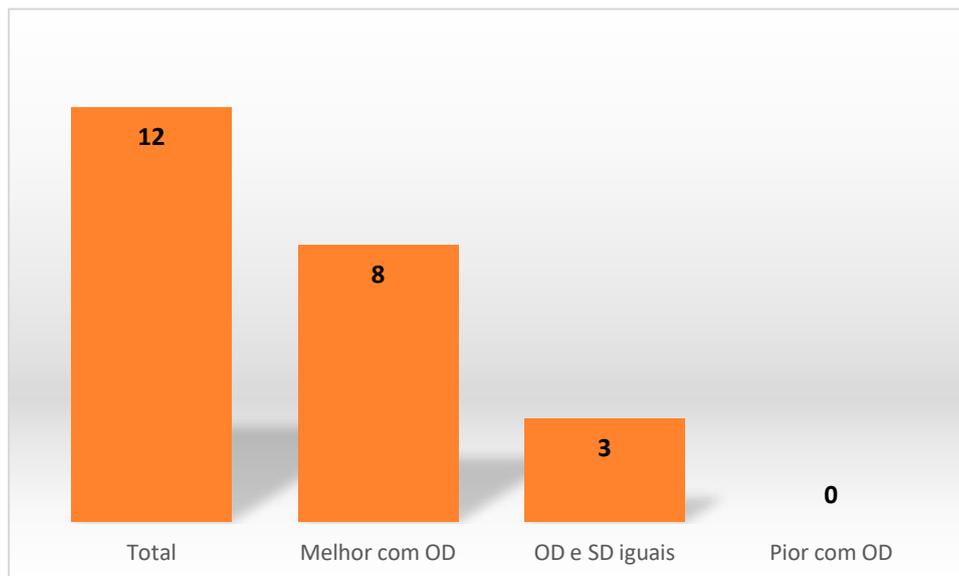
Finalmente, o artigo de Schierano <sup>29</sup> compara apenas a técnica convencional com a técnica de Martelo Magnético; esta última também garante um aumento do torque.



**Figura 4 - Gráfico das diferenças na detecção de Torque de inserção com e sem procedimento de OD.**

O artigo de Delgado-Ruiz <sup>35</sup> é o único a comparar o torque de inserção obtido através da comparação da técnica de osteodensificação com brocas e preparação por sub-preparação do local; esta última é aparentemente mais eficaz.

Pode-se apreciar um aumento no torque associado à técnica de osteodensificação bem como um aumento no ISQ na inserção de implantes. Por outro lado, três estudos encontraram um ISQ sobreponível entre as técnicas de osteodensificação e a preparação clássica do sito do implante.



**Figura 5 - Gráfico das diferenças na detecção de ISQ com e sem procedimento de OD.**

A próxima tabela avalia as variáveis analisadas nas diferentes publicações, referentes a avaliações histomorfológicas.

Todo este quadro refere-se a análises histomorfológicas, na primeira coluna indica se há qualquer tipo de análise quantitativa ou qualitativa, as seguintes referem-se a análises histomorfológicas específicas.

A primeira coluna “Avaliação Histomorfológica” refere-se à existência de estudos qualitativos ou quantitativos baseados nas alterações morfológicas do osso na sequência da colocação do implante, avaliada quer numa fase mais precoce ou quer numa mais tardia – estes estudos só são realizados em experimentação animal pois pressupõem o sacrifício do animal e a secção do osso para respetiva análise; A segunda coluna “% *Bone to Implant Contact*” refere-se à percentagem da superfície do implante que contacta com o osso a nível microscópico; A terceira coluna “*Bone Area Fraction Occupancy*” refere-se análise de ocupação óssea; A quarta coluna “*Densidade mineral óssea*” obtida por meio da densitometria óssea refere-se à quantidade de tecido ósseo. A medição da densidade mineral óssea é usada em medicina como indicador indireto de osteoporose e risco de fraturas.

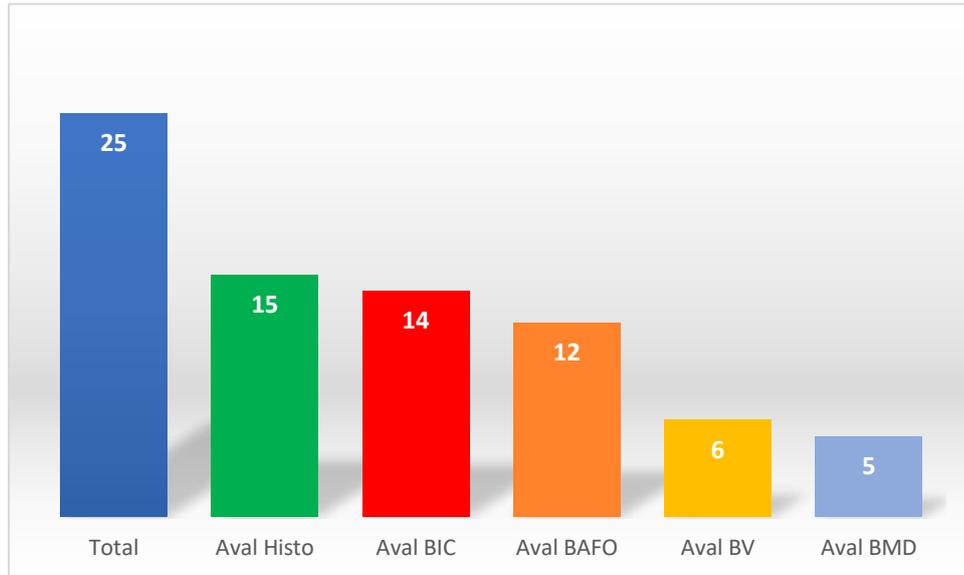
A quinta coluna “% *Volume Ósseo*” refere-se a uma expansão do osso.

Artigo	Avaliação Histomorfológica	% Bone to Implant Contact (BIC)	Bone Area Fraction Occupancy (BAFO)	% Volume Ósseo (BV)	Densidade Mineral Óssea BMD
6	+	+ 47%OD / 32%SD		+	+
19	+	+	+		
20	+	=/-	=		
21	+	+	+		
22					
23	+	+ OD CW	+ OD CCW	+ OD	
24		+ OD OT	=		
25					
26					
17					
27	+	+ 62%OD / 31%OT	=		
28	+	+ OD CCW	+ OD CW		
29	+				+ MM
30		+ OD/OT		+ OD	
31	+	+ OD CCW	+ OD CW	+ OD CCW	
5	+	+ OD		+ OD	+ OD
32	+	+ OD	+ OD	+ OD	+ OD
33					
34					
35	+				+ UD+OD
36	+	+ OD	+ OD		
37	+		=		
38	+	+ OD	+ OD CW		

**Tabela 6 - Lista de Publicações de avaliação Histomorfológica.**

A maioria dos estudos analisados (15) considerou Avaliação Histomorfológica.

A análise BIC é claramente a favor da preparação do local do implante por meio da técnica de Osteodensificação, tal como a BAFO.



**Figura 6 - Gráfico do número de publicações que avaliam a análise Histomorfológica, BIC, BAFO, BV, BMD.**

### Avaliação do BIC

De um total de 14 publicações que avaliaram a diferença no BIC, 13 afirmaram que a osteodensificação usando brocas leva a um aumento no BIC.

1 publicação <sup>20</sup> não encontrou qualquer diferença entre a osteodensificação e a preparação convencional.

As publicações de El-Kholey <sup>24</sup> e de Tian <sup>27</sup>, que compararam o uso de brocas e osteótomos manuais, declararam que o BIC era mais elevado nos casos confrontados com brocas.

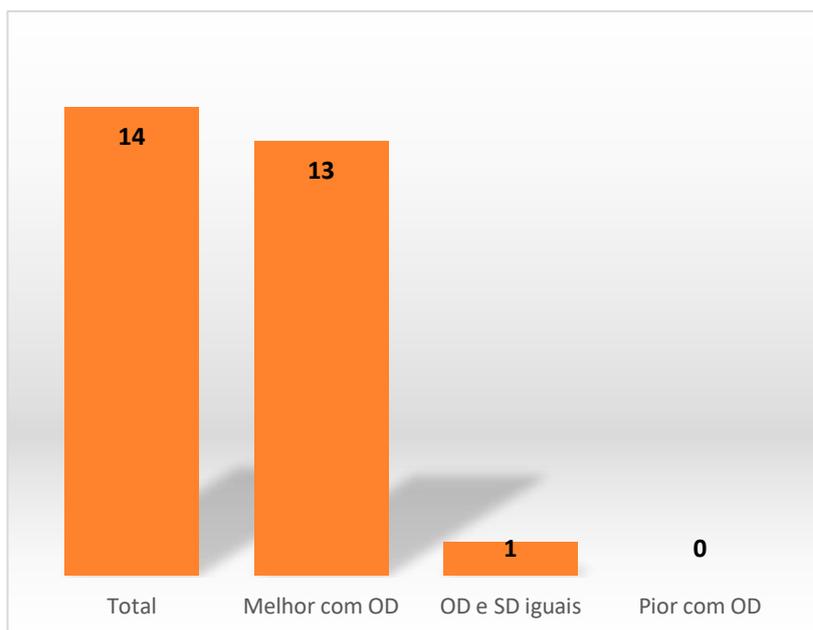


Figura 7 - Gráfico das diferenças na detecção de BIC com e sem procedimento de OD.

### Avaliação do BAFO

De um total de 12 publicações que avaliaram a diferença no BAFO, 8 afirmaram que a osteodensificação usando brocas leva a um aumento no BAFO.

Destas, três publicações especificam que o melhor resultado é alcançado com brocas de osteodensificação rotativas no sentido horário.

4 publicações não encontraram qualquer diferença entre a osteodensificação e a preparação convencional.

As publicações de El-Kholey <sup>24</sup> e de Tian <sup>27</sup>, que compararam o uso de brocas e osteótomos manuais, declararam que o BAFO era igual nos casos confrontados com brocas.

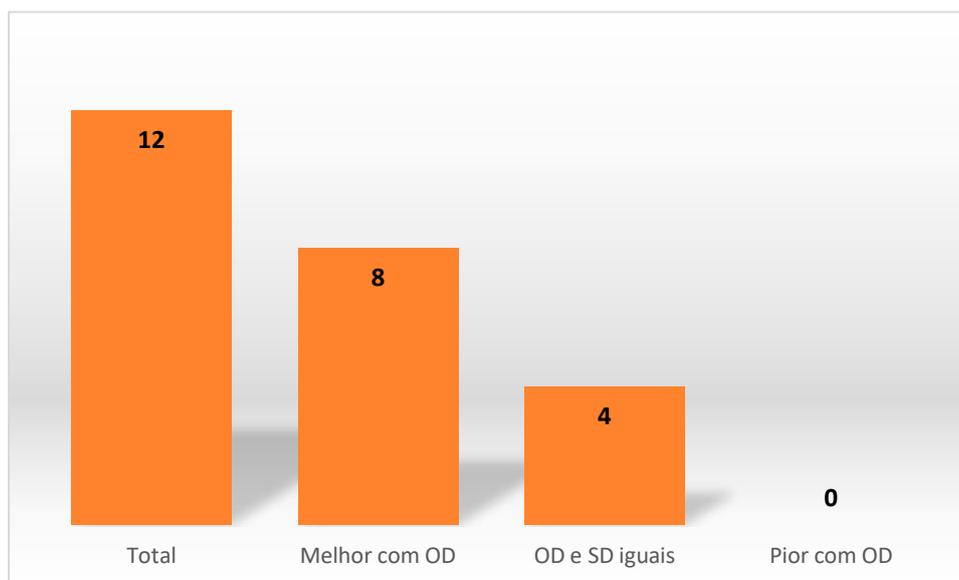


Figura 8 - Gráfico das diferenças na detecção de BAFO com e sem procedimento de OD.

## 5. DISCUSSÃO

Neste estudo, concentrámo-nos na importância da osteodensidade, e como ela influencia positivamente a colocação e estabilidade primária dos implantes, bem como os métodos utilizados para a aumentar, com particular referência ao método de brocas Osteodensificadoras. De facto, conhecer a densidade óssea dos ossos da maxila e da mandíbula é muito importante, especialmente em implantologia, pois ao elaborar um plano de tratamento é essencial conhecer a arquitetura e o volume da área a reabilitar através da técnica implanto-protética.

### **Conceitos de implantologia dentária**

Nos últimos décadas, a implantologia evoluiu de um tratamento experimental para uma opção altamente previsível para substituir dentes em falta por próteses suportadas por implantes. É uma modalidade de tratamento amplamente utilizada na prática diária para pacientes total e parcialmente desdentados porque a moderna terapia com implantes oferece não só vantagens funcionais e biológicas significativas para muitos pacientes quando comparada com as próteses fixas ou removíveis convencionais, mas também produz excelentes resultados a longo prazo, como documentado por numerosos estudos.

Este avanço na reabilitação oral foi iniciado há 50 anos pela descoberta de que os implantes feitos de titânio comercialmente puro podiam alcançar ancoragem no osso com contacto direto osso-implante.

Per-Ingvar Branemark, um investigador da escola sueca, tem o grande mérito de ter desenvolvido o conceito de osteointegração, desenvolvendo os princípios biológicos da implantologia endóssea contemporânea. O próprio Branemark definiu a osteointegração como "um contacto microscópico direto entre o osso vital e a superfície metálica do implante". Atualmente tendemos a identificá-lo como uma ligação funcional e estrutural direta entre o osso vivo e a superfície carregada do implante. Para que um implante seja corretamente osteointegrado deve primeiro ter uma boa estabilidade primária, que consiste na capacidade do osso, no qual o implante dentário é inserido, de garantir a ausência de mobilidade do próprio implante antes que o processo de osteointegração tenha lugar.

A estabilidade primária é um parâmetro estático e puramente mecânico, que é dissuadido na altura da colocação do implante e está associado à resistência ou fricção entre o osso e o implante no momento da inserção.

De facto, esta é uma condição em que o implante não sofre micromovimentos, e é dada por alguns fatores fundamentais: qualidade e quantidade de osso, morfologia e superfície do implante utilizado. Se a estabilidade primária for boa e assim permanecer ao longo do tempo, será substituída por Estabilidade Secundária, ou seja, Verdadeira Osteointegração, um fenómeno mais tarde definido como "anquilose funcional"<sup>2,7</sup>.

A microarquitetura histológica do tecido ósseo que se forma rapidamente em cura peri-implantar, bem como em cura de fratura ou desenvolvimento embrionário, não é do tipo lamelar maduro, mas é irregular e é referida como "osso tecido" ou "fibras entrelaçadas". Histologicamente, apresenta-se com fibrilas de colagénio dispostas aleatoriamente, osteócitos de forma irregular, baixa densidade mineral e uma rede vascular muito bem representada. A sua irregularidade deve-se à sua elevada taxa de crescimento em relação ao osso lamelar e não à histodinâmica da sua formação, que é extremamente semelhante<sup>1</sup>.

No osso de tipo III ou IV, sem osso cortical suficiente para assegurar a estabilidade do implante, a única forma de o conseguir é através do recrutamento de células osteogénicas na superfície do implante e, conseqüentemente, formando osso. Por conseguinte, é essencial que a osteogénese de contacto seja otimizada pela topografia e composição da superfície do implante.

Vários estudos na literatura corroboram uma maior taxa de insucesso dos implantes colocados no osso de tipo IV. Tal como - sábio, encontraram bons resultados com implantes colocados em osso de tipo I, II, e III, sendo este último o tipo ótimo de osso para uma adequada estabilidade do implante. A densidade óssea e a estabilidade dos implantes são fatores importantes para a osteointegração dos implantes, o que tem sido amplamente demonstrado por vários autores<sup>4</sup>.

Na fraca densidade óssea, a estabilidade do implante primário é inferior à dos implantes colocados em osso mais denso, mas a estabilidade secundária é semelhante em diferentes tipos de densidade. A estabilidade é também influenciada pela técnica cirúrgica, a morfologia da superfície do implante, ou o seu diâmetro, técnicas de compactação óssea e ancoragem

cortical para colocação de implantes. Diâmetros largos que aumentam a área de contacto entre o osso tratado e a superfície do implante tratado aumentam a estabilidade primária.

De acordo com a classificação de Lekholm & Zarb proposta em 1985, osso de baixa densidade tipo IV, caracterizado por uma fina camada de osso cortical (ocasionalmente ausente) em torno de um núcleo ósseo trabecular de baixa densidade, é normalmente observado na maxila posterior. É difícil conseguir uma estabilidade primária adequada para a osteointegração com implantes colocados neste tipo de osso.

A perfuração é a principal técnica cirúrgica utilizada para realizar a osteotomia e para criar a leito de implante. No entanto, esta técnica em ossos de baixa densidade (tipo IV) está associada a baixa estabilidade primária para osteointegração de implantes dentários. Portanto, várias técnicas têm sido descritas para melhorar a osteointegração. Sub-perfuração refere-se ao processo de preparação de um leito de implante com um diâmetro consideravelmente menor do que o diâmetro do implante, o que melhora assim a estabilidade primária, embora tal estabilidade seja frequentemente insuficiente. A técnica de expansão óssea utilizando osteótomos de expansão para criar o leito ósseo foi uma tentativa alternativa para melhorar a estabilidade do implante primário. Os osteótomos permitem a condensação de trabéculas ósseas, o que melhora a densidade óssea peri-implantar em vez de remover o osso por perfuração, com a consequente melhoria da estabilidade primária.

No entanto, os osteótomos utilizados para osteocondensação causam geralmente um maior trauma cirúrgico secundário ao impacto dado pelo martelo. A osteodensificação é uma nova técnica de preparação de implantes que melhora a estabilidade primária dos implantes colocados em ossos de baixa densidade, superando os inconvenientes das técnicas acima mencionadas. Esta abordagem combina as duas técnicas anteriormente descritas, utilizando brocas de osteodensificação, que são rodadas no sentido anti-horário a uma velocidade de mais de 1000 rotações por minuto (rpm), com irrigação abundante para causar compactação óssea tanto apicalmente como lateralmente contra as paredes do leito do implante para melhorar a estabilidade primária aumentando a percentagem de contacto osso-implante <sup>8</sup>.

## **Qualidade dos ossos <sup>9</sup>**

O osso da maxila e da mandíbula podem ser classificados de acordo com a sua qualidade como tipos D1, D2, D3 e D4, tendo em consideração três características diferentes do tecido ósseo: localização, composição e densidade. O impacto da qualidade óssea na implantologia reflete-se em todo o processo de colocação do implante, com fatores como a resistência do implante, o módulo de elasticidade, a taxa de contacto osso-implante, e a tensão em torno de um implante em funcionamento afetam diretamente as taxas de sucesso. Sabe-se que as estruturas internas e externas dos ossos maxilares e mandibulares são diferentes dependendo da sua localização, o que se deve simultaneamente às suas diferentes biomecânicas. Enquanto a maxila tem osso cortical fino e estrutura trabecular extensa, a mandíbula tem tecido cortical mais espesso e menos tecido trabecular. As regiões anterior e posterior também diferem uma da outra. O osso mais denso encontra-se normalmente na maxila anterior, seguido da maxila anterior e posterior, enquanto a maxila posterior tem o osso menos denso. Na literatura, verificou-se que a posição (e, portanto, a composição do osso) também afeta a sobrevivência do implante. A densidade óssea pode ser medida com uma escala quantitativa de densidade óssea utilizando tomografia computadorizada (escala Hounsfield). Esta classificação da qualidade óssea foi proposta em 1988 por Carl E. Misch, um dentista americano reconhecido mundialmente pelos seus esforços para melhorar a implantologia como uma especialidade. Os quatro grupos foram classificados de acordo com as características brutas do osso cortical e trabecular. Enquanto o osso cortical tende a estar sempre nos mesmos locais, o osso trabecular não é quase tão constante e pode ser localizado com um maior grau de variação. Cada um destes tipos tem uma abordagem cirúrgica recomendada diferente, incluindo plano de tratamento, características e desenho do implante, protocolo cirúrgico, tempos de cicatrização, e carga progressiva. Estas mudanças na compreensão das diferenças entre os tipos de osso melhoraram grandemente a previsibilidade dos implantes.

### **Tipo de osso D1**

Este osso é quase inteiramente constituído por córtex denso. Está localizado na mandíbula anterior e pode ser comparado ao carvalho ou ácer. Na escala de Hounsfield, mede 1250 unidades ou mais. Tem uma grande área de contacto osso-implante (BIC) e uma elevada

estabilidade inicial do implante. A sua nutrição depende do perióstio devido a menos vasos sanguíneos. A intervenção deve ser conservadora e deve ser tomado especial cuidado para evitar o calor no osso.

### **Tipo de osso D2**

Tem osso cortical poroso e osso trabecular grosseiro. Pode ter múltiplas localizações, tais como a mandíbula anterior ou posterior e também a maxila anterior. Este tipo de osso pode ser comparado com pinheiro branco ou abeto. A sua densidade pode ser medida de 850 a 1250 na escala de Hounsfield. Oferece bom contacto osso-implante e boa vascularidade, pelo que são necessárias menos brocas durante a cirurgia.

### **Tipo de osso D3**

É constituída por uma camada porosa de cristais ósseos corticais e osso trabecular fino. Uma analogia táctil pode ser feita com madeira de balsa comprimida. Encontra-se normalmente na maxila anterior e posterior, mas também pode ser encontrada na mandíbula posterior. Pode ser lido de 350 a 850 unidades numa escala de Hounsfield. A sua estrutura porosa resulta em BIC inferior e requer um protocolo de perfuração diferente para conseguir a osteointegração. Tem uma grande oferta vascular que favorece a formação de um novo osso.

### **Tipo de osso D4**

É osso trabecular sem córtex. Encontra-se na parte de trás do maxilar e pode ser comparado ao esferovite comprimido ou à madeira de balsa leve. Pode ser lido de 150 a 350 unidades numa escala de Hounsfield. Como resultado da perfuração em osso de baixa densidade, o BIC está gravemente comprometido e a técnica cirúrgica deve ser delicada e precisa, a fim de não remover o osso e, em vez disso, comprimi-lo à volta do implante.

Entre as classificações numa base morfológica, a classificação mais considerada na literatura é a de Cawood e Howell, que foi delineada após um estudo aleatório, no qual analisaram a reabsorção do Maxila após a perda dos dentes e observaram que os processos de reabsorção seguem padrões bastante repetíveis apesar da variabilidade individual.

Para descrever a reabsorção óssea pós-extração, Cawood e Howell propuseram 5 classes para o Maxila e 6 classes para o Mandíbula.

- Classe I: Dentição presente.
- Classe II: crista alveolar pós-extração.
- Classe III: crista desdentada pós-extração tardia, mas com espessura adequada e dimensão vertical.
- Classe IV: crista com altura adequada, mas espessura insuficiente, definido como "lâmina de faca";
- Classe V: crista com espessura inadequada e dimensão vertical (perda do processo alveolar).
- Classe VI (apenas para a Mandíbula): crista deprimida, com atrofia do próprio osso basal.

Focando o aspeto clínico, nas classes I, II e III existe uma quantidade adequada de osso, o que torna possível a inserção de um implante, pelo que não há necessidade de técnicas cirúrgicas para aumentar o volume; as classes IV, V e VI, por outro lado, requerem uma correção do volume ósseo, devido ao defeito considerável que apresentam especificamente:

Atrofia de classe IV no osso maxilar: nota-se sobretudo a reabsorção óssea vertical. Deve ser feita uma distinção entre a maxila anterior e a posterior:

No sector posterior, em alguns casos podemos inserir o implante, mas apenas se a dimensão horizontal for mantida ( $\geq 10$  mm); contudo, mais frequentemente, temos de renunciar à inserção porque a espessura óssea vertical é insuficiente, devido à pneumatização do seio maxilar (o seio aumenta e conseqüentemente o seu chão migra para uma posição mais coronal).

No sector anterior, é mais fácil ter altura óssea suficiente ( $\geq 8$  mm) entre a margem alveolar e o chão da cavidade nasal.

Atrofia de classe IV na mandíbula: geralmente a altura óssea é normal, mas pode notar-se uma redução na dimensão horizontal na medida em que um implante não pode ser inserido.

A posterior, mesmo que haja espaço suficiente entre a margem alveolar e o canal alveolar inferior ( $\geq 8$  mm), há frequentemente uma redução na dimensão horizontal que impede a colocação de implantes.

Na anterior, por outro lado, mesmo que ocorra a reabsorção do processo alveolar, a anatomia do osso basal permite a inserção de implantes; por este motivo, a região entre os dois forames ósseos do queixo é considerada privilegiada: mostra uma quantidade suficiente de osso, o que não requer intervenções reconstrutivas para o aumentar, e uma considerável compactação óssea que garante estabilidade <sup>10</sup>.

## **TÉCNICAS DE OSTEODENSIFICAÇÃO**

### **Técnica com Osteótomos Manuais**

Dada a expansão da implantologia como disciplina reabilitante-protética, ao longo dos anos a investigação avançou para métodos mais refinados, visando a possibilidade de inserir implantes nas áreas onde não existe uma quantidade adequada de osso.

Em particular, no maxilar superior, a pneumatização do seio maxilar, por um lado, e a reabsorção do processo alveolar edéntulo, por outro, resultam frequentemente na ausência de estrutura óssea suficiente para a colocação de implantes. Por esta mesma razão, primeiro o Tatum em 1986 e depois o Summers em 1994 e 95 desenvolveram técnicas envolvendo a utilização de osteótomos a fim de permitir a reabilitação com implantes mesmo em locais onde, devido à má qualidade óssea, este tipo de tratamento não podia ser praticado, ou pelo menos era considerado arriscado.

Osteótomos são instrumentos dedicados à cirurgia de implantes e são utilizados em várias situações clínicas geralmente caracterizadas por défices qualitativos e quantitativos no osso disponível, geralmente no contexto da reabilitação com implantes.

Osteótomos apresentam tamanhos diferentes, geralmente utilizados de forma crescente até ao tamanho desejado de acordo com o diâmetro e comprimento do implante escolhido, na preparação do local do implante em osso tipo D3-D4 <sup>11</sup>.

Têm uma forma cilíndrica ou troncocónica, dependendo do sistema de implantes utilizado; são também utilizados num sistema de diâmetros crescentes, para que possam ser utilizados em sucessão, e têm entalhes de referência para medir a profundidade de trabalho. Existem dois tipos, de ponta côncava e de ponta convexa.

Independentemente do osteótomo utilizado, deve ser molhado com solução fisiológica estéril e, através de delicados golpes de martelo cirúrgico, iniciar-se-á o alargamento calibrado do local escolhido para o implante, com impacto no osso medular.

É precisamente no maxilar superior que estas técnicas envolvendo a utilização de osteótomos afirmam a sua importância, uma vez que a pneumatização do seio maxilar, por um lado, e a reabsorção do processo alveolar edéntulo, por outro, significam que muitas vezes existe um osso de má qualidade, impróprio para a colocação de implantes, pelo que em pacientes com estas características deve ser previsto um elevador do seio maxilar, que é uma operação mais arriscada e nem sempre viável; é nestes casos que a execução de um mini-elevador, graças à sistemática do osteótomo, representa uma evolução.

De facto, a Técnica de Elevação Sinusal Pequena, nos últimos anos, tem sido aperfeiçoada e tornada mais segura com a utilização de instrumentos apropriados, reduzindo assim o risco de complicações devidas a uma operação como a elevação total do seio e representando para o operador e o paciente uma excelente possibilidade de reabilitação.

Existem duas variantes da técnica acima referida, uma direta e outra indireta, mas ambas têm fases preparatórias comuns, ou seja, após a realização de um cuidadoso planeamento de raios X, possivelmente utilizando uma Tomografia Computadorizada, a fim de determinar a altura e espessura exatas da crista óssea residual.

A preparação com brocas e osteótomos começa a ser efetuada até se atingir uma distância de 1 mm do chão do seio maxilar, altura em que as duas técnicas diferem porque na técnica indireta as partículas ósseas são interpostas antes de compactar e levantar o chão do seio maxilar.

Neste caso, a dimensão vertical disponível pode ser aumentada até 6mm <sup>39</sup>.

Juntamente com os osteótomos é utilizado um martelo cirúrgico, como previsto, para atingir o osteótomo e depois aplicar pressão no fundo do local do implante: este procedimento pode causar o deslocamento dos otólitos no ouvido médio, fazendo com que o paciente sofra uma perda de orientação, conhecida como Vertigem Paroxística Benigna (VPB), obviamente a natureza desta desordem é transitória, mas altamente irritante para os pacientes que são afetados por ela. Deve, portanto, ser considerado como uma desvantagem deste procedimento em relação a outros <sup>40</sup>.

## Magnetic Mallet

O método do Martelo Magnético é utilizado em áreas atroficas dos maxilares, especialmente em casos de osso das classes D3 e D4, para criar um local com um volume adequado para a inserção de implantes, como a técnica manual do osteótomo analisada acima. O Maço Magnético, é um instrumento que substitui o martelo cirúrgico manual a fim de otimizar a técnica, tanto do ponto de vista do operador como do paciente. O dispositivo é um dispositivo magnético dinâmico montado numa peça de mão energizada por uma fonte de alimentação eletrónica que controla as forças e tempos de aplicação, é utilizado com uma mão e os impulsos são dados com um pedal de controlo, está equipado com diferentes inserções dependendo do procedimento cirúrgico para o qual se destina a ser utilizado, de facto a sua utilização é variada e toca diferentes áreas.

O objetivo é ligar expansores ósseos ou osteótomos à peça de mão e transmitir uma onda de choque à ponta destes, calibrados no momento da aplicação da força e, portanto, muito mais controláveis do que o método tradicional. De facto, ao explorar o impacto eletromagnético, o Martelo Magnético permite ter uma força de impacto de alta intensidade e muito curta duração, em comparação com a obtida com o martelo cirúrgico manual, de modo a obter uma deformação plástica apenas do osso a ser compactado, sem que este impulso se propague por toda a massa craniofacial. Isto evita a possibilidade de causar crises de vertigens paroxísticas benignas no paciente, um problema que surgiu no método de osteotomia manual, no qual foi utilizado um martelo cirúrgico manual. As ondas de choque geradas usando o martelo cirúrgico tradicional e usando o martelo magnético foram medidas em modelos naturais.

Com o martelo cirúrgico, a onda de choque gerada foi de 40 Dan (Deca Newton) (40 Kg) aplicada por 200  $\mu$ s; grande parte da energia assim obtida não se esgotou na deformação plástica do osso, mas afetou toda a massa da mandíbula.

Com o Martelo Magnético a onda de choque gerada foi de 90 Dan (90 Kg) aplicada para 8  $\mu$ s. A deformação plástica do osso foi assim muito facilitada e permitiu a absorção total da energia, a aceleração sobre a massa maxilar permanecendo mínima e em qualquer caso negligenciável. As melhorias trazidas pela utilização do Martelo Magnético podem ser vistas tanto pelo operador, no que respeita ao controlo das forças em jogo, maior simplicidade, maior

velocidade, controlo eletrónico e repetibilidade dos protocolos, o que é muito difícil de conseguir com instrumentos manuais; mas também pelo paciente por ser menos invasivo, livre de efeitos secundários importantes, ou ligado ao seu uso exclusivo, como o VPB para a técnica tradicional, demonstrado por um estudo de Crespi <sup>12</sup>.

A força rápida do martelo magnético forneceu um controlo preciso da direção de entrada do osteótomo ponta para dentro do osso. Este é um conceito importante, uma vez que osso é geralmente formado por partes com densidades diferentes, e o expansor tende a ser desviado quando passa de osso com uma densidade específica para outro com uma densidade mais baixa.

Além disso, a manipulação do martelo é muito simples, uma vez que as oscilações mecânicas transmitidas ao osteótomo são transmitidas sem dificuldades até ao osso <sup>12</sup>.

#### *Procedimento Cirúrgico - Remodelação óssea / Osteodensificação*

A compressão óssea lateral durante a preparação do local do implante pode melhorar a qualidade do osso tipo III, transformando-o em osso tipo II, oferecendo mais opções para implantes e para carga imediata. O mesmo se observa no osso tipo IV comprimido em osso tipo III como pode ser encontrado na região molar maxilar, especialmente quando a largura e altura do osso é insuficiente.

Após a exposição da crista óssea, o local do implante é primeiramente marcado com Osteotome 100P (ponta afiada) com força 1 ou 2 para a peça de mão padrão e força 1 para mais peça de mão, de acordo com a densidade óssea.

Para este procedimento cirúrgico, as forças são fixadas em 2 ou 3 para a peça de mão padrão e 1 ou 2 para mais peça de mão, de acordo com a densidade óssea.

O local do implante será criado expandindo o tecido ósseo tanto lateralmente contra as paredes laterais pré-existentes como apicalmente.

A osteotomia é progressivamente expandida com uma tiragem máxima de 1,1mm a cada pulso. O diâmetro final da osteotomia está entre 0,5 mm e 1,2 mm mal preparado, dependendo da densidade óssea local e do tipo de implante <sup>13</sup>.

*FISIOPATOLOGIA DA VERTIGEM POSICIONAL PAROXÍSTICA BENIGNA (VPPB) <sup>18, 40</sup>*

A vertigem posicional paroxística benigna (VPPB), é uma doença que afeta o ouvido e provoca sentimentos de vertigens, náuseas e vômitos, paroxística porque se caracteriza por um início violento e repentino, benigna porque tende a sarar, ao contrário de outras formas de vertigem posicional. No ouvido estão as ampolas, que funcionam como sensores de equilíbrio. Dentro destas ampolas encontram-se os otólitos, as concreções de oxalato de cálcio e o carbonato de cálcio.

A endolinfa preside ao controlo do equilíbrio no deslocamento angular. Os otólitos, por outro lado, controlam os movimentos para a frente para trás e para cima para baixo. Com cada movimento da cabeça, os otólitos, sendo mais pesados do que as línguas causam uma deflexão dos cílios do epitélio sensorial, que enviam um sinal ao cérebro informando-o de mudanças na posição da nossa cabeça no espaço. No caso de manobras cirúrgicas que transmitem tensão ao crânio, como com o uso de um martelo cirúrgico manual para cirurgia de elevação do piso sinusal, pode ocorrer o desprendimento destes otólitos, que se assentam no fundo da ampola, entre os sensores nervosos e, desde que permaneçamos em posição horizontal, não causam qualquer perturbação.

Durante o movimento ascendente, contudo, os otólitos descolados rolam dentro da ampola dando um impulso violento aos sensores, que por sua vez enviam um súbito e forte sinal de rotação para o cérebro.

Ao fazê-lo, eles estimulam incorretamente estes recetores, causando a ilusão de rotação.

## Osteodensificação com brocas

Devido às limitações, e por vezes complicações, associadas a métodos anteriores de aumento da osteodensidade e, portanto, da estabilidade primária do implante, entre 2013 e 2016 Salah Huwais desenvolveu uma nova técnica de osteodensificação <sup>14</sup>.

Usando uma colaboração da empresa com Versah, desenvolveu uma linha de brocas que foram capazes de criar o local do implante no osso e ao mesmo tempo osteodensificá-lo, que se chamavam Densah Drills. Este conceito relativamente novo com brocas universalmente compatíveis foi proposto para ajudar a melhorar a preparação da osteotomia, a densificação óssea e a elevação indireta do seio, e também para conseguir a expansão óssea em vários locais de densidade óssea variável. As brocas normais, helicoidais ou ranhuradas, cortam o osso eficazmente, mas geralmente não produzem uma osteotomia circunferencial precisa, mas com uma forma alongada e elíptica devido à vibração das brocas.

Neste caso, o cirurgião pode optar por reduzir o torque de inserção do implante, resultando em menor estabilidade primária e possível falta de integração.

As brocas desenvolvidas de acordo com o método Huwais, ao contrário das técnicas tradicionais de subtração, não perfuram o tecido ósseo, mas sim o tecido ósseo é compactado e, ao mesmo tempo, auto fabricado em direções centrípetas no que diz respeito ao local da osteotomia, de facto, quando uma broca osteoadesiva é rodada a alta velocidade na direção inversa, ou seja, na direção da osteodensificação e não de corte, com irrigação externa constante, forma-se uma camada forte e densa de tecido ósseo ao longo das paredes e na base da osteotomia.

Um tecido ósseo denso e compacto produz um maior aperto do implante dentário e pode acelerar a cicatrização.

As brocas standard helicoidais ou retas caneladas para a preparação do local do implante convencional têm 2-4 calhas que as guiam através da osteotomia. As brocas osteoadesivas são concebidas para serem utilizadas com motores cirúrgicos standard (800-1500 rpm), têm 4 ou mais calhas, de modo a terem uma guia mais precisa através do osso reduzindo a possibilidade de vibração, têm também uma aresta de corte em forma de cinzel e uma haste cónica, o que lhes permite penetrar mais profundamente no local escolhido. Durante a

osteodensificação, as brocas produzem uma deformação plástica controlada do osso, que permite a expansão de uma osteotomia cilíndrica sem escavar o tecido ósseo.

Uma outra característica é o aumento progressivo do diâmetro ao longo de todo o procedimento cirúrgico.

À medida que o diâmetro da broca aumenta, o osso pode expandir-se gradualmente até ao diâmetro final. A sua expansão pode permitir a colocação do comprimento total do implante em osso autógeno sem exposição da rosca.

Escolher o diâmetro do implante com base no diâmetro apical do dente ou do seu encaixe.

O implante precisa de ser ligeiramente mais largo do que o ápice do dente; isto permitirá que a estabilidade do implante seja proporcionada principalmente pela porção apical do encaixe.

Escolher um Densah Bur para ser a última broca de preparação com base no seu diâmetro em relação ao dente ou ao seu diâmetro apical do encaixe.

A broca final tem de ser  $\geq$  até ao diâmetro apical do dente ou do seu encaixe.

Após a osteotomia piloto, mudar o motor da broca para modo inverso (no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio com irrigação abundante).

Para preparar o sito, começar com a broca de OD mais estreita, em modo inverso, até atingir a profundidade desejada (começar por introduzir a broca em funcionamento na osteotomia.)

Ao sentir o feedback táctil da broca a sair da osteotomia, levantar e reaplicar a pressão com um movimento de bombeamento até atingir a profundidade desejada. Utilizar rebarbas cada vez mais largas até atingir a osteotomia de tamanho designado. À medida que o diâmetro da broca aumenta, o osso apical expandirá lentamente para acomodar o diâmetro do implante designado.

As brocas de Osteodensificação têm normalmente dois modos de utilização, podem ser utilizadas em modo de densificação ou em modo de corte. Para preservar e compactar o osso, é utilizado o Modo de Osteodensificação, e a broca irá rodar no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, auto enxertando e compactando as partículas e micro-fragmentos de osso fresados ao longo das paredes e do fundo do local do implante. Por outro lado, para cortar o osso e, portanto, para realizar uma perfuração tradicional, pode definir o Modo de Corte, no qual a mesma broca irá rodar no sentido dos ponteiros do relógio e perfurar o osso. Graças a estes dois modos diferentes, pode-se escolher protocolos operativos diferentes, pode-se preparar o local do implante usando apenas um modo em vez do outro (protocolo de corte ou

protocolo de osteodensificação), ou as brocas podem ser usadas tanto no modo de corte como no modo de osteodensificação durante o mesmo procedimento, para primeiro cortar e depois osteodensificar o local (protocolo de osteodensificação pós-corte) <sup>15</sup>.

*Procedimento de osteodensificação em osso mole e de qualidade média* <sup>16</sup>

Criar um retalho de tecido mole utilizando a técnica indicada para a posição do implante.

Perfurar até à profundidade desejada com a broca piloto, velocidade de perfuração no sentido dos ponteiros do relógio, depois cortar, 800 - 1500 rpm, com muita irrigação.

Dependendo do tipo de implante e do diâmetro selecionado para o local, começar com a broca mais estreita. Inverter o motor de perfuração, velocidade de perfuração no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, depois osteodensidade, de 800-1500 rpm, com irrigação abundante.

Começar a operar a broca na osteotomia no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio de densificação. Quando sentir o feedback táctil da broca empurrando para cima para fora da osteotomia, module a pressão com um movimento de bombagem até atingir a profundidade desejada, é sempre necessária uma irrigação abundante.

Se for sentida resistência, aumentar ligeiramente a pressão e o número de movimentos de ricochete-bomba para atingir a profundidade desejada.

Colocar o implante na osteotomia. Se o motor de perfuração for utilizado para colocar o implante no lugar, a unidade pode parar quando o torque máximo de posicionamento for atingido. Se apropriado, completar a colocação do implante na profundidade desejada com o valor de torque indicado pela chave dinamométrica.

*Procedimento de osteodensificação em osso de qualidade densa (a ser utilizado principalmente na mandíbula)* <sup>16</sup>

Neste procedimento serão necessários mais movimentos de rebote-bomba para atingir a profundidade desejada, uma vez que a força óssea será consideravelmente maior.

Criar um retalho de tecido mole utilizando a técnica indicada para a posição do implante.

Recomenda-se preparar a osteotomia 1,0 mm mais profunda que o comprimento do implante final, usando a broca piloto com velocidade de perfuração no sentido horário, depois em modo de corte, de 800-1500 rpm, e com muita irrigação.

Dependendo do tipo de implante e do diâmetro selecionado para o local, começar com a broca mais estreita. Inverter o motor de perfuração com velocidade de perfuração no sentido anti-horário, depois em modo de osteodensificação, 800-1500 rpm e manter a irrigação abundante. Comece a conduzir a broca para dentro da osteotomia. Quando sentir o feedback táctil da broca a empurrar para cima para fora da osteotomia, module a pressão com um movimento de bombeamento até atingir a profundidade desejada. A resistência e um ligeiro efeito de martelamento podem ser sentidos ao pressionar para fazer avançar a broca para a osteotomia. Mudar o motor da broca para o modo de corte e depois no sentido horário a 800-1500 rpm e sempre sob rega pesada. Comece a fazer avançar a broca para a osteotomia até atingir a profundidade desejada. Permanecendo na osteotomia, mudar o motor da broca para o modo de densificação, depois com a broca a rodar no sentido oposto, ou seja, no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, para densificar e auto encaixar o osso cortado nas paredes da osteotomia, densificando após o corte, em osso muito denso, pode fazer com que o operador sinta uma forte resistência. Se se evitar remover a broca entre os modos de corte e de densificação, as partículas de osso cortadas são redistribuídas dentro dos limites da osteotomia.

Colocar o implante na osteotomia. Se o motor de perfuração for utilizado para colocar o implante no lugar, a unidade pode parar quando o torque máximo de colocação for atingido. Se necessário, completar a colocação do implante à profundidade desejada com um valor de torque indicado pela chave dinamométrica.

É aconselhável utilizar a osteodensificação em osso denso para expandir uma largura de crista inferior à considerada adequada na mandíbula.

Em osso denso abundante: a broca osteodensificadora pode ser usada em modo de corte puro (800-1500 rpm) e depois no sentido horário, como uma broca tradicional, ou com o protocolo de densificação pós-corte como descrito no passo.

### *Procedimento de Osteodensificação para Facilitar a Expansão da Crista* <sup>16</sup>

A técnica de osteodensificação por meio de brocas, e, portanto, a preparação do local do implante por meio de brocas osteo adesivas, também tem um efeito positivo, e menos traumático, na expansão da crista óssea.

Por conseguinte, foi posto em prática um protocolo de trabalho para utilizar este método também para pequenas expansões localizadas de cristais.

À medida que o diâmetro da broca aumenta, o osso expande-se lentamente até ao seu diâmetro final <sup>17</sup>.

### **Avaliação quantitativa da densidade e da estabilidade: ISQ, BIC, BAFO**

Existem diferentes classificações para analisar a densidade óssea e a qualidade óssea, sendo a classificação de referência a de Misch, onde D3 e D4 são os dois tipos de classes com fraca ou muito fraca densidade óssea.

Examinámos o mais recente e inovador, ou seja, a técnica de Osteodensificação através de brocas, analisando toda a literatura sobre o assunto e comparando-a com as outras técnicas de osteodensificação ainda atualmente em uso, ou seja, a técnica manual com Osteótomos e o Martelo Magnético: o primeiro visa a compactação do osso com a ação mecânica de instrumentos cilíndricos ao longo das paredes da osteotomia.

Este procedimento, contudo, tem uma série de problemas e não está isento de complicações: além de não garantir um maior contacto osso-implante ou melhorar a estabilidade primária do implante, poderia, pelo contrário, criar tensões ou fraturas, ligadas à utilização manual do martelo cirúrgico, que prolongam a reabsorção óssea e também prejudicam a estabilidade secundária.

A reabsorção óssea, prejudicando também a estabilidade secundária; de facto, a utilização do martelo cirúrgico manual, além de ser completamente dependente do operador e reduzir a possibilidade de repetição clínica, pode induzir no paciente outra complicação de natureza mais incómoda, mas transitória, nomeadamente a vertigem paroxística benigna. Além disso,

presumiu-se que o osso era condensado apicalmente e lateralmente utilizando osteótomos, mas um estudo histológico mostra que este fenómeno de osteocondensação é relegado principalmente para a área apical, uma desvantagem que permanece no Martelo Magnético apesar de outras, como a complicação da VPPB ou a frequência das fraturas, diminuir.

Portanto, é precisamente devido à importância da densidade óssea, que está ligada à estabilidade do implante primário, que ela influencia fortemente o sucesso ou fracasso de um tratamento implante-protético. Ao longo do tempo, vários métodos têm sido desenvolvidos com o objetivo de aumentar a densidade óssea e consequentemente a estabilidade primária de um implante.

A maioria dos estudos experimentais avaliou a estabilidade primária através da avaliação do torque de inserção ou do quociente de estabilidade do implante (ISQ), obtido na prática clínica dentária numa base não invasiva através da medição rápida da frequência de ressonância após a colocação cirúrgica dos implantes. Os valores ISQ são utilizados como indicadores da estabilidade mecânica dos implantes, e acredita-se que tenham poder preditivo para a estabilidade dos resultados clínicos.

A maioria dos estudos experimentais com animais vivos utiliza osso íliaco de ovelha porque é um osso de baixa densidade e é considerado como tendo um comportamento semelhante ao do maxilar. Alguns autores têm usado porcos.

Concluíram que ocorrem valores mais elevados na OD e isto estava relacionado com uma maior estabilidade primária.

Nas avaliações histomorfométricas, os autores de várias publicações verificaram que a densidade e quantidade óssea nas paredes da osteotomia estão aumentadas na técnica da OD, advogando uma relação estatisticamente significativa com a estabilidade primária. Também segundo os vários autores, a estabilidade primária é determinante para a osteointegração, e consequentemente influencia a estabilidade secundária.

Na avaliação da estabilidade secundária, os estudos baseiam-se na análise histomorfométrica das amostras, sendo a interação do contacto osso-implante e a fração da área óssea ocupada determinada utilizando um microscópio ótico e um software de análise de imagem. Os resultados apontam para valores mais elevados nas técnicas de OD, atribuídos à osteocompactação dos detritos na parede.

Contacto osso a implante, por vezes chamado contacto implante ósseo, (BIC) é um termo que se refere a quanto da superfície do implante está a tocar o osso a um nível microscópico e é classificado como uma percentagem.

O BIC determina o grau de osteointegração através da tabulação da percentagem óssea de contacto ósseo em todo o perímetro da superfície relevante do implante <sup>31</sup>.

O tipo de osso desempenha um papel significativo na percentagem de osso a implantar em contacto. No osso mole ou médio, a estabilidade não é tipicamente tão boa. Quando ocorre a osteointegração, a estabilidade aumenta e, portanto, a percentagem de osso a implantar em contacto aumenta. No osso denso, a estabilidade é tipicamente muito melhor e quando ocorre osteointegração, a estabilidade permanece tipicamente a mesma, ou pode aumentar ligeiramente, mas não significativamente. Em casos de implantes falhados, a estabilidade é geralmente baixa e o contacto osso a implantar pode também diminuir. Depois de um implante dentário ser colocado, são feitas medições para determinar o nível de osso a implantar em contacto e pode utilizar esta informação para modificar o plano de tratamento do paciente.

Muitas teorias de remodelação óssea assumem a presença de contacto a 100% entre o osso e o implante, o que é inconsistente com a realidade clínica. Cerca de 50-80% de contacto osso-implante é normalmente visto com implantes clinicamente bem-sucedidos <sup>32</sup>.

A fração da área óssea ocupada (BAFO) é a percentagem da área dentro dos fios do implante ocupada por osso visivelmente distinguível.

A BAFO mede a quantidade de osso (osso recém-formado e não vital auto-enxertado/nativo devido à instrumentação) dentro dos fios do implante como uma percentagem <sup>31</sup>.

Os estudos que avaliaram os valores de BIC e BAFO afirmam que os valores são melhores utilizando a técnica de OD.

O artigo de Mello-Machado <sup>20</sup> declara os valores sobreponíveis com as diferentes técnicas analisadas.

Por outro lado, os estudos que analisaram o aumento percentual do volume ósseo encontraram melhores valores através da exploração dos métodos de OD.

O estudo de Inchingolo <sup>32</sup> não detetou qualquer diferença de ocupação da fração de área óssea % (BAFO) entre a técnica de perfuração cirúrgica após o período de cicatrização.

É possível notar que a maior parte dos estudos analisados confirma a osteodensificação no que diz respeito à manutenção da qualidade e quantidade de osso autógeno, o que influenciará

o resultado da cirurgia de implantes de forma notável porque assegura a estabilidade primária do implante colocado <sup>32</sup>.

Ao avaliar a técnica de osteodensificação, os estudos in-vivo demonstraram que esta técnica é capaz de aumentar a estabilidade primária do implante e manter a estabilidade secundária do implante e aumentar o volume ósseo em redor dos implantes dentários inseridos em osso de baixa densidade em relação aos procedimentos convencionais de perfuração de implantes. A osteodensificação evitou o sacrifício ósseo que parece inevitável com procedimentos convencionais de perfuração e evitou trabéculas fraturadas causando um atraso no crescimento ósseo, como com a técnica do osteótomo <sup>24</sup>.

Conceptualmente, a melhoria da estabilidade primária utilizando esta técnica está relacionada com a presença de lascas ósseas residuais formando uma parede de auto enxerto em torno do perímetro da osteotomia, criando uma "lâmina de implante dura". Além disso, não existem reentrâncias de resposta óssea negativa devido a micro fraturas ou a um extenso processo de remodelação de modelos relacionado com o esforço ósseo excessivo que afeta a osteointegração <sup>28</sup>, como pode ocorrer nas técnicas de osteotomias manuais ou no Martelo Magnético.

Sempre sobre o tema das técnicas com osteótomos, no artigo de El-Kholey <sup>24</sup> um estudo explicou em detalhe que a alta estabilidade primária provém do local mais pequeno da osteotomia que aumenta a densidade óssea interfacial mas simultaneamente danifica o osso, o que desencadeou um período imediato e prolongado de reabsorção óssea. Nos locais de perfuração convencionais, onde é criada uma câmara fechada entre a rosca do implante e o osso circundante, o sangue pode ser sustentado dentro da câmara resultando na formação de osso que, com o tempo, produz um aumento gradual na estabilidade do implante. Isto está de acordo com as descobertas de Lahens <sup>31</sup>, que afirmaram que a estabilidade global do implante com a técnica do osteótomo foi sugerida para diminuir ao máximo durante a fase de transição de estabilidade da estabilidade mecânica primária para a estabilidade biológica secundária.

Relativamente à preparação com o Martelo Magnético, o osteótomo poderia causar a rutura das trabéculas ósseas celulares em vez de os empurrar e compactar lateralmente nos espaços celulares. Além disso, mesmo que a tecnologia do maço não exija irrigação, é aconselhável por vezes irrigar o local com solução salina estéril para preservar a elasticidade óssea e reduzir a sua rigidez, diminuindo assim a ocorrência de micro fraturas <sup>28</sup>.

De qualquer modo, faltam documentos sobre a osteodensificação e limitam-se a estudos sobre animais e casos clínicos com seguimento a curto prazo, que não nos permitem fazer uma avaliação objetiva das vantagens da técnica tratada; uma das causas poderia ser a capacidade inovadora das brocas para a osteodensificação, que ainda hoje não fazem parte da prática clínica habitual dos implantes.

Em todos os artigos, contudo, o resultado da osteodensificação parece ser promissor no caso em que o osso autólogo é de má qualidade.



## 6. CONCLUSÃO

Uma vez que a estrutura interna do osso, descrita em termos de qualidade ou densidade, reflete uma série de propriedades biomecânicas, é precisamente por esta razão que a densidade óssea num local é um fator determinante no tratamento escolhido; de facto, existe uma relação comprovada, específica do local, entre má qualidade óssea e taxas reduzidas de sobrevivência do implante. Isto porque um local com fraca densidade óssea será mais propenso ao micromovimento e terá, portanto, uma estabilidade primária pobre, o que se refletirá numa fraca ou nenhuma integração óssea.

Todos estes inconvenientes representam desvantagens reais, que podem levar a complicações pós e intraoperatórias e não estão presentes na osteodensificação por meio de brocas. De facto, a osteodensificação por meio de brocas não apresenta nenhuma destas críticas encontradas nas outras duas técnicas principais de osteodensificação ; pelo contrário, há vantagens que as outras técnicas de osteodensificação não têm: tais como, por exemplo, a capacidade de criar uma camada de densificação em todo o local de preparação através da compactação de partículas ósseas para toda a extensão do local da osteotomia, e não predominantemente na zona apical como é o caso das duas técnicas anteriores, ou a possibilidade de ter um controlo operativo e repetição clínica mais precisos, muito mais fiáveis, em comparação com o martelo manual, mas também com o martelo magnético.

A principal vantagem, contudo, reside nos resultados alcançados com esta técnica, ou seja, limiares de densidade óssea e estabilidade primária mais elevados do que com outros métodos, a possibilidade de expandir a crista óssea, e melhores efeitos na cicatrização do local do implante.

Esta técnica é, portanto, particularmente indicada nos casos em que o local de preparação é um local com baixa densidade óssea, a fim de aumentar esta última e consequentemente aumentar a estabilidade primária do implante a ser inserido.

*Por todas estas razões, o autor com o presente estudo apoia a hipótese 1: a osteodensificação traz benefícios durante a colocação de implantes.*

Em particular, este estudo recomenda a utilização da Técnica de Osteodensificação da Broca, em oposição a outras técnicas, para aumentar a densidade óssea e a estabilidade primária através da osteodensificação, especialmente nos ossos de fraca densidade e qualidade, onde a preparação do local da osteotomia parece ser mais importante para o sucesso do tratamento com implantes.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guglielmotti MB, Olmedo DG, Cabrini RL. Research on implants and osteointegration. *Periodontol 2000*. 2019;79:178–189
2. Buser D, Sennerby L, De Bruyn H. Modern implant dentistry based on osteointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. *Periodontol 2000*. 2017 Feb;73(1):7-21.
3. Doonquah L, Holmes PJ, Ranganathan LK, Robertson H. Bone Grafting for Implant Surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2021 May;33(2):211-229.
4. Farré-Pagés N, Augé-Castro ML, Alaejos-Algarra F, Mareque-Bueno J, Ferrés-Padró E, Hernández-Alfaro F. Relation between bone density and primary implant stability. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2011 Jan 1;16(1):e62-7.
5. Slete FB, Olin P, Prasad H. Histomorphometric Comparison of 3 Osteotomy Techniques. *Implant Dent*. 2018 Aug;27(4):424-428.
6. Yeh YT, Chu TG, Blanchard SB, Hamada Y. Effects on Ridge Dimensions, Bone Density, and Implant Primary Stability with Osteodensification Approach in Implant Osteotomy Preparation. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2021 May-Jun;36(3):474-484.
7. Monje A, Ravidà A, Wang HL, Helms JA, Brunski JB. Relationship Between Primary/Mechanical and Secondary/Biological Implant Stability. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2019 Suppl;34:s7-s23.
8. Barberá-Millán J, Larrazábal-Morón C, Enciso-Ripoll JJ, Pérez-Pevida E, Chávarri-Prado D, Gómez-Adrián MD. Evaluation of the primary stability in dental implants placed in low density bone with a new drilling technique, Osteodensification: an in vitro study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2021 May 1;26(3):e361-e367.
9. Trisi P, Rao W. Bone classification: clinical-histomorphometric comparison. *Clin Oral Implants Res*. 1999 Feb;10(1):1-7.
10. Cawood JI, Stoelinga PJ. International Research Group on Reconstructive Preprosthetic Surgery. Consensus report. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2000 Jun;29(3):159-62.
11. Al-Almaie S. Immediate Dental Implant Placements Using Osteotome Technique: A Case Report and Literature Review. *Open Dent J*. 2016 Jul 29;10:367-74.

12. Crespi R, Capparè P, Gherlone EF. Electrical mallet in implants placed in fresh extraction sockets with simultaneous osteotome sinus floor elevation. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2013 May-Jun;28(3):869-74.
13. OsteoTouch™, Magnetic Mallet, Remodelação óssea e condensação / osteodensificação e expansão. Protocolos para remodelação plástica e expansão.
14. Huwais S, Meyer EG. A Novel Osteous Densification Approach in Implant Osteotomy Preparation to Increase Biomechanical Primary Stability, Bone Mineral Density, and Bone-to-Implant Contact. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2017 Jan/Feb;32(1):27-36.
15. Huwais S. Inventor; Fluted osteotome and surgical method for use. US Patent Application US2013/0004918; 3 January, 2013.
16. Densah® Bur & Versah® Universal Guided Surgery System Instructions for Use .
17. Koutouzis T, Huwais S, Hasan F, Trahan W, Waldrop T, Neiva R. Alveolar Ridge Expansion by Osteodensification-Mediated Plastic Deformation and Compaction Autografting: A Multicenter Retrospective Study. *Implant Dent*. 2019 Aug;28(4):349-355.
18. von Brevern M, Bertholon P, Brandt T, Fife T, Imai T, Nuti D, Newman-Toker D. Benign paroxysmal positional vertigo: Diagnostic criteria Consensus document of the Committee for the Classification of Vestibular Disorders of the Bárány Society. *Acta Otorrinolaringol Esp (Engl Ed)*. 2017 Nov-Dec;68(6):349-360.
19. Mullings O, Tovar N, Abreu de Bortoli JP, Parra M, Torroni A, Coelho PG, Witek L. Osteodensification Versus Subtractive Drilling Techniques in Bone Healing and Implant Osteointegration: Ex Vivo Histomorphologic/Histomorphometric Analysis in a Low-Density Bone Ovine Model. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2021 Sep-Oct;36(5):903-909.
20. Mello-Machado RC, Sartoretto SC, Granjeiro JM, Calasans-Maia JA, de Uzeda MJPG, Mourão CFAB, Ghiraldini B, Bezerra FJB, Senna PM, Calasans-Maia MD. Osteodensification enables bone healing chambers with improved low-density bone site primary stability: an in vivo study. *Sci Rep*. 2021 Jul 29;11(1):15436.
21. Gaikwad AM, Joshi AA, Nadgere JB. Biomechanical and histomorphometric analysis of endosteal implants placed by using the osteodensification technique in animal models: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent*. 2022 Jan;127(1):61-70.

22. Bergamo ETP, Zahoui A, Barrera RB, Huwais S, Coelho PG, Karateew ED, Bonfante EA. Osteodensification effect on implants primary and secondary stability: Multicenter controlled clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2021 Jun;23(3):317-328.
23. Witek L, Alifarag AM, Tovar N, Lopez CD, Gil LF, Gorbonosov M, Hannan K, Neiva R, Coelho PG. Osteogenic parameters surrounding trabecular tantalum metal implants in osteotomies prepared via osteodensification drilling. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2019 Nov 1;24(6):e764-e769.
24. El-Kholey KE, Elkomy A. Does the Drilling Technique for Implant Site Preparation Enhance Implant Success in Low-Density Bone? A Systematic Review. *Implant Dent*. 2019 Oct;28(5):500-509.
25. Gaspar J, Proença L, Botelho J, Machado V, Chambrone L, Neiva R, Mendes JJ. Implant Stability of Osteodensification Drilling Versus Conventional Surgical Technique: A Systematic Review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2021 Nov-Dec;36(6):1104-1110.
26. de Carvalho Formiga M, Gehrke AF, De Bortoli JP, Gehrke SA. Can the design of the instruments used for undersized osteotomies influence the initial stability of implants installed in low-density bone? An in vitro pilot study. *PLoS One*. 2021 Oct 7;16(10):e0257985
27. Tian JH, Neiva R, Coelho PG, Witek L, Tovar NM, Lo IC, Gil LF, Torroni A. Alveolar Ridge Expansion: Comparison of Osteodensification and Conventional Osteotome Techniques. *J Craniofac Surg*. 2019 Mar/Apr;30(2):607-610.
28. Oliveira PGFP, Bergamo ETP, Neiva R, Bonfante EA, Witek L, Tovar N, Coelho PG. Osteodensification outperforms conventional implant subtractive instrumentation: A study in sheep. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2018 Sep 1;90:300-307.
29. Schierano G, Baldi D, Peirone B, Mauthe von Degerfeld M, Navone R, Bragoni A, Colombo J, Autelli R, Muzio G. Biomolecular, Histological, Clinical, and Radiological Analyses of Dental Implant Bone Sites Prepared Using Magnetic Mallet Technology: A Pilot Study in Animals. *Materials (Basel)*. 2021 Nov 17;14(22):6945
30. Tretto PHW, Fabris V, Cericato GO, Sarkis-Onofre R, Bacchi A. Does the instrument used for the implant site preparation influence the bone-implant interface? A systematic review of clinical and animal studies. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2019 Jan;48(1):97-107.

31. Lahens B, Neiva R, Tovar N, Alifarag AM, Jimbo R, Bonfante EA, Bowers MM, Cuppini M, Freitas H, Witek L, Coelho PG. Biomechanical and histologic basis of osteodensification drilling for endosteal implant placement in low density bone. An experimental study in sheep. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2016 Oct;63:56-65.
32. Inchingolo AD, Inchingolo AM, Bordea IR, Xhajanka E, Romeo DM, Romeo M, Zappone CMF, Malcangi G, Scarano A, Lorusso F, Isacco CG, Marinelli G, Contaldo M, Ballini A, Inchingolo F, Dipalma G. The Effectiveness of Osteodensification Drilling Protocol for Implant Site Osteotomy: A Systematic Review of the Literature and Meta-Analysis. *Materials (Basel)*. 2021 Feb 28;14(5):1147
33. Cáceres F, Troncoso C, Silva R, Pinto N. Effects of osteodensification protocol on insertion, removal torques, and resonance frequency analysis of BioHorizons® conical implants. An ex vivo study. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2020 Oct-Dec;10(4):625-628.
34. Hindi AR, Bede SY. The effect of osteodensification on implant stability and bone density: A prospective observational study. *J Clin Exp Dent*. 2020 May 1;12(5):e474-e478
35. Delgado-Ruiz R, Gold J, Somohano Marquez T, Romanos G. Under-Drilling versus Hybrid Osteodensification Technique: Differences in Implant Primary Stability and Bone Density of the Implant Bed Walls. *Materials (Basel)*. 2020 Jan 15;13(2):390.
36. Padhye NM, Padhye AM, Bhatavadekar NB. Osteodensification -- A systematic review and qualitative analysis of published literature. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2020 Jan-Mar;10(1):375-380. doi: 10.1016/j.jobcr.2019.10.002.
37. Witek L, Neiva R, Alifarag A, Shahraki F, Sayah G, Tovar N, Lopez CD, Gil L, Coelho PG. Absence of Healing Impairment in Osteotomies Prepared via Osteodensification Drilling. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2019 Jan/Feb;39(1):65-71.
38. Alifarag AM, Lopez CD, Neiva RF, Tovar N, Witek L, Coelho PG. Atemporal osteointegration: Early biomechanical stability through osteodensification. *J Orthop Res*. 2018 Sep;36(9):2516-2523.
39. Bhalla N, Dym H. Update on Maxillary Sinus Augmentation. *Dent Clin North Am*. 2021 Jan;65(1):197-210.

40. Sammartino G, Mariniello M, Scaravilli MS. Benign paroxysmal positional vertigo following closed sinus floor elevation procedure: mallet osteotomes vs. screwable osteotomes. A triple blind randomized controlled trial. Clin Oral Implants Res. 2011 Jun;22(6):669-72.