



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**IMPLANTES SUBPERIOSTEAIS COMO OPÇÃO EM  
REABILITAÇÃO ORAL**

Trabalho submetido por  
**Cristina Jomir**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**novembro de 2022**





**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**IMPLANTES SUBPERIOSTEAIS COMO OPÇÃO EM  
REABILITAÇÃO ORAL**

Trabalho submetido por  
**Cristina Jomir**  
para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**Prof. Doutor Pedro de Melo e Moura**

e coorientado por  
**Mestre António José de Sousa da Silva**

**novembro de 2022**



## DEDICATÓRIA

*“Com paciência e perseverança muito se alcança”.*  
Theophile Gautier

Ao meu filho Eduard,



## AGRADECIMENTOS

Finalizada uma etapa particularmente importante na minha vida, não poderia de deixar de expressar o mais profundo agradecimento a todos aqueles que me apoiaram nesta longa caminhada.

Em primeiro lugar, gostava de agradecer ao meu orientador, Prof. Doutor Pedro de Melo e Moura que demonstrou apoio e ajudou sempre que foi necessário. Um grande obrigada pela sua disponibilidade.

Ao meu coorientador, Mestre António de Sousa da Silva pelo seu grande e importante contributo na realização deste trabalho.

À empresa BoneEasy pela partilha de informação e imagens.

Aos meus pais, Lidia e Valeriu, ao meu irmão, Mihai, à quem devo a minha vida, que acreditaram e apoiaram-me deste o início, tornando assim os meus sonhos possíveis.

Ao meu marido Ion, por todo o amor, por nunca duvidares de mim e por estares sempre ao meu lado, em todos os momentos da minha vida. Agradeço todo o amor incondicional.

Ao meu filho, Eduard, que durante um ano, o último ano da faculdade, transmitiu-me e deu-me as maiores forças para concluir mais uma etapa importante na minha vida. Foste uma força, um pilar que me acompanhou desde que apareceste na minha vida.

À minha querida amiga Nelya, minha companheira de box, agradeço do fundo do coração por todos os momentos que passamos juntas. Obrigada por me teres dado sempre a mão e por estares sempre ao meu lado. Ensinaste-me a evoluir e a ter mais confiança em mim. Uma amizade que tenho a certeza que vou levar para o resto da vida.

Aos meus amigos Catarina e Gonçalo, por toda a amizade incondicional. Começamos juntos, acabamos juntos.

Aos meus sogros, especialmente à minha sogra, Viorica, por ter estado sempre do meu lado. Um obrigada gigante.

*Eternamente grata,*



## RESUMO

A perda dentária é muito comum e pode acontecer em consequência de doença ou trauma. A Implantologia é uma das principais áreas da medicina dentária, sendo que atualmente são mais as pessoas que procuram melhorar a sua saúde dentária através de diferentes tipos de implantes e próteses.

O principal objetivo da reabilitação oral com implantes dentários é, atualmente, restabelecer e restaurar a estética e função mastigatória do paciente desdentado. Porém, nem todos os candidatos à colocação de implantes são aceites, uma vez que fatores como a quantidade e qualidade de osso, são condições limitadas. Posto isto, a reabilitação oral com implantes subperiosteais é uma indicação em casos de atrofia severa dos maxilares, ou seja, não exige intervenções para aumentar os níveis ósseos, como enxertos em bloco, regeneração óssea guiada, osteogénese distração, elevação do seio maxilar, transposição do nervo alveolar ou expansão do nervo alveolar.

Com o desenvolvimento técnico mais recente, mais concretamente, produção CAD-CAM de peças ajustadas, é possível ser produzido implante subperiosteal personalizado e individual, conforme a necessidade do paciente. Estes são fibrointegrados, ou seja, a sua fixação à estrutura óssea é obtida através da justaposição entre o tecido ósseo maxilar e o tecido periosteal. Estes implantes são fixos com parafusos de titânio, o que leva à sua osteointegração, bem como a estrutura que esta em contacto ósseo.

O objetivo desta monografia é efetuar uma revisão narrativa da bibliografia disponível e abordar as novas opções de reabilitação com implantes subperiosteais.

Para tal, foi realizada pesquisa e consulta de artigos científicos publicados nas bases de dados *B-on*, *PubMed* e *Cochrane*, incluindo artigos com texto disponível em português, inglês, com datas de publicação entre 1998 a 2022, dando relevância aos artigos dos últimos 10 anos.

**Palavras-chave:** implante dentário; implante subperiosteal; implantes individuais; reabilitação oral.



## **ABSTRACT**

Tooth loss is very common and can happen because of illness or trauma. Implantology is one of the main areas of dentistry, and currently it is more for people looking to improve their dental health through different types of implants and prostheses.

The main objective of oral rehabilitation with dental implants is currently to restore and remake the esthetics and masticatory function of the edentulous patient. However, not all candidates for implant placement are accepted since factors such as the quantity and quality of bone are limited conditions. That said, oral rehabilitation with subperiosteal implants is an indication in cases of severe atrophy of the jaws. It does not require interventions to increase bone levels, such as block grafts, guided bone regeneration, distraction osteogenesis, maxillary sinus elevation, transposition of the alveolar nerve or expansion of the alveolar nerve.

With the latest technical development, more specifically, CAD-CAM production of fitted parts, it is possible to produce a personalized and individual subperiosteal implant, according to the patient's needs. These are fibrointegrated, that is, their fixation to the bone structure is obtained through the juxtaposition between the maxillary bone tissue and the periosteal tissue. These implants are fixed with titanium screws, which leads to their osseointegration, as well as the structure that is in bone contact.

The objective of this monograph is to carry out a narrative review of the available literature and address the new rehabilitation options with subperiosteal implants.

To this end, research and consultation of scientific articles published in the B-on, PubMed and Cochrane databases was carried out, including articles with text available in Portuguese, English, with publication dates between 1998 and 2022, giving relevance to articles from the last 10 years old.

**Keywords:** dental implant; subperiosteal implant; individualized implants; oral rehabilitation



## ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....	9
I. INTRODUÇÃO .....	11
II. DESENVOLVIMENTO .....	13
1. PERIODONTO.....	13
2. TECIDO ÓSSEO.....	14
2.1. Características e organização do tecido ósseo .....	14
2.2. Matriz óssea.....	15
2.3. Elementos celulares .....	16
2.3.1. Linha osteoblástica .....	16
2.3.2. Linha osteoclástica .....	17
2.4. Tipos ósseos.....	18
2.5. Remodelação óssea.....	19
2.6. Tipologia óssea relacionada com a cavidade oral .....	21
2.7. Crescimento do esqueleto Craniofacial .....	24
2.7.1. Maxila.....	24
2.7.2. Mandíbula.....	25
2.7.3. Osso malar ou zigomático .....	26
2.8. Importância da qualidade óssea.....	27
2.9. Causas de reabsorção óssea .....	29
3. História da Implantologia .....	30
3.1. Tipos de Implantes Dentários .....	31
3.2. Evolução dos implantes subperiosteais .....	31
3.3. Estrutura do implante.....	34
3.3.1. Substrutura.....	36
3.3.2. Braços .....	37

3.3.3. Supra-estrutura .....	38
3.4. Oclusão em implantes subperiosteais .....	39
3.5. Indicações .....	39
3.6. Material constituinte .....	40
3.7. Fases da reabilitação oral com implantes subperiosteais.....	41
3.7.1. Exame e diagnóstico clínico .....	41
3.7.2. Fase Pré-cirúrgica .....	41
3.7.2.1. Exames radiológicos .....	42
a) Tomografia computadorizada de feixe cónico .....	42
b) Vantagens e desvantagens do planeamento cirúrgico virtual 3D.....	42
3.7.3. Fase cirúrgica.....	43
3.7.3.1. Técnicas cirúrgicas: antigamente & atualidade .....	43
3.7.3.2. Protocolo BoneEasy .....	45
3.7.4. Fase pós-cirúrgica.....	49
3.8. Contra-indicações /Complicações .....	49
III. CONCLUSÃO.....	53
IV. BIBLIOGRAFIA.....	54
V. ANEXOS	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Anatomia do processo alveolar e seus componentes (Imagem original).....	14
Figura 2 - Esquema representativo da distribuição e localização das células da linha osteoblástica na matriz óssea. Adaptado de Judas <i>et al.</i> , 2012.....	17
Figura 3 - Osso esponjoso e osso compacto. Adaptado de Judas <i>et al.</i> , 2012.....	19
Figura 4 - Sistema de Havers, com os canalículos irradiando-se das lacunas para o canal de Havers. Adaptado de Montanari, 2016. ....	19
Figura 5 - Fragmento de osso compacto, com sistema de Havers (SH) e canais de Havers (H). Adaptado de Montanari, 2016.....	19
Figura 6 - Esquema representativo da remodelação óssea. Adaptado de Henriksen K. <i>et al.</i> , 2009.....	21
Figura 7 - Esquema representativo das características do osso que influenciam a resistência à fratura. Adaptado de Aydin <i>et al.</i> , 2017. ....	22
Figura 8 - Classificação de Lekholm e Zarb da qualidade óssea alveolar. Adaptado de Yuan, 2020. ....	23
Figura 9 - Áreas de reabsorção e de aposição na mandíbula. Imagem original. ....	25
Figura 10 - Cabeça óssea (vista anterior). Adaptado de Sobotta, 2008.....	26
Figura 11 - Fatores que afetam a osteointegração. Adaptado de Gaviria <i>et al.</i> , 2014....	27
Figura 12 - Tomografia computadorizada da crista maxilar com atrofia óssea. Adaptado de Mapkar & Syed, 2015.....	33
Figura 13 - Sistema AMSI e superestrutura de conexão. Adaptado de Van den Borre <i>et al.</i> , 2021.....	36
Figura 14 - O implante subperiosteal personalizado e projetado com um software CAD. Implante com os pilares integrais e os parafusos de fixação: vista vestibular, lingual e oclusal. Adaptado de Mangano, 2020. ....	38
Figura 15 - Planeamento pré-cirúrgico e fabrico do implante (vista lateral): a) reconstrução óssea 3D; b) implante subperiosteal e os pilares em posição; c) sobreposição dos tecidos moles para avaliação dos pilares protéticos; d) avaliação preliminar da possível reconstrução protética; e) reconstrução óssea 3D. Adaptado de Cerea e Dolcini, 2018.....	45
Figura 16 - Implante subperiosteal na maxila superior. Adaptado de BoneEasy, 2022.	47
Figura 17 - Implante subperiosteal na mandíbula. Adaptado de BoneEasy, 2022.....	48

Figura 18 - O implante de titânio grau V personalizado fabricado por SLM (BoneEasy, Ovar, Portugal). Adaptado de Ayna & Gülses, 2022. .... 48

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

**3D** – Três dimensões

**AMIS** – Estrutura de implantes subperiosteais fabricados aditivamente

**BMP** – Proteína morfogenética óssea

**BMU** – Unidade multicelular básica

**BQI** – Índice de qualidade óssea

**CAD** – Desenho assistido por computador

**CBCT** – Tomografia computadorizada de feixe cônico

**DICOM** – Imagem Digital e Comunicação

**DMSL** – Sinterização direta a laser de metal

**EBM** – Fusão seletiva por feixe de elétrons

**FDA** – Food and Drug Administration

**FGF** – Fator de crescimento de fibroblastos

**LPD** – Ligamento periodontal

**MMP9** – Metaloproteinase-9 da matriz

**RANK** – Recetor Ativador do Fator Nuclear Kappa B

**RANKL** – Ligante ao Recetor do Ativador do Fator Nuclear Kappa B

**SH** – Sistema de Havers

**SLM** – Fusão Seletiva a Laser

**SLS** – Sinterização seletiva a laser

**TC** – Tomografia computadorizada

**TGFβ** – Fator de crescimento transformador β



## I. INTRODUÇÃO

A reabilitação oral através da utilização de implantes dentários é um meio de reabilitação em que há substituição de dentes ausentes por peças protéticas (Raikar *et al.*, 2017; Grisar *et al.*, 2017). A reabilitação protética, implanto-suportada, deve ser posta em prática consoante a necessidade do paciente, das suas expectativas e das suas condições, havendo assim diferentes opções de tratamento dependendo da situação clínica do paciente. O que torna a implantologia dentária única é a capacidade de restaurar a função mastigatória, estética e devolver o conforto ao paciente, independentemente se o paciente apresenta atrofia óssea, doença ou lesão no sistema estomatognático. Assim, a substituição de peças dentárias ausentes através da reabilitação oral é fundamental para o aumento da qualidade de vida do paciente (Misch, 2005).

A perda de peças dentárias pode ocorrer por diversas causas nomeadamente, cárie dentária, doença periodontal, trauma, doença sistémica, degenerativa ou oncológica, levando a problemas estéticos e funcionais, sendo que a substituição dos dentes naturais contribui para a saúde geral dos pacientes (Clark & Levin, 2019; Knaus *et al.*, 2019).

Inicialmente, os implantes subperiosteais apresentavam desvantagens, como a técnica de fabricação complexa e o facto de ser necessário uma primeira fase cirúrgica para a impressão do osso residual, com exposição à cavidade oral, sendo que era um procedimento muito invasivo (Linkow & Ghalili, 1998). Estes tipos de implante não são ancorados dentro do osso, porém são moldados consoante a crista óssea residual. Têm sido um assunto controverso desde que foram introduzidos. Estes foram substituídos pelos implantes endósseos, introduzidos pelo professor Brånemark da Universidade de Gothenburg devido a inúmeras taxas de complicações (Amorim *et al.*, 2019). Apesar de estes apresentarem muitas vantagens em relação aos implantes subperiosteais, a colocação de implantes endósseos ou zigomáticos, não é uma boa opção em caso de perda óssea severa (Oshida *et al.*, 2010; Mommaerts, 2017). Isto é, a principal complicação associada à colocação do implante zigomático é a presença ou desenvolvimento de sinusite maxilar, que pode aparecer vários anos após a instalação do implante, ou mesmo quando há falta do implante, sendo por isso, uma alternativa viável, nestes casos, os implantes subperiosteais (Mommaerts, 2019; Linkow & Ghalili, 1998).

De modo a se obter um implante com um favorável prognóstico, é necessário ter em consideração fatores como, qualidade e quantidade de osso, dado que existem determinadas doenças que comprometem o contacto íntimo do implante com o osso recetor. O osso na ausência de dentes, tem a tendência a retrair com o tempo, ou seja, a porosidade fica tão grande que os implantes não têm suporte suficiente para terem estabilidade (Mapkar & Syed, 2015).

Posto isto, atualmente, a associação da tecnologia digital à implantologia, usa novos métodos imagiológicos como a CBCT e os vários fatores que desempenham um papel de sucesso desses implantes como o desenho do implante, cirurgia menos traumática, melhor compreensão das estruturas anatómicas envolvidas, moldagens mais precisas e, contactos oclusais adequados no final, sendo possível recuperar este tipo de implante (Mapkar & Syed, 2015). Assim, diferentes opções de tratamento para cada situação clínica serão postas em prática após uma avaliação individual (Chang & Giannobile, 2012; Schou *et al.*, 2000).

## II. DESENVOLVIMENTO

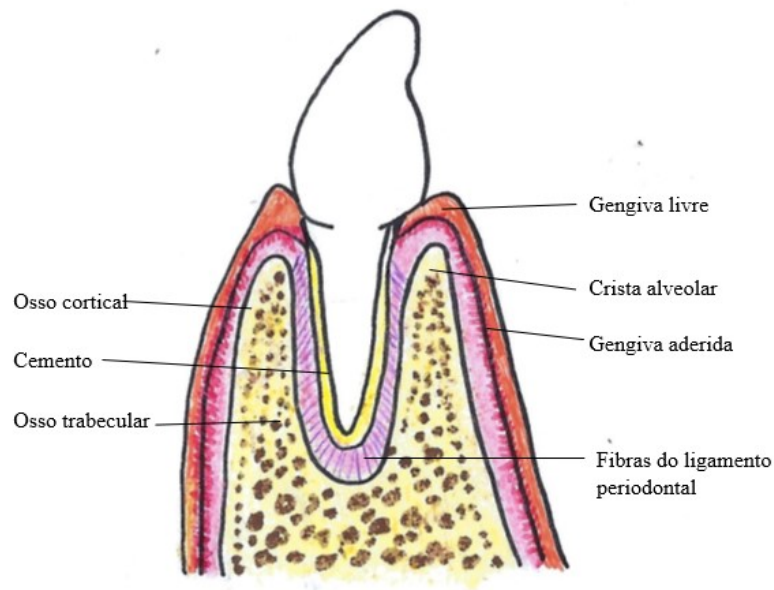
### 1. PERIODONTO

O periodonto é composto por tecidos de suporte (periodonto marginal e periodonto de inserção ou suporte), pelo osso alveolar, ligamento periodontal e cimento radicular. Este apresenta função de proteção da integridade do dente, nervo e vasos sanguíneos das lesões por carga mecânica, mantendo, desta maneira, a integridade da superfície da mucosa mastigatória. Apresenta também um papel de união entre osso e dente (Avila-Ortiz *et al.*, 2019; Tomokiyo *et al.*, 2019). Para um periodonto estável e intacto, a saúde gengival tem de apresentar <10% de locais com sangramento e profundidade de sondagem  $\leq 3$  milímetros (Chapple *et al.*, 2018).

O ligamento periodontal, LPD, é uma rede fibrosa, constituída por tecido conjuntivo laxo alinhado com o cimento da raiz dos dentes e com osso alveolar da maxila e mandíbula, apresentando diferentes feixes de colagénio, como fibras da crista alveolar, fibras horizontais, oblíquas e apicais, tendo assim, função de estabilidade mecânica (Monje *et al.*, 2015).

A gengiva corresponde à mucosa mastigatória que cobre o osso alveolar e que circunda a porção mais cervical dos dentes. Esta é contínua no sentido apical com a mucosa alveolar e apresenta terminação na margem gengival livre, com direção à coroa (MacBeth *et al.*, 2016). Pode ser classificada como gengiva livre, interdentária e inserida. A gengiva livre engloba a gengiva vestibular, lingual ou palatina, sendo que, normalmente, esta fica na superfície do esmalte, cerca de 0.5 – 2 mm coronariamente à junção cimento – esmalte. A gengiva interdentária é composta pela papila interdentária e pela gengiva aderida, como podemos observar na Figura 1. Desde a mucosa alveolar até à gengiva livre, esta gengiva está aderida firmemente ao osso através do periosteio e cimento radicular, devido às fibras de colagénio (Monje *et al.*, 2015).

O cimento radicular é considerado como tecido calcificado que apresenta características em comum com o tecido ósseo, recobrando assim, todas as superfícies radiculares dos dentes. Apresenta como principal função ancoragem do dente com as fibras principais e o osso alveolar, contendo dois tipos de fibras, fibras extrínsecas (Sharpey), embutidas nas fibras principais e fibras intrínsecas, que são as próprias do cimento (MacBeth *et al.*, 2016).



**Figura 1** - Anatomia do processo alveolar e seus componentes (Imagem original).

## **2. TECIDO ÓSSEO**

### **2.1. Características e organização do tecido ósseo**

O tecido ósseo é uma estrutura dinâmica, que apresenta capacidade de crescimento, remodelação e que se mantém funcional durante toda a vida do organismo. O crescimento ósseo consiste na formação de tecido ósseo novo, associado à reabsorção parcial de tecido já formado (Montanari, 2016).

O **periósteo** é uma membrana de tecido conjuntivo que se encontra na superfície externa do osso cortical. Este tecido não está presente em superfícies articulares, superfícies sesamoides ou inserções de tendões (Alencar *et al.*, 2020). O periósteo é rico em componentes microvasculares, mantendo assim uma conexão com o córtex ósseo por fibras conjuntivas, chamadas fibras de *Sharpey*. As terminações nervosas livres das fibras não mielinizadas, estão associadas à percepção da dor (Judas *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2022).

O perióstio é extremamente importante no processo de osteogênese, não só fornece substâncias e células necessárias nesta fase, mas também tem um papel importante na reparação óssea devido à estimulação de fatores reguladores biológicos ou estimulação mecânica, apresentando função de proteção e de nutrição do osso, e, sendo uma importante ligação intermediária de muitos músculos e ligamentos o osso, tem um papel importante biomecânico (Zhang *et al.*, 2022; Linkow *et al.*, 1998). O perióstio muda com o tempo, ou seja, com o envelhecimento ganha tenacidade, perde elasticidade e torna-se mais vascularizado (Alencar *et al.*, 2020; Judas *et al.*, 2012).

O **endóstio** é uma camada revestida por células osteoprogenitoras e por osteoblastos, que se encontra na superfície mais interna do osso cortical e esponjoso. Esta camada tem um papel fulcral no processo regenerativo e remodelativo do osso (Watson & Adams, 2018).

Entre o endóstio e perióstio, está presente uma linha de transição, rica em tecido conjuntivo com presença de colagénio, contendo células da linha osteoprogenitora, bem como os vasos sanguíneos e terminações nervosas. Esta linha de terminação permite que haja nutrição do tecido ósseo e permite difusão de substâncias e troca de nutrientes, assim, o endóstio e o perióstio têm um papel importante no metabolismo ósseo (Lindhe *et al.*, 2008; Zühr & Hurzeler, 2012).

## 2.2. Matriz óssea

A matriz óssea é composta essencialmente por componentes orgânicos (35%), mais precisamente por fibras de colagénio de tipo I e por um componente inorgânico (65%) (Montanari, 2012). O componente orgânico confere resistência às forças de tensão, em contrapartida, a parte inorgânica constituída essencialmente por hidroxiapatite, fornece a maior parte da resistência óssea, rigidez e resistência às forças de compressão (Buck & Dumanian, 2012).

O colagénio e os restantes constituintes da matriz óssea, são sintetizados pelo retículo endoplasmático dos osteoblastos, ocorrendo em duas etapas, deposição da matriz orgânica, onde os osteoblastos secretam proteínas de colagénio e numa segunda, onde ocorre a mineralização da matriz (Judas *et al.*, 2012).

## **2.3. Elementos celulares**

O tecido ósseo é um tecido conjuntivo mineralizado composto por quatro tipos de células, os osteoclastos, osteoblastos, células de revestimento ósseo e osteócitos, correspondendo assim, a 10% do volume ósseo total (Florencio-Silva *et al.*, 2015). Estas células, relativamente à sua morfologia e localização, assumem diversas funções em relação à matriz, estando acopladas em duas séries distintas: células da linha osteoblástica, responsáveis pelo processo de formação da matriz óssea e células da linha osteoclástica, relacionadas com a sua reabsorção (Buck & Dumanian, 2012).

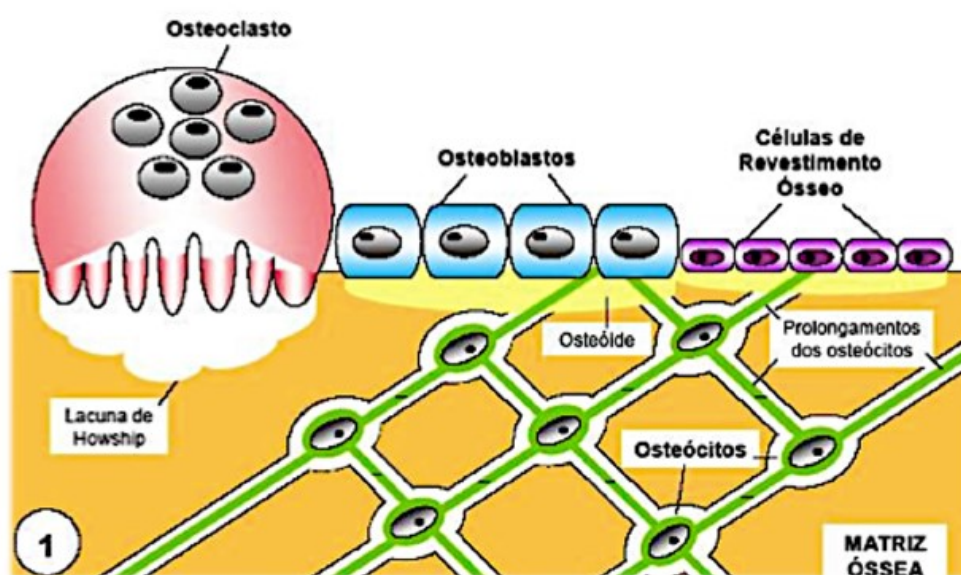
O osso, sendo um tecido conjuntivo ativo ao longo da vida, encontra-se em constante formação de matriz óssea – processo de remodelação – tendo como objetivo base, a manutenção da dureza e do volume do osso (Judas, 2012).

### **2.3.1. Linha osteoblástica**

**Osteoblastos:** São células cuboides totalmente diferenciadas mononucleadas, derivadas de células-tronco mesenquimais que estão localizadas ao longo da superfície óssea. Apresenta função de formação óssea, realizando assim, a síntese da matriz óssea e a sua mineralização. Dentro da matriz, são sintetizadas diversas proteínas, sendo o colagénio tipo I um exemplo. Este processo inicia-se desde o momento em que há ligação do colagénio aos cristais de hidroxiapatite. Os osteoblastos sintetizam proteínas e fatores de crescimento, que efetuam a diferenciação dos osteoclastos e formação do tecido ósseo. (Florencio-Silva *et al.*, 2015; Montanari, 2012). Os osteoblastos também funcionam como recetores e transmissores de sinais, permitindo o início da remodelação óssea, ou seja, são estas células que estimulam o processo de reabsorção óssea (Montanari, 2012).

Os osteoblastos no perióstio são mais sensíveis à tensão do que os osteoblastos endosteais. Uma vez que, os osteoblastos do perióstio são mais suscetíveis a alterações dos níveis de paratormona, possuem maiores níveis de expressão de proteínas, como a periostina, e também mais receptores de estrogénio. Posteriormente à captura destes pela matriz óssea, passam a se designar de osteócitos (Judas, *et al.*, 2012; Wubneh *et al.*, 2018).

**Osteócitos:** São células que possuem um núcleo eucromático, com morfologia típica e uma organização tridimensional complexa. Estas células são ramificadas, localizadas nas lacunas ósseas, que, através de uma rede de canaliculos comunicam entre si e com as células da superfície óssea, osso esponjoso e compacto. Existe formação de *gap junctions* entre os prolongamentos dos osteócitos e dos osteoblastos, onde os osteócitos respondem às modificações sistêmicas e ósseas (Figura 2). A morte dos osteócitos resulta em reabsorção da matriz óssea, após sintetizar e degradar a matriz (Judas *et al.*, 2012; Montanari, 2012).



**Figura 2** - Esquema representativo da distribuição e localização das células da linha osteoblástica na matriz óssea. Adaptado de Judas *et al.*, 2012.

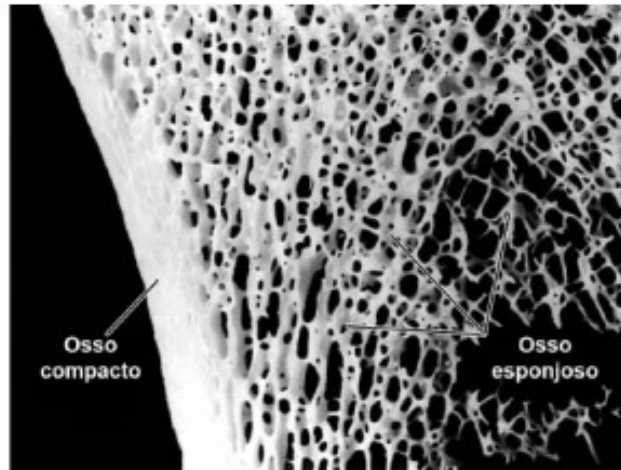
### 2.3.2. Linha osteoclástica

**Osteoclastos:** são células multinucleadas, localizadas principalmente nas superfícies ósseas, no endóstio, sendo estes encarregados pela remodelação e renovação óssea. A sua activação é efetuada por meio da proteína RANKL, produzida pelos osteoblastos (Judas *et al.*, 2012). Sendo estas as principais células envolvidas no processo de reabsorção do osso destruído, têm um papel essencial (Ansari, 2019).

## **2.4. Tipos ósseos**

Segundo a organização estrutural do tecido ósseo, o mesmo pode ser classificado como primário, cortical ou compacto e esponjoso ou trabecular (Figura 3). Apesar de apresentarem diferenças estruturais e funcionais, os componentes são semelhantes ou equivalentes aos componentes das células da matriz óssea (Judas *et al.*, 2012). Estes podem ser:

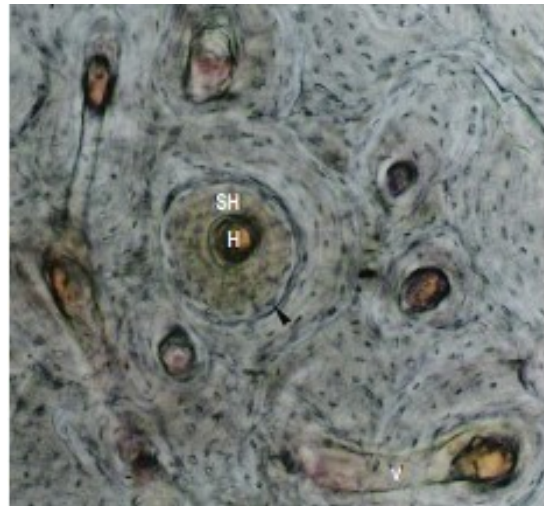
- O tecido ósseo primário encontra-se durante o desenvolvimento embrionário, que após ser remodelado, é substituído por osso cortical ou esponjoso (Judas *et al.*, 2012).
- O tecido ósseo esponjoso (ou trabecular) é constituído por trabéculas com 100 a 150  $\mu\text{m}$  de espessura, formadas por lamelas ósseas, organizadas paralelamente entre si, formando uma rede tridimensional. Esta rede, garante uma boa resistência às cargas que são transmitidas ao osso esponjoso pelas superfícies articulares. Encontram-se continuamente em remodelação nas superfícies endosteais internas (Judas *et al.*, 2012; Montanari, 2016).
- O osso cortical (ou compacto) localiza-se na periferia dos ossos, formado por colunas cilíndricas com 150 a 300  $\mu\text{m}$  de diâmetro (sistema de Havers) (Figura 4 e Figura 5) ou osteónios, que são os elementos que dão resistência à deformação. As lamelas ósseas organizadas em redor do canal de Havers, canal cêntrico que é ocupado por elementos vasculo-nervosos, formam os osteónios. Na parede interna do osso, junto ao canal medular, encontram-se as lamelas internas e as lamelas circunferenciais externas, localizadas na periferia do osso, próximo do perióstio (Montanari, 2016).



**Figura 3** - Osso esponjoso e osso compacto. Adaptado de Judas, et al., 2012.



**Figura 4** - Sistema de Havers, com os canaliculos irradiando-se das lacunas para o canal de Havers. Adaptado de Montanari, 2016.



**Figura 5** - Fragmento de osso compacto, com sistema de Havers (SH) e canais de Havers (H). Adaptado de Montanari, 2016.

## 2.5. Remodelação óssea

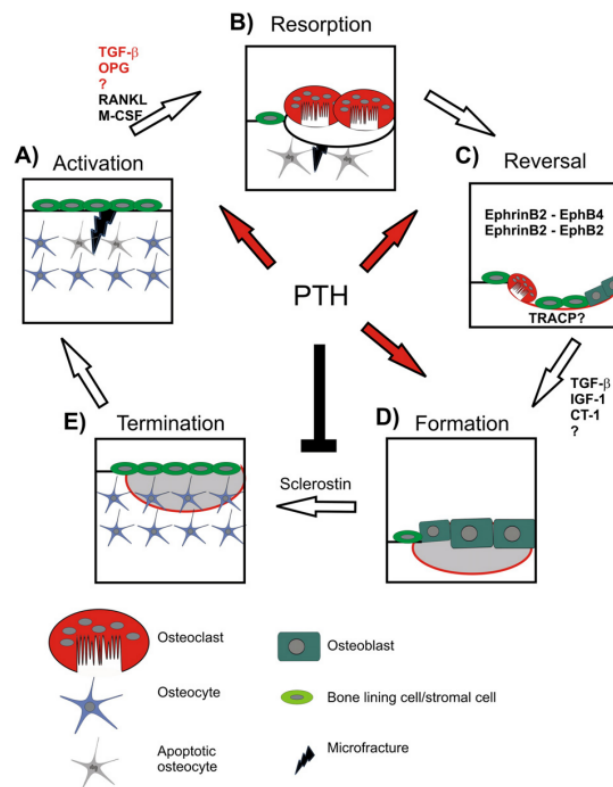
A remodelação óssea é um processo necessário e de grande importância de modo a preservar a capacidade funcional do osso, reparar o osso danificado e manter a homeostasia, permitindo que o osso velho seja continuamente substituído por novo tecido ósseo. O processo em questão é realizado pela unidade básica multicelular (BMU - Basic Multicelular Units) com o auxílio de aglomerados de osteoclastos para a reabsorção óssea e osteoblastos para a formação óssea (Raggatt & Partridge, 2010). O arranjo único de

células de BMU espacial e temporal é essencial na remodelação óssea, assegurando desta forma, a coordenação das diferentes fases: ativação, reabsorção óssea pelos osteoclastos, reversão da reabsorção para a nova formação óssea, formação óssea pelos osteoblastos e terminação (Ansari, 2019; Florencio-Silva *et al.*, 2015; Raggatt & Partridge, 2010).

Na fase de ativação, ao serem ativadas as células de revestimento (osteoblastos quiescentes), estas aumentam a expressão superficial de RANKL (recetor ativador do ligante NF-kappa B), que vão interagir com o recetor RANK. Esta interação estimula a ativação e a diferenciação dos pré-osteoblastos em osteoclastos multinucleados para posteriormente, iniciar a fase de reabsorção (Raggatt & Partridge, 2010; Ansari, 2019).

Na etapa de reabsorção, os osteoclastos depois de diferenciados, aderem à superfície óssea e iniciam a dissolução do tecido ósseo. Neste processo, a matriz óssea é acidificada para o componente inorgânico ser dissolvido e ainda nesta fase, há libertação de enzimas como MMP9 e catepsina que vão degradar a componente orgânica do osso. Para não haver reabsorção óssea excessiva, os osteoclastos vão sofrer apoptose (Raggatt & Partridge, 2010).

Após terminada esta fase, dá-se início à fase de reversão, onde as células mononucleadas surgem na superfície óssea, preparando a mesma para seguidamente, os novos osteoblastos começarem uma nova formação óssea. De seguida, ocorre absorção dos osteoblastos pelo osso até que o mesmo seja plenamente substituído por um novo, ou seja, fatores de crescimento como BMPs, FGFs e TGF  $\beta$  são libertados, tendo estes um papel de grande contribuição nesta fase. Por fim, após esta estar terminada, os osteoblastos produzem a nova matriz óssea, que, posteriormente, providencia a sua mineralização, terminando desta forma, o procedimento de remodelação óssea (Raggatt & Partridge, 2010; Florencio-Silva *et al.*, 2015).



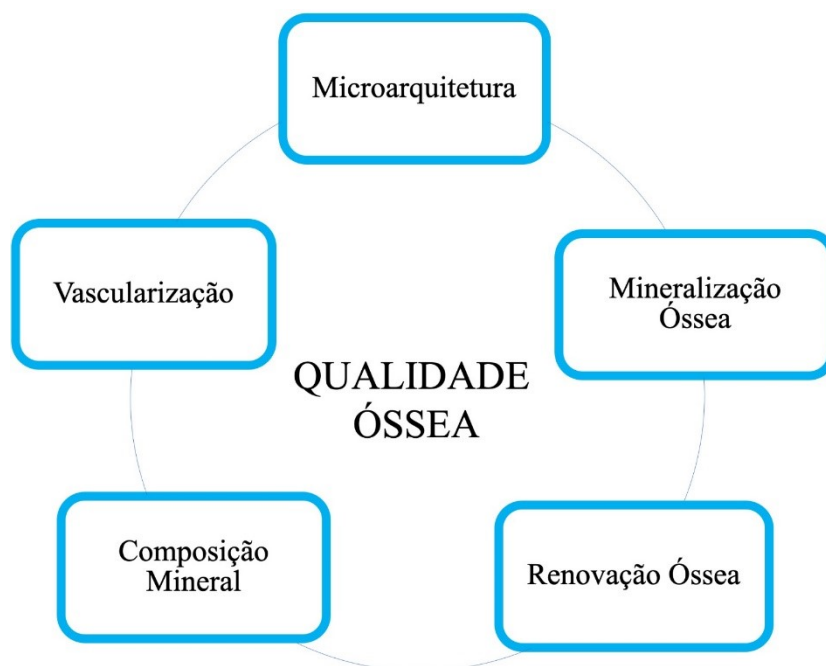
**Figura 6** - Esquema representativo da remodelação óssea. Adaptado de Henriksen K. et al., 2009.

Em suma, o ciclo de remodelação óssea ocorre mais rapidamente comparativamente com o ciclo de formação. Assim, o tecido ósseo reabsorvido durante 3 semanas, leva cerca de 3 meses a ser substituído. Em contrapartida, a velocidade de remodelação do osso esponjoso/trabecular é maior do que a do osso cortical. Isto acontece porque a área de superfície de contacto com o meio envolvente é grande, apresentando desta forma, tanto capacidade metabólica maior como uma maior atividade de remodelação óssea (Ansari, 2019).

## 2.6. Tipologia óssea relacionada com a cavidade oral

Na implantologia dentária, a qualidade do osso é estipulada através da combinação de todas as propriedades que vão influenciar a sua resistência à fratura, sendo esta fulcral no planeamento da colocação de um implante dentário (Figura 7). A colocação dos implantes depende em grande parte do volume e qualidade de osso circundante, sendo de

elevada importância, analisar a qualidade e quantidade óssea disponível no planeio da cirurgia para obter uma ótima taxa de sucesso (Aydin *et al.*, 2017).

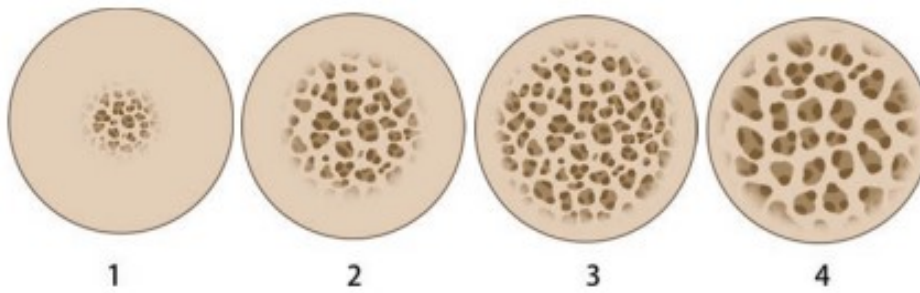


**Figura 7** - Esquema representativo das características do osso que influenciam a resistência à fratura. Adaptado de Aydin *et al.*, 2017.

À semelhança dos dentes, os implantes também sofrem cargas mastigatórias de diferentes intensidades. A distribuição destas forças, está relacionada com a transmissão das cargas para a interface osso-implante. Desta forma, o tipo e a densidade do osso intervêm na capacidade de suportar essas cargas, sendo por isso, a qualidade óssea um critério muito importante na implantologia dentária (Aydin *et al.*, 2017).

Podemos classificar a qualidade óssea em quatro grupos de acordo com a proporção e estrutura do tecido ósseo cortical e trabecular: grupos de 1 – 4 ou tipo I a IV (Índice de Qualidade Óssea – BQI) (Yuan, 2020) (Figura 8).

A classificação em questão, avalia a qualidade óssea com base na densidade e categoriza a quantidade de osso alveolar residual encontrado nas regiões anteriores da mandíbula (Yuan, 2020).



**Figura 8** - Classificação de Lekhomn e Zarb da qualidade óssea alveolar. Adaptado de Yuan, 2020.

Tipo 1 - Osso cortical homogêneo muito duro. Presente na região mais anterior da mandíbula.

Tipo 2 - Osso cortical espesso com camada de medula óssea. Presente na região anterior da maxila e posterior e anterior da mandíbula.

Tipo 3 - Osso cortical fino com osso trabecular denso e com ótima resistência. Presente na região anterior e posterior da maxila e posterior da mandíbula.

Tipo 4 - Osso cortical muito fino e osso trabecular de baixa densidade e resistência. Presente na região posterior da mandíbula.

Na região posterior da maxila a qualidade óssea é inferior comparativamente com as outras zonas na cavidade oral, devido a existência de uma camada fina de osso cortical que circunda o osso trabecular menos denso, afetando assim, a permanência do implante colocado nesta região. O osso mais denso é geralmente encontrado na região anterior da mandíbula, seguida pela região anterior da maxila, posterior de mandíbula e, o osso menos denso pode ser encontrado na região posterior da maxila. Assim sendo, a densidade óssea é um dos fatores importantes no sucesso dos implantes (Misch, 2005).

Pode recorrer-se a exames radiográficos, como tomografia computadorizada (TC) e ressonância magnética, de forma a avaliar e obter imagens para visualizar os tecidos moles, ossos e vasos sanguíneos. Estes tipos de exames não só são úteis para diferenciar os tecidos da região representada no corte seccional, como também para caracterizar a qualidade e quantidade óssea (Mapkar & Syed, 2015; Misch, 2005).

## **2.7. Crescimento do esqueleto Craniofacial**

Durante o crescimento craniofacial, há diversas alterações das estruturas ósseas no crânio e na face, controladas por três categorias de fatores, genéticos intrínsecos, característicos dos tecidos craniofaciais e fatores ambientais, provenientes do ambiente externo e fatores epigenéticos – fundo genético (Proffit, 2008).

Segundo Buck & Dumanian (2012), o crescimento dos ossos faciais é variável, dependendo da localização dos mesmos. Tanto a ossificação intramembranosa como a ossificação endocondral contribuem para a mudança de forma e tamanho do esqueleto craniofacial durante todo o desenvolvimento. Durante o desenvolvimento embrionário, acontece a ossificação intramembranosa, através da alteração direta das células mesenquimais em osteoblastos. O tipo de ossificação em questão, é restrito aos ossos da abóbada craniana e alguns ossos da face como a maxila, algumas partes da mandíbula, osso zigomático, osso palatino, osso lacrimal, osso nasal e vômer (Proffit, 2008; Zagalo *et al.*, 2010).

### **2.7.1. Maxila**

A maxila é um osso par, muito importante na estrutura da óssea da face, localizado por cima da cavidade bucal e por baixo das cavidades orbitárias (Carretero *et al.*, 2022). É formada nos processos maxilares a partir dos centros de condensação mesenquimais (Proffit, 2008). Apresenta uma ligação com o seio maxilar através do hiato maxilar, que fica localizado na face do corpo nasal da maxila. Este osso, possui um corpo de forma piramidal com 4 faces (anterior, infratemporal, orbitária e nasal). O seio maxilar está limitado pelo rebordo alveolar inferiormente e pela porção lateral do processo palatino. As raízes dentárias do canino, o primeiro e o segundo molar superiores localizam-se muito próximas com o seio maxilar, sendo que, o terceiro molar apresenta uma localização regular com o seio maxilar (Zagalo *et al.*, 2010).

O crescimento da maxila realiza-se de duas formas, por remodelação superficial e por aposição do osso nas suturas, sendo assim, este crescimento do tipo intramembranoso. A maxila realiza movimentos de transladação no espaço, movimentando-se de baixo e para a frente em relação ao crânio e em relação à base craniana. Com o afastamento dos tecidos e das estruturas, há ocorrência de uma aposição óssea nova, uma vez que vai criar

espaços livres. Quando acaba o desenvolvimento dos ossos de origem endoconral, fica concluído o desenvolvimento em largura (Proffit, 2008).

### 2.7.2. Mandíbula

A mandíbula é um osso ímpar, composto por um corpo e lateralmente dois ramos mandibulares, onde se vão inserir a vários músculos da cabeça e pescoço. É o único osso móvel da cabeça. O corpo tem na sua porção superior o rebordo alveolar, onde se articulam os dentes (Zagalo *et al.*, 2010).

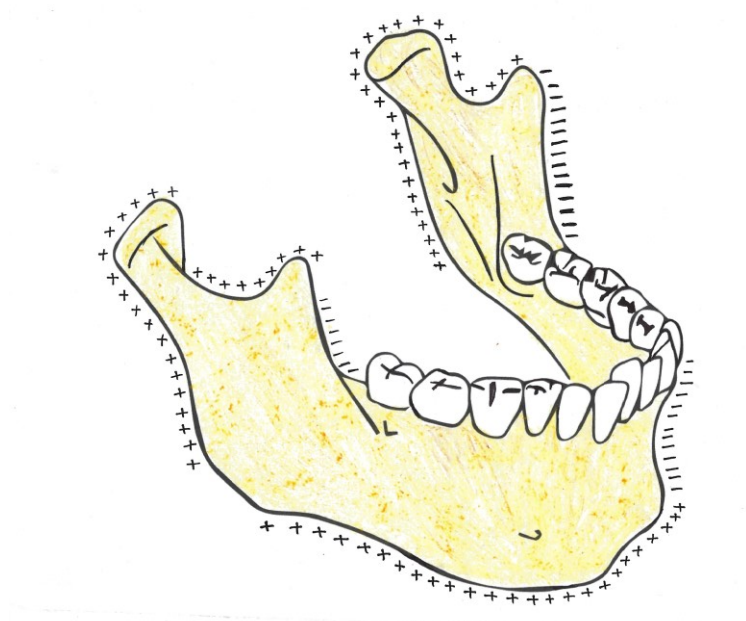


Figura 9 - Áreas de reabsorção e de deposição na mandíbula. Imagem original.

O crescimento na mandíbula é intramembranoso de superfície e endocondral nos cêndilos. O corpo mandibular cresce em comprimento por aposição periosteal de osso na sua superfície posterior, enquanto o ramo cresce em altura por substituição endocondral no cêndilo. A superfície posterior do ramo ascendente e os processos condilar e coronóide, pertencem à área principal de desenvolvimento mandibular, sendo que durante o crescimento no bordo posterior, há criação de zonas para o desenvolvimento e erupção dos molares permanentes. Na mandíbula, encontramos zonas de reabsorção no bordo anterior do ramo ascendente e região supramentoniana, e, zonas de aposição no cêndilo, bordo posterior do ramo ascendente, processo alveolar, bordo inferior do corpo, chanfradura sigmóide, processo coronóide e no mento (Figura 9) (Proffit, 2008).

### 2.7.3. Osso malar ou zigomático

O osso zigomático é um osso par que fica situado na porção mais exterior da face (Figura 10), formando assim a proeminência da bochecha. Este articula-se com a maxila, com o temporal, com o frontal e com o esfenóide. Apresenta uma forma aproximadamente quadrangular com três faces, temporal, lateral e orbitária (Zagalo *et al.*, 2010). A nível histológico, este apresenta uma densidade de osso trabecular regular e osso compacto de 98% (Nkenke *et al.*, 2003).

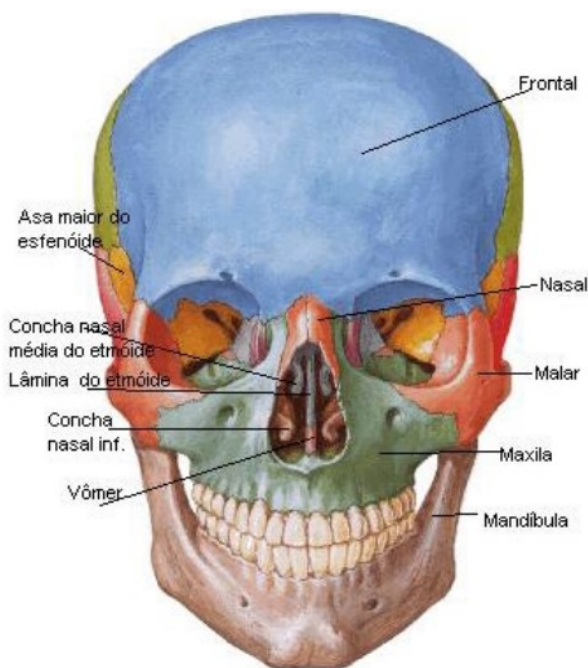


Figura 10 - Cabeça óssea (vista anterior). Adaptado de Sobotta, 2008.

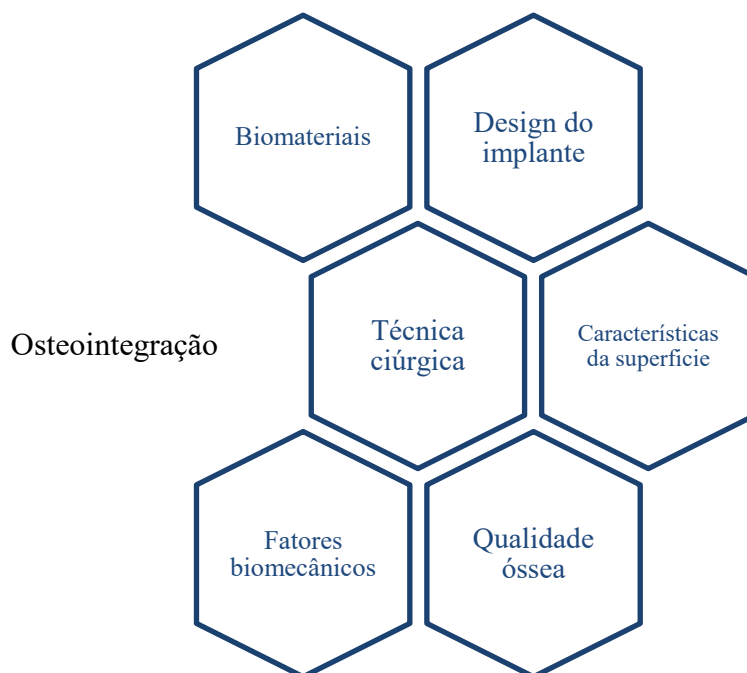
Uma vez terminado o crescimento e evolução das estruturas craniofaciais, ergue-se o aparelho estomatognático. Estes dois ossos, mandíbula e maxila do sistema estomatognático, têm a capacidade de dar inserção a vários músculos e ligamentos, acomodar variados nervos e vasos sanguíneos, articular as estruturas dentárias que compõem este sistema e ainda tem a capacidade de movimento em diversos sentidos, como a protrusão, lateralidade, retrusão e translação. A combinação destes movimentos dinâmicos possibilita a realização de mobilidades mais complexas como a mastigação, abertura, deglutição e fonação (Zagalo *et al.* 2010).

Podemos concluir que, a evolução óssea é um processo longo e complexo, estando em adaptação contínua e remodelação às estruturas vizinhas. Nos indivíduos mais jovens, o crescimento ósseo é mais ativo devido às hormonas estimulantes de desenvolvimento (Zagalo *et al.*, 2010).

## 2.8. Importância da qualidade óssea

O osso alveolar é o responsável por manter os dentes na arcada dentária superior e inferior. Este sofre alterações dimensionais e estruturais após a perda de dentes, sendo necessária uma avaliação prévia antes de qualquer intervenção cirúrgica que tenha como objetivo a colocação de implantes (Brugnami & Caleffi, 2005). Para haver uma boa osteointegração, a qualidade óssea, bem como a quantidade, é responsável por determinar a estabilidade do implante (Figura 11) (Johnson *et al.*, 2018).

Todas as peculiaridades resultam do processo de reabsorção de todos os estágios de atrofia alveolar. É mais difícil obter uma ancoragem ao implante num osso que apresenta uma densidade menor, isto é, a densidade e o volume ósseo suficientes são por isso fatores de elevada importância para se obter sucesso do implante (Aydin *et al.*, 2017; Lemos *et al.*, 2021).



**Figura 11** - Fatores que afetam a osteointegração. Adaptado de Gaviria *et al.*, 2014.

O rebordo alveolar, como supramencionado, é uma estrutura da qual se dispõe as peças dentárias nos maxilares, possuindo assim, um sistema periodonto-dente muito elaborado, tendo uma função de “amortecedor” das cargas resultantes da mastigação. A densidade do tecido ósseo é influenciada pelas forças exercidas durante a mastigação, ao longo do tempo. Não sendo estas forças uniformes, há uma constante remodelação que vai afetar a integridade do tecido. Posto isto, a atrofia do rebordo alveolar é uma consequência indesejável da perda dentária (Tal *et al.*, 2012; Glocker *et al.*, 2014).

O rebordo alveolar perde a estrutura que lhe transmitia a informação sobre o comportamento metabólico quando há perda dentária, ou seja, a perda do ligamento periodontal que possui células osteoprogenitoras, fatores que regulam a osteogénese na zona periodontal e as fibras que amorteciam as cargas incidentes, leva à cessação da propriocepção do rebordo alveolar, como do osso que o constitui (Lindhe *et al.*, 2008).

O rebordo alveolar sofre a reabsorção fisiológica e consequente a sua remodelação, após extração do dente. A remodelação acontece em dois momentos distintos: primeiro, em que o alvéolo sofre uma cicatrização (formação de um osso novo) e segundo momento, em que ocorre a reabsorção contínua. Sendo assim, a estrutura do rebordo alveolar vai depender da presença das peças dentárias e das forças que nele atuam, uma vez que o padrão da reabsorção óssea difere na mandíbula e na maxila. (Tal *et al.*, 2012). Assim sendo, a extração dentária desencadeia uma cascata de eventos biológicos mediados tanto pela resposta inflamatória consequente à intervenção cirúrgica, como pela privação da estimulação mastigatória do periodonto. Como consequência, há atrofia por desuso, sendo esta caracterizada pela reabsorção alveolar intensa, que se processa após a extração (Pan *et al.*, 2019).

Posto isto, posteriormente à extração, a reabsorção do osso alveolar começa e continua a ocorrer com o passar dos anos, sendo que a altura e largura do osso alveolar diminui e perde-se 2/3 do rebordo alveolar. A reabsorção mais marcada da crista ocorre horizontalmente, seguida por alterações verticais médio-lingual e médio-vestibular. A recolocação do rebordo alveolar para uma posição mais lingual/palatina, é devido a essa reabsorção (MacBeth *et al.*, 2016; Tal *et al.*, 2012).

Na mandíbula, a parede lingual é menos densa do que a parede cortical vestibular, ao contrário do que acontece na maxila, onde a parede cortical é mais grossa na zona palatina do que na parede vestibular, assim sendo, a qualidade óssea e taxa de sobrevivência dos implantes é maior na mandíbula do que no maxilar superior (Lindhe *et al.*, 2008).

A carência dentária leva a decorrências que podem prejudicar o paciente não só a nível de saúde, mas também a nível estético. Uma das principais consequências consta na decadência do tecido, ou seja, a alteração óssea e a modificação da estrutura dos maxilares vai influenciar o movimento dos outros dentes e dos tecidos que o circunda. Por esta razão, perde-se o equilíbrio maxilo-facial e o suporte ósseo também fica comprometido no que toca a uma possível futura reabilitação protética, sobretudo com prótese removível (Juodzbaly & Kubilius, 2013).

## **2.9. Causas de reabsorção óssea**

A reabsorção alveolar fisiológica da crista alveolar em pacientes desdentados varia entre os indivíduos, sendo que, a rápida perda óssea ocorre três meses após a perda de dentes, ao que se segue uma reabsorção lenta e contínua ao longo da vida (Van der Borre, 2021).

A reabsorção óssea apresenta um panorama etiológico de causas externas e internas. Nas causas internas estão incluídas as modificações genéticas, moleculares, celulares e funcionais no organismo. Por outro lado, nas causas externas temos a exodontia, portadores de prótese e problemas de nutrição, sendo que nesta última, a perda óssea surge em consequência da falta de ingestão de algumas substâncias como por exemplo cálcio e vitamina D (Peters & Martini, 2014).

A reabsorção óssea avançada pode ser derivada do edentulismo de longa duração e devido às forças que a prótese exerce sobre a mandíbula/tecidos moles, ou seja, com a ausência de dentes, o osso tem a tendência a retrair. Isto é, as próteses mal ajustadas, mesmo após vários rebasamentos, não são totalmente estáveis durante a mastigação, o

que implica que o paciente use adesivo para tentar mantê-las estáveis (Mapkar & Syed, 2015).

Quando há falta de tecido ósseo, há impedimento do correto posicionamento dos implantes dentários de acordo com a necessidade protética e o plano de tratamento. Podemos reverter este acontecimento com um aumento do tecido duro e mole antes do tratamento para obter um leito adequado ao implante, correspondendo aos requisitos estéticos e funcionais da prótese em questão (Brugnami & Caleffi, 2005). Vários métodos podem classificar a estabilidade implantar. Estes conseguem ser repartidos como processos não invasivos (teste de torque de inserção; exames radiográficos; teste de percussão e análise de vibração) e processos invasivos (exames histológicos e histomorfométricos, e teste de torque de remoção) (Swami *et al.*, 2016). A qualidade óssea e taxa de sobrevivência dos implantes na cavidade oral, é maior na mandíbula comparativamente ao maxilar superior, visto que há expansão do seio maxilar após a perda de dentes. Assim, a altura do osso é perdida tanto na crista como nas regiões apicais (Misch, 2005).

### **3. História da Implantologia**

O principal objetivo da medicina dentária, atualmente, é fornecer ao paciente a função mastigatória, a função fonatória, saúde oral e a estética, independentemente da atrofia óssea, doença ou problema a nível do sistema estomatognático (Misch, 2005).

A história dos implantes remete-nos para a civilização egípcia, onde o primeiro pino de cobre foi utilizado na boca e conchas esculpidas foram colocadas no osso da mandíbula humana para substituir os dentes ausentes (Rajput *et al.*, 2021). Em adiante, na Europa do período medieval, a implantologia esteve limitada aos transplantes de dentes humanos, sendo que esta prática caiu em desuso devido ao risco de contaminação bacterianas e infeções (Gaviria *et al.*, 2014).

No Período Moderno, tanto na Europa quanto na América, havia estudos dos diferentes biomateriais e inovações cirúrgicas e protéticas. Assim, foram desenvolvidos vários tipos de implantes como implantes endósseos e os subperiosteais (1948) (Gaviria *et al.*, 2014; Amorim *et al.*, 2019).

Em 1957, o professor Bränemark com a descoberta do conceito de integração óssea, trouxe o momento decisivo na história dos implantes dentários, ou seja, designou esta união entre o osso e o titânio de “osteointegração” (Branemark *et al.*, 2001). Foi no ano de 1982, que a *US Food and Drug Administration* (FDA) aprovou o uso de implantes dentários de titânio (Gaviria *et al.*, 2014).

### 3.1. Tipos de Implantes Dentários

Reunindo todos os implantes, não é possível obter uma classificação única para os diferentes tipos, uma vez que, cada fabricante tem os seus próprios implantes e estes sofrem modificações constantes, apresentado inúmeras características individuais.

Mas, no entanto, é possível classificar os implantes quanto aos seus componentes graças a algumas características gerais que os mesmos apresentam. Segundo Esposito *et al.* (2014), existem mais de 1300 tipos diferentes de implantes. Os sistemas de implantes disponíveis variam entre si no procedimento cirúrgico, mas apresentam 3 características entre eles (corpo, ombro e conexão) (Hunt *et al.*, 2005).

Segundo Stellingsma *et al.* (2004), um implante dentário pode ser transósseo, endósseo e epóstico (subperiosteais).

- Transósseo: implantes constituídos por uma placa metálica e pinos. Esta placa é fixada com os parafusos que penetram ambas as corticais ósseas (inferior e superior) da sínfise mandibular;
- Endósseo: implantes dentários colocados dentro do osso alveolar e basal da mandíbula ou maxila, perfurando assim, unicamente a cortical;
- Epóstico/subperiosteal: implantes dentários que recebem o seu suporte ósseo primário no osso residual da mandíbula.

### 3.2. Evolução dos implantes subperiosteais

A técnica dos implantes subperiosteais foi introduzida nos Estados Unidos e Suécia no início da década de 1940 por Dahl (Mangano, 2020).

Primeiramente, os implantes subperiosteais foram usados muitos anos, tendo por base, a dificuldade de posicionamento e altas taxas de complicações, em que era necessário fazer uma impressão física do osso residual numa sessão preliminar com desconforto por parte do paciente. A segunda sessão cirúrgica consistia em implantar esta estrutura estéril. Assim, não havia condições necessárias para serem precisos, havendo risco de resultados clínicos imprevisíveis, ou seja, um maior risco de complicações e infecções. Devido à composição química do implante subperiosteal, este não tinha osteointegração adequada e apenas tinha suporte dos tecidos moles. Além disso, houve muitos casos de infecções recorrentes relatados à conta de cirurgias com exposição tecidual, aumentando, desta forma, o risco de peri-implantite (Gellrich *et al.*, 2017; Shibata & Tanimoto, 2015).

Deste modo, muitos implantes tiveram de ser removidos devido às complicações que os mesmos apresentavam. Assim, os implantes subperiosteais foram considerados como falha do tratamento reabilitador. Atualmente, em consequência do desenvolvimento tecnológico e das novas técnicas inovadoras, é possível reformular o procedimento em relação aos implantes em questão (Gellrich *et al.*, 2017).

Um implante subperiosteal define-se como um tipo de implante dentário que é colocado entre o periosteio e o osso alveolar. É uma estrutura tridimensional fabricada de forma individualizada especialmente para encaixar nas áreas de suporte da maxila ou mandíbula, apresentando extensões na mucosa para suportar e fixar a prótese, isto é, em redor do osso e abaixo da gengiva (Mangano, 2020; Singh, 2009).

Um critério fulcral para o sucesso da cirurgia de um implante subperiosteal, é haver estabilidade mecânica suficiente para suportar a carga desejada e manter a sua estabilidade biológica, por isso, são utilizados em casos de atrofia óssea (Figura 12) (Bai *et al.*, 2022). A quantidade de osso que cobre os implantes subperiosteais é consideravelmente menor do que a quantidade de osso que cobre um implante endósseo, sendo por isso, a quantidade de osso uma característica de grande importância na osteointegração do mesmo (Claffey *et al.*, 2015).

A utilização do implante subperiosteal pode ser uma opção viável no caso de reabsorção óssea muito avançada, uma vez que pode não existir largura ou altura óssea suficiente para haver a instalação de um implante convencional (Barrero, 2011, Misch, 2005).



**Figura 12** - Tomografia computadorizada da crista maxilar com atrofia óssea. Adaptado de Mapkar & Syed, 2015.

Para o sucesso desta técnica, é preciso ter em consideração vários fatores como o desenho do implante, a cirurgia atraumática, a percepção das estruturas anatômicas envolvidas, as técnicas usadas e as adaptações oclusais adequadas no final. O implante deve ser leve, uma vez que quanto mais pesado, mais é afetado pela gravidade – uma consideração muito importante nas maxilas (Mapkar & Syed, 2015; Lindkow & Ghalili, 1998).

De acordo com alguns estudos feitos, os orifícios de fixação superiores das asas externas, as superfícies que ligam as duas asas externas e as duas asas palatinas, e o braço usado para ligar os dois lados da estrutura, tem de ter tamanho reduzido para uma melhor otimização. Assim, a otimização topológica levou a um novo desenho do AMSIS, que tem um desempenho melhor, reduzindo desta forma, a massa de material de titânio usado (menos de 25%), e conseqüentemente, o custo, o número de parafusos e o tempo cirúrgico

necessário para a sua fixação, bem como a diminuição do trauma dos tecidos moles (Carnicero, 2021).

### **3.3. Estrutura do implante**

O processo de fabricação não foi o único que passou por mudanças tecnológicas durante a evolução dos implantes subperiosteais, mas também o material do implante, o desenho, os pilares e tratamentos de superfície foram modificados inúmeras vezes. Os primeiros implantes apresentavam uma tira de *vitallium* estreita, que assentava apenas na crista da mandíbula com a ajuda de parafusos, sendo que, a quantidade de metal era consideravelmente grande. Isto é, pensavam que quanto mais material, mais estável tornava-se o implante, evitando assim o deslocamento (Sconzo, 1998).

Na atualidade, o desenho procura reduzir a quantidade de metal subgingival e aumentar ao mesmo tempo, a área de metal no osso cortical denso. As áreas de maior importância são a crista oblíqua externa, a superfície lateral do ramo, a superfície da sínfise e a crista milo-hióidea (Carnicero, 2021; Rams *et al.*, 2013; Sconzo, 1998).

Um implante subperiosteal é uma estrutura metálica fabricada especificamente para encaixar nas áreas de suporte da mandíbula ou maxilar com extensões para as mucosas, tendo como objetivo fixar e suportar uma prótese. A placa é desenhada para cobrir a crista de maneira a ficar com a forma do rebordo alveolar (Aras *et al.*, 2005).

Estes tipos de implante não são ancorados dentro do osso como os endósseos, sendo moldados conforme a crista óssea residual de cada indivíduo, ou seja, este tipo de implante é aparafusado ao osso remanescente, nomeadamente, ao osso zigomático, ao pilar canino no osso maxilar e à basal óssea na maxila. Podem ser constituídos por um arco completo, unilateral ou universal (Mapkar & Syed, 2015).

O material utilizado é titânio, pois é um material biocompatível, com excelentes propriedades mecânicas e biológicas, que requer tenacidade, resistência à corrosão e à fratura (Carretero *et al.*, 2022). A estrutura de liga de titânio é dividida num segmento intraoral e dois subgingivais para um melhor conforto do procedimento, tanto para o

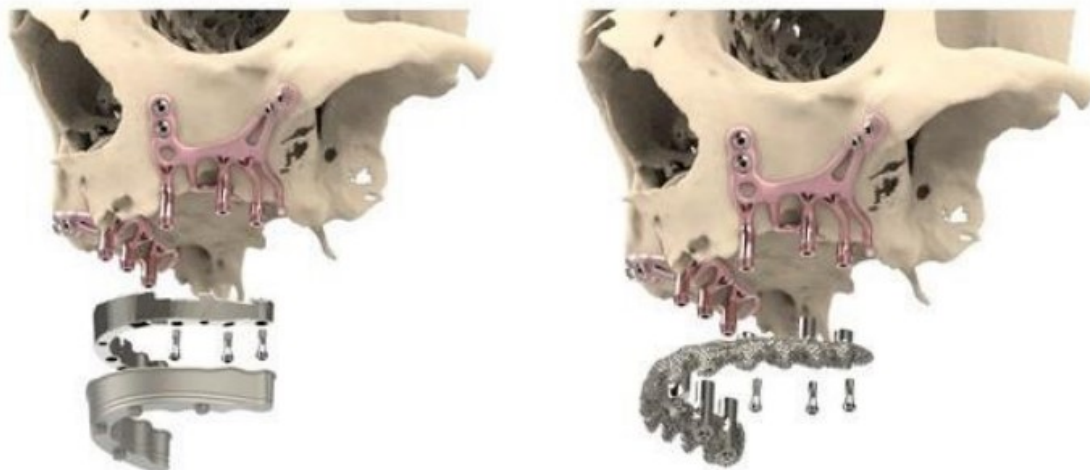
cirurgião como para o paciente. Estas ligas apresentam um equilíbrio entre a resistência mecânica e resistência à corrosão (Altıparmak *et al.*, 2022).

Posto isto, as hastes do implante subperiosteal devem ser estreitas (máximo 2 mm) ou fenestradas (3-10 mm de largura e 0.5 mm de espessura) de maneira que os fios do tecido conjuntivo penetrem do mucoperiósteo até ao osso. Estas hastes do implante devem se apoiar contra as estruturas anatómicas, como a superfície palatina da crista do rebordo ósseo, a espinha nasal anterior, as eminências caninas e a superfície vestibular posterior da maxila, para uma maior retenção, uma vez que tem de assentar no osso cortical mais denso (Linkow & Ghalili, 1998).

As superfícies vestibulares posteriores da maxila não devem ser sobrecarregadas por muitas hastes, devido ao maior grau de reabsorção que se encontra abaixo dos implantes subperiosteais, que, ao sobrecarregar essas áreas, pode haver probabilidade de o implante falhar. A superfície palatina oferece resistência ao impulso anterior e lateral da língua, portanto, as barras estreitas devem ser substituídas por hastes largas e fenestradas, de maneira a cobrir pelo menos 80% do lado palatino da crista óssea. Por sua vez, as escoras secundárias (aquelas que não suportam o pilar entre as escoras periféricas), não podem ser mais espessas que 0.5 mm ou menos de 2 mm de largura. Uma escora muito estreita pode provocar reabsorção óssea, enquanto uma haste grossa, pode impedir a cicatrização dos tecidos moles. Por sua vez, os cantos das escoras não devem fazer ângulos retos com o osso, uma vez que podem causar irritação dos tecidos moles sobrejacentes (Sirbu, 2003).

Como visto anteriormente, o AMSI consiste em duas subunidades personalizadas consoante a anatomia esquelética individual de cada paciente, com base nos dados de CBCT fornecidos. Estas subunidades consistem em duas asas e uma estrutura basal que faz ligação dos braços aos pilares transmuciais. Estas asas estão localizadas nos contrafortes dos caninos e zigomático, sendo utilizados parafusos de osteossíntese para a

sua fixação nesses locais. Ambas as subunidades estão ligadas intra-oralmente por um conector temporário, como podemos visualizar na figura 13 (Van den Borre *et al.*, 2021).



**Figura 13** - Sistema AMSI e superestrutura de conexão. Adaptado de Van den Borre *et al.*, 2021.

### **3.3.1. Substrutura**

O implante subperiosteal é uma estrutura fabricada para se adaptar às áreas que servem de apoio na maxila ou mandíbula, com extensões para a mucosa onde posteriormente irá se fixar a prótese (Mangano, 2020). Para haver essa adaptação, é preciso haver antes de tudo, estabilidade. A subestrutura deve, portanto, exercer essa função, garantindo um suporte ósseo seguro e conseguir distribuir as forças oclusais de forma equitativa, ou seja, ter suporte suficiente e manter a estabilidade biológica (Mapkar & Syed, 2015; Bai *et al.*, 2022). Esta é geralmente projetada para ter 1.5 a 1.8 mm de espessura, sendo este valor definido empiricamente. Uma vez que o mesmo vai sofrer posteriormente alisamento da sua superfície, este é modelado ligeiramente mais espesso com 0.2-0.3 mm (Surovas, 2019).

A placa base é projetada para cobrir a crista óssea e os lados vestibular e lingual da região edêntula (rebordo alveolar). Para não haver a penetração de bactérias, a extremidade mesiodistal da placa deve ser separada do dente adjacente no mínimo 2 mm

(Bai *et al.*, 2022). Além disso, é recomendado a utilização mínima de metal devido a distribuição da força mastigatória (Surovas, 2019).

Esta estrutura é composta por braços de apoio para pilares (externos ou vestibulares e internos ou linguais), braços delimitantes da estrutura (externo ou vestibular e interna ou lingual) e por braços de ligação (externos e internos) (Sirbu, 2003; Linkow & Ghalili, 1998).

O número de pilares deve ser minimizado para fazer menos perfurações na mucosa, uma vez que o pilar na mucosa oral é um acesso direto para a transição dos organismos do ambiente interno para o ambiente externo, neste caso, cavidade oral. Esta perfuração não apresenta barreira protetora contra os microrganismos presentes na cavidade oral. Segundo estudos, a invasão bacteriana leva ao insucesso da ligação implante - osso a longo prazo. Nos implantes subperiosteais, esta condição está revestida de maior importância, uma vez que, apenas 30-40% de superfície do implante entra em contacto com o osso, sendo que a restante é circundada pelos tecidos moles. Deste modo, deve-se evitar a utilização de muitos pilares de maneira a minimizar a invasão bacteriana (Surovas, 2019).

O implante é fixado à prótese por meio de pinos, sendo que são eles que suportam a carga transmitida à estrutura (Carnicero, 2021). Além disso, segundo Mommaerts (2019), para limitar os movimentos, são utilizados os orifícios para os parafusos de fixação, assumindo desta maneira uma restrição de distribuição de deslocamento introduzida pelo contacto entre o implante e o osso.

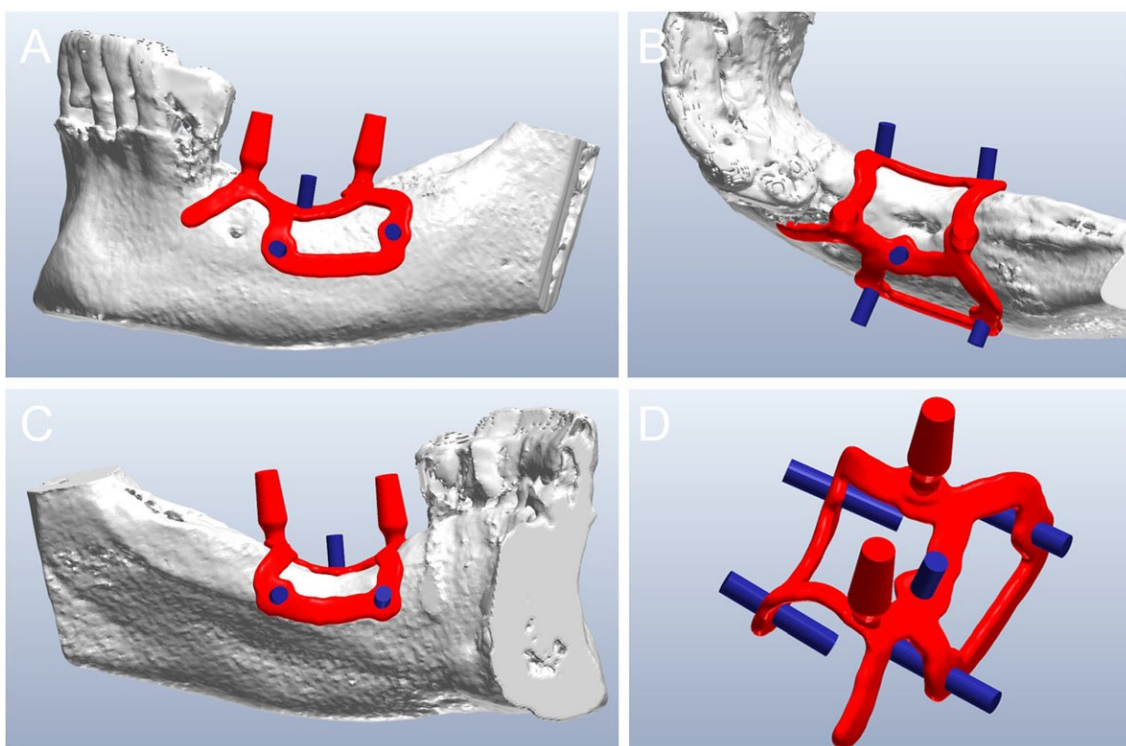
### **3.3.2. Braços**

Os braços de apoio para pilares, como o nome indica, são braços de suporte. Cada braço tem dois lados, um voltado para a mucosa e outro para o osso. São fundidos num único bloco com o pilar, constituindo desta forma, uma conexão entre os braços delimitadores internos e externos. São os responsáveis para transmitir as cargas da estrutura externa para a subestrutura, portanto, quanto maior o número de braços, mais estável a estrutura, sendo que as espessuras dos braços de apoio próximo dos pilares devem ser de 1 mm (Carnicero, 2021; Linkow & Ghalili, 1998). Os braços delimitantes

da estrutura, limitam a subestrutura, já os braços de ligação são os que garantem a estabilidade e uma melhor distribuição das cargas, uma vez que os dois braços se conectam mutuamente (Linkow & Ghalili, 1998; Mangano, 2020).

### 3.3.3. Supra-estrutura

A supra-estrutura é a parte da prótese onde são inseridos os dentes, não estando em contato com a mucosa, reduzindo desta forma, o risco de diminuição do fluxo sanguíneo para os tecidos (Figura 14) (Mangano, 2020).



**Figura 14** - O implante subperiosteal personalizado e projetado com um software CAD. Impante com os pilares integrais e os parafusos de fixação: vista vestibular, lingual e oclusal. Adaptado de Mangano, 2020.

Segundo Bai *et al.* (2022), os implantes subperiosteais tipo treliça impressos em 3D apresentam melhor estabilidade biomecânica para a reabilitação de rebordos alveolares severamente atróficos e distribuem cargas oclusais de forma mais uniforme, uma vez que permitem o crescimento ósseo através das perfurações.

Com o aumento da tecnologia computacional, mais precisamente a utilização de CAD-CAM, é possível replicar a mandíbula e a maxila sem ter de fazer impressão direta da mesma. Posto isto, conclui-se que é menos traumático para o paciente, uma vez que elimina uma etapa da cirurgia (Sconzo, 1998).

### **3.4. Oclusão em implantes subperiosteais**

Antes de projetar o implante subperiosteal, deve-se planejar a função dentária e estética. Isto é, os modelos virtuais devem ser colocados em relação cêntrica por meio de intercuspidação da dentição já existente. Para além disso, o movimento lateral da mandíbula cria meios anatómicos e mecânicos de fixação do implante, isto é, auxilia na colocação dos pilares (Surovas, 2019).

O plano de oclusão ideal a ser usado com implantes subperiosteais, depende de vários fatores:

- Quando a arcada oposta é edêntula com um implante subperiosteal completo que suporta uma dentadura, a anatomia oclusal ideal deve ter inclinação das cúspides de 0° nos dentes deacrílico nos movimentos de lateralidade;
- A orientação incisal anterior deve ser minimizada para o sucesso a longo prazo;
- Quando na arcada oposta estão presentes dentes naturais ou prótese fixa, os dentes superiores são guiados pelos planos inclinados dos quadrantes posteriores se não excederem os 15° (Linkow & Ghalili, 1998).

### **3.5. Indicações**

Quando a implantologia convencional atinge os seus limites, a implantologia subperiosteal permite-nos uma reabilitação dentária implanto-suportada.

Com ausência de dentes, os processos alveolares continuam a sofrer reabsorção óssea. A falta de osso pode limitar um posicionamento correto dos implantes dentários conforme a necessidade protética e o plano de tratamento, sendo necessário nesta situação, um aumento do tecido duro e mole antes do tratamento em questão, para haver um leito

apropriado para o implante que coincida com as características estéticas e funcionais da prótese planejada (Carvalho *et al.*, 2006).

A técnica de ancoragem subperiosteal tem a possibilidade de reabilitar com carga imediata, sem a necessidade de enxertos ósseos em pacientes com osso atrofiado, como é o caso dos idosos, em que o preferível é evitar as cirurgias regenerativas longas e complexas (Cerea e Dolcini, 2018; Nguyen *et al.*, 2018; Trombelli *et al.*, 2018).

Segundo Carnicero *et al.* (2021), a reabilitação de maxilas atroficas por meio deste tipo de implante (subperiosteal) sem a necessidade de regeneração ou reconstrução óssea apresenta vantagens importantes:

- Possibilidade da realização da cirurgia em meio ambulatorio;
- Redução do tempo necessário para carregamento protético;
- Possibilidade de uso de prótese provisória imediata;
- Diminuição do número de consultas presenciais;
- Possibilidade de tratamento em pacientes com patologias sinoviais;
- Possibilidade de tratamento em pacientes com grandes defeitos maxilares.

### **3.6. Material constituinte**

Para um implante dentário ter sucesso, tem de apresentar vários critérios como biocompatibilidade, resistência à corrosão, desgaste e resistência à fratura. Assim sendo, as ligas de titânio são atualmente, o material mais utilizado no fabrico dos implantes e em muitas aplicações em cirurgia bucomaxilofacial (Oshida *et al.*, 2010).

Além dos avanços tecnológicos mencionados no capítulo anterior, reprodução tridimensional da anatomia óssea, graus maiores de osteointegração e resistência estrutural foram alcançados com essas novas ligas de titânio (Claffey *et al.*, 2015)

O titânio ao reagir com o oxigénio do meio ambiente, forma uma superfície de óxido biocompatível de 600 a 1000nm. É aplicado jacto de areia e feito um ataque ácido ou termo ácido na superfície dos implantes para criar uma rugosidade de superfície de 50 a 120 nm, permitindo, deste modo, a justaposição do osso com a superfície do óxido de titânio de 20 a 70%, concedendo uma retenção mecânica. As propriedades descritas, conferem ao implante, grande estabilidade e resistência para suportar as forças a que fica

submetido, sendo que é o osso cortical que sustenta a maioria do apoio ao implante. As forças aplicadas na prótese são na sua maior parte aplicadas à área onde o implante surge do córtex (Flanagan, 2005). O módulo de elasticidade do titânio fundido é muito maior do que o osso humano, e duas vezes mais pesado que o osso cortical denso, portanto, é produzido o titânio poroso com a tecnologia 3D. Atualmente, existem 2 tecnologias principais para a produção deste tipo de titânio, tecnologia de fusão seletiva por feixe de elétrons (EBM) e tecnologia de sinterização seletiva a laser (SLS), sendo que o primeiro apresenta vantagens em relação ao segundo, devido ao uso de um feixe de elétrons de alta energia que ajuda a derreter o pó metálico presente, que, por sua vez, aumenta a pureza das peças produzidas devido à eliminação do oxigênio e impurezas químicas (Carnicero, 2021; Mounir *et al.*, 2018).

### **3.7. Fases da reabilitação oral com implantes subperiosteais**

#### **3.7.1. Exame e diagnóstico clínico**

Antes de iniciar a cirurgia, o paciente tem de ser submetido a umas determinadas investigações em que são avaliados os exames de rotina, é efetuada uma análise da oclusão, história médica, determinação da dimensão vertical e avaliação das várias possibilidades terapêuticas e contra-indicações. Os valores do hemograma têm de estar dentro dos limites normais, incluindo glicose, potássio, cálcio, sódio, creatinina, ureia, fosfatase alcalina, cloreto e albumina/proteína total. Para um tratamento bem-sucedido, é necessário ter em consideração o plano de tratamento completo e um estudo pré-operatório bem efetuado (Mapkar & Syed, 2015; Sirbu, 2003).

#### **3.7.2. Fase Pré-cirúrgica**

No planeamento pré – cirúrgico, estão incluídas a avaliação imagiológica do volume ósseo disponível e das estruturas anatómicas como o seio maxilar, nervo alveolar inferior e o forâmen mentoniano. Na maioria dos casos, esta avaliação é determinada por radiografias panorâmicas, combinadas com palpação clínica e avaliação visual (Cerea e Dolcini, 2018).

### **3.7.2.1. Exames radiológicos**

#### **a) Tomografia computadorizada de feixe cónico**

A ortopantomografia é um exame simples de baixa dosagem de radiação, sendo possivelmente o mais apropriado para pacientes parcialmente desdentados, mas, todavia, não revela informações da densidade óssea, sendo que esta avaliação é insuficiente para os casos mais complexos ou comprometidos. Por outro lado, a tomografia computadorizada requer maiores doses de radiação, fornecendo assim ao clínico, conhecimentos precisos de diagnóstico nas três dimensões, ou seja, proporciona informações da altura e largura do osso, a espessura dos tecidos moles, das tábuas ósseas corticais, osso residual, a proximidade e a anatomia das raízes dos dentes adjacentes, a localização do seio maxilar e outras estruturas vitais (Hultin *et al.*, 2012; Scarfe & Farman, 2008).

Posto isto, há fundamentos a favor do uso deste meio técnico pela maior parte dos pacientes graças à sua precisão e exatidão. O uso de CT/CBCT na área de implantologia permite obter e fornecer ao clínico informações:

- a proximidade de anatomia vital e dentes adjacentes: é feita a determinação exata da relação entre o nervo mentoniano, alveolar inferior, nasopalatino e incisivo, e os seios maxilares, sendo desta forma, planeada a melhor posição do implante;
- volume ósseo: quando necessária regeneração óssea, a avaliação com CBCT fornece informação da quantidade e da área onde há necessidade de enxerto;
- Alteração da anatomia óssea ou dos tecidos moles como consequência de uma cirurgia prévia ou trauma: perda de tecidos moles, osso e dentes devido a lesões. Assim, são fornecidas informações em caso de procedimentos efectuados como enxertos ósseos, elevação do seio maxilar e desvio do nervo alveolar inferior (Orentlicher *et al.*, 2012).

#### **b) Vantagens e desvantagens do planeamento cirúrgico virtual 3D**

Com a utilização desta técnica, o cirurgião consegue visualizar as arcadas dentárias e todos os tecidos circundantes. Ao contrário das radiografias apicais e ortopantomografias, as imagens obtidas pelo CBCT não apresentam distorção ou ampliação geométrica. Dentro das suas vantagens encontramos a redução do tempo

cirúrgico e o número de complicações pré, intra e pós-operatórias; resultados precisos e eficazes. O aumento de volume ósseo podem ser evitados ou reduzidos através de otimização da posição do implante no osso (Stokbro *et al.*, 2014; Schneider *et al.*, 2009).

No caso dos implantes subperiosteais, o desenvolvimento técnico mais recente, nomeadamente a possibilidade de análise tridimensional por imagem das estruturas anatómicas combinada com técnicas de produção CAD-CAM de peças ajustadas, é possível criar peças implantares personalizadas, ajustadas ao volume ósseo dos maxilares de construção precisa (Gellrich *et al.*, 2017).

Os dados obtidos da imagem, CBCT ou TC, são extraídos e importados para um *software*, onde a anatomia residual do osso do paciente é reconstruída em 3D com produção precisa em resina dos modelos anatómicos digitalizados (Surovas, 2019). Nesta etapa, definem-se melhor as paredes corticais do osso residual, sendo também avaliada a melhor posição do parafuso de fixação. O trabalho é enviado para o laboratório para ser construída a estrutura, que será polida na face virada para o periósteo, jateada com areia e que posteriormente irá ser entregue ao clínico (Sirbu, 2003; Nazarian, 2017).

Como qualquer outra técnica, esta não está isenta de limitações/desvantagens, sendo que uma delas é a dose de radiação, mais elevada em relação aos outros meios de diagnóstico. É difícil realizar a transferência de informação para um modelo cirúrgico uma vez que necessita de programas de *software* complementares de processamento de imagem. Uma outra desvantagem é o custo dos *softwares* e do equipamento necessário para a realização do planeamento virtual (Orentlicher *et al.*, 2012).

### **3.7.3. Fase cirúrgica**

#### **3.7.3.1. Técnicas cirúrgicas: antigamente & atualidade**

Nesta fase, o implante subperiosteal parcial ou total era colocado no rebordo alveolar. Deste modo, havia 2 técnicas para a sua instalação, técnica de uma sessão e técnica de 2 sessões independentes (Makpar e Syed, 2015; Singh, 2009).

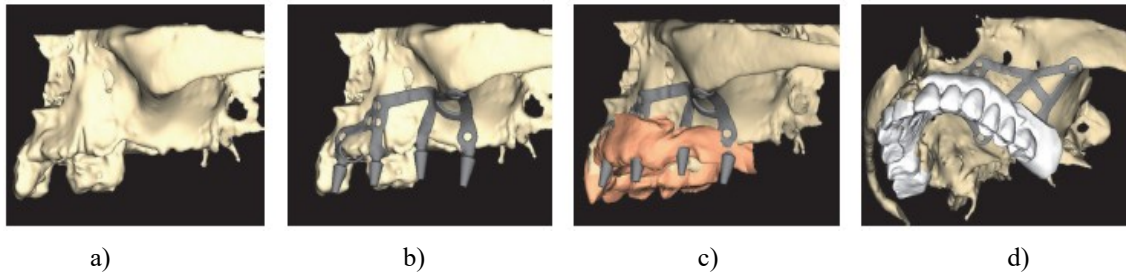
Antigamente: a técnica de 2 sessões era formada por dois momentos diferentes.

No primeiro momento era realizada uma impressão da mandíbula óssea (após anestesia) em que o modelo era vazado a gesso que servirá de modelo para posteriormente ser fabricado o implante. Isto é, era feita uma incisão de alívio anterior vertical para facilitar a reflexão dos retalhos mucoperiosteais. A partir dos espaços retromolares, e seguindo a forma da arcada até a tuberosidade contralateral, onde havia deslocamento dos tecidos moles, havia exposição da superfície do osso (Barrero *et al.*, 2011; Mommaerts, 2017). Após essa incisão, era utilizado um elevador periosteal afiado para descolar o tecido palatino do osso, no caso de se tratar do maxilar superior. Neste momento, eram corrigidas as irregularidades ou saliências ósseas visíveis com limas ósseas ou com pinça de Rouger (Mommaerts, 2017). As estruturas expostas nestes casos, eram a espinha nasal anterior, fossa canina, processos zigomáticos e toda a prolongação da tuberosidade óssea até aos complexos pterigóideos (Nazariam, 2017). Após esta exposição, era feita uma impressão diretamente no osso com polimetilmetacrilato autopolimerizável que posteriormente era fabricado o modelo em gesso, servindo de base para a criação do implante. Se o implante foi fabricado no mesmo dia, a 2ª sessão de cirurgia irá ser evitada (Mommaerts, 2017).

Posto isto, era preciso aguardar 2 meses após a realização da impressão do osso para a segunda sessão cirúrgica, para que haja uma boa cicatrização dos tecidos e diminuir o risco de abertura da linha de incisão (Singh *et al.*, 2009). Na segunda sessão de cirurgia, era feita a reabertura da incisão e colocado o implante. Posto isto, era necessário ter garantia que não havia áreas da estrutura metálica sem suporte ósseo e que os braços limitantes e conectores não se interpõem nos outros tecidos (Barrero *et al.*, 2011; Mapkar & Syed, 2015; Linkow & Ghalili, 1998; Mommaerts, 2017). Deste modo, quando havia presença de pequenos defeitos entre o implante e o osso, era usado hidroxiapatite para preencher esse espaço. Por outro lado, quando havia falta de retenção, eram usados pequenos parafusos para fixação primária (Sirbu, 2003).

Por outro lado, na cirurgia de um só passo, e mais atual, é realizada uma tomografia computadorizada (CBCT) ou TC, do osso da mandíbula ou maxila. Com os dados obtidos da tomografia e com as técnicas de modelagem computacional é construído um modelo do maxilar que posteriormente irá ser usado pelo laboratório para fabricar o implante

subperiosteal personalizado para colocação imediata (Figura 15). Seguidamente, é realizada uma cirurgia em que é colocado o implante e é suturada a mucosa para a sua cicatrização (Mapkar & Syed, 2015; Singh *et al.*, 2009; Gellrich *et al.*, 2017).



**Figura 15** - Planeamento pré-cirúrgico e fabrico do implante (vista lateral): a) reconstrução óssea 3D; b) implante subperiosteal e os pilares em posição; c) sobreposição dos tecidos moles para avaliação dos pilares protéticos; d) avaliação preliminar da possível reconstrução protética; e) reconstrução óssea 3D. Adaptado de Cerea e Dolcini, 2018.

### 3.7.3.2. Protocolo BoneEasy

Na cirurgia de um só passo, e mais atual, os implantes subperiosteais são desenhados por sistema CAD-CAM, através de ficheiros DICOM obtidos por TC. Após feito o procedimento de sinterização, as peças de titânio são submetidas a um processo de polimento. Para aumentar a área e a capacidade de osteointegração, nas hastes do implante que ficam em contacto com osso, é feito o tratamento de SLA (sal ácido) (Figura 15). A quantidade de parafusos de fixação é crucial para que haja estabilidade e para não haver qualquer micro movimento do implante, de maneira a prejudicar a sua sobrevivência. Tanto o implante como os parafusos de fixação são submetidos a tratamento de SLA e de descontaminação. De seguida, é planeada a posição dos dentes, tendo em conta uma guia radiopaca de uma prova de dentes, que o paciente usa quando é realizada a TC. Para o sucesso do implante a longo prazo, é necessário ter em consideração os locais com menor quantidade de tecido muscular ou as duas inserções e maior quantidade de gengiva queratinizada. Como falado anteriormente, é preferível fixar os parafusos de osteossíntese em zonas com maior cortical óssea, devido a densidade que o mesmo apresenta (Implantize Surgical and X-Ray Protocol – BoneEasy, 2020).

Para o projeto do implante, primeiramente, é necessário que a tomografia computadorizada seja submetida através de plataforma, como é o caso do Dentalsoft, que posteriormente irá ser projetado o implante pelo laboratório e enviado ao médico dentista que o solicitou, para o mesmo aprovar ou fazer alguns ajustes no desenho, caso seja necessário. Após autorização, é então produzido o implante definitivo e entregue com os devidos parafusos de osteossíntese para a sua posterior fixação. Estas peças produzidas são submetidas a um tratamento de SLA e de polimento, sendo que a esterilização do implante é feita por gás de óxido de etileno (Implantize Surgical and X-Ray Protocol – BoneEasy, 2020).

Na fase cirúrgica, é necessário expor toda a área de fixação, portanto, é feito um retalho de espessura total. Para que os preparos ósseos possam ocorrer devidamente, é necessário usar os três pinos de fixação da guia. Para as preparações ósseas, é crucial marcar as áreas a serem preparadas com lápis cirúrgico. Utilizando as ranhuras do guia, é feita a osteotomia óssea com a broca de osso até alcançar o nível de preparo apropriado, ou seja, é realizada osteotomia com movimento vestibular/lingual ou vestibular/palatino. O guia cirúrgico, fabricado em resina, é de elevada importância nas preparações ósseas, uma vez que este guia tem como função ajudar na preparação óssea para, posteriormente, realizar a fixação do implante. Após a realização da osteotomia, os pinos e a guia cirúrgica são removidos (Implantize Surgical and X-Ray Protocol – BoneEasy, 2020; Bai *et al.*, 2022).

Seguidamente, é feito o teste de encaixe do implante sobre as preparações ósseas feitas anteriormente, mas caso seja necessário um melhor ajuste, é possível usar a broca redonda para fazer os preparativos finais. Não é problemático que este não encaixe nas *slots* do preparo, desde que encaixe perfeitamente nas áreas vestibular e lingual/palatino de contato ósseo. Posteriormente ao teste de encaixe, executa-se a fixação do implante. (Implantize Surgical and X-Ray Protocol – BoneEasy, 2020).

No caso do maxilar superior, o implante subperiosteal é colocado e é necessário escolher um dos orifícios do osso zigomático (orifício distal) onde vai ser feito o furo com broca do kit cirúrgico e, em seguida, é inserido o parafuso, sendo que este passo deve ser repetido para o orifício distal, no quadrante oposto. Isto é, inicia-se com os parafusos 2.0 na apófise piramidal, depois com os parafusos na apófise piriforme e por último,

parafuso do palato. A fixação dos parafusos auto perforantes na apófise piriforme, tem 2.0mm de diâmetro, e 7mm de comprimento, sendo igual no palato (Figura 16) (Implantize Surgical and X-Ray Protocol – BoneEasy, 2020).

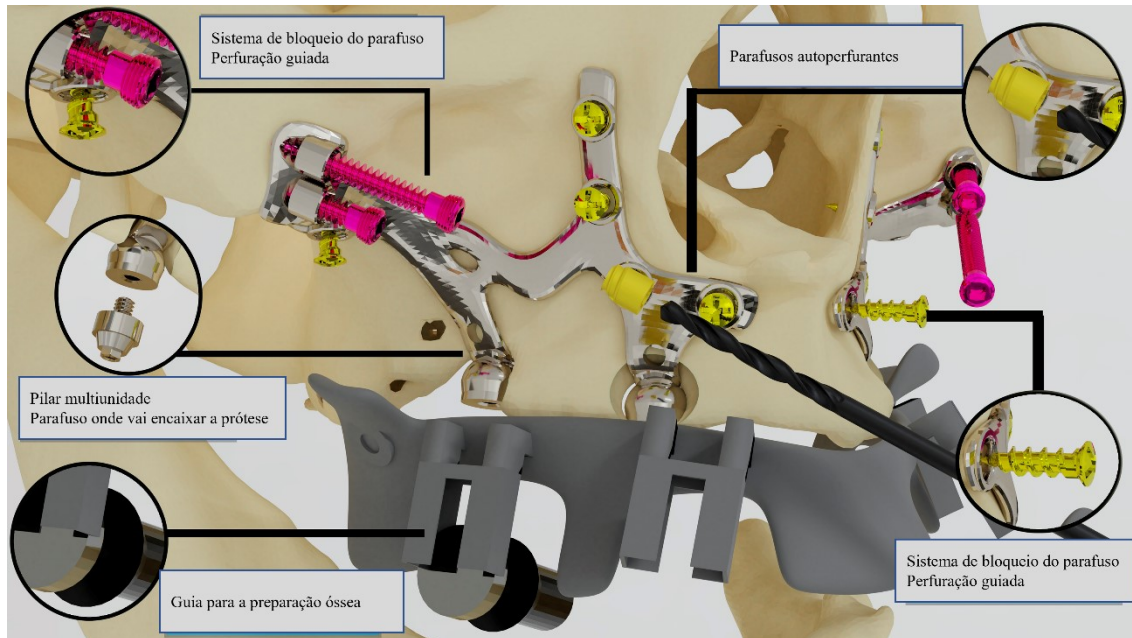
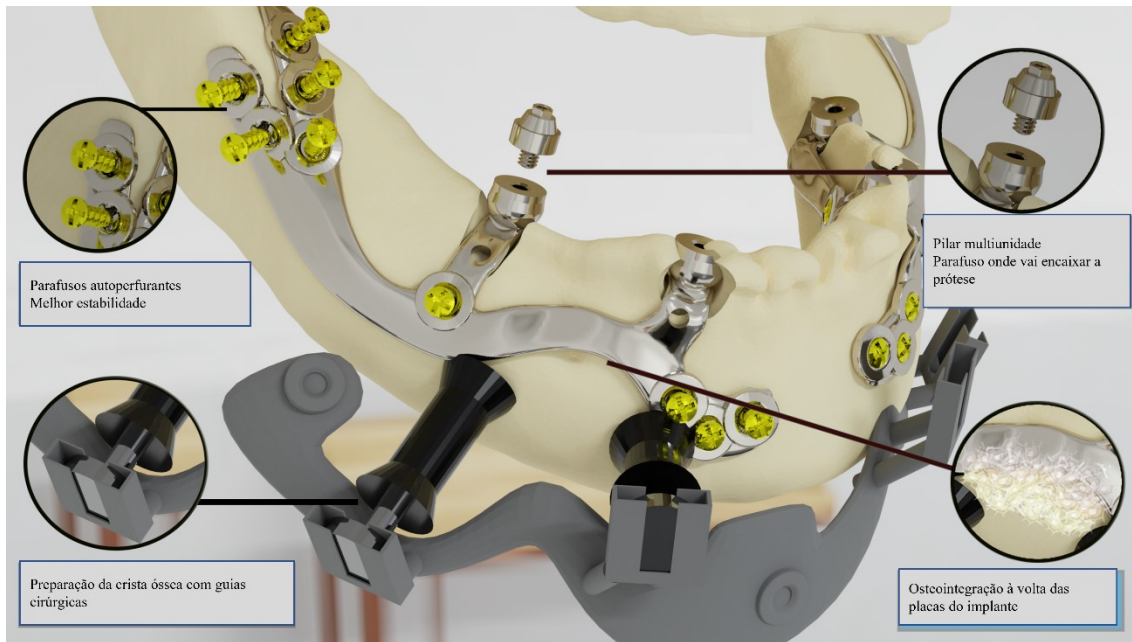


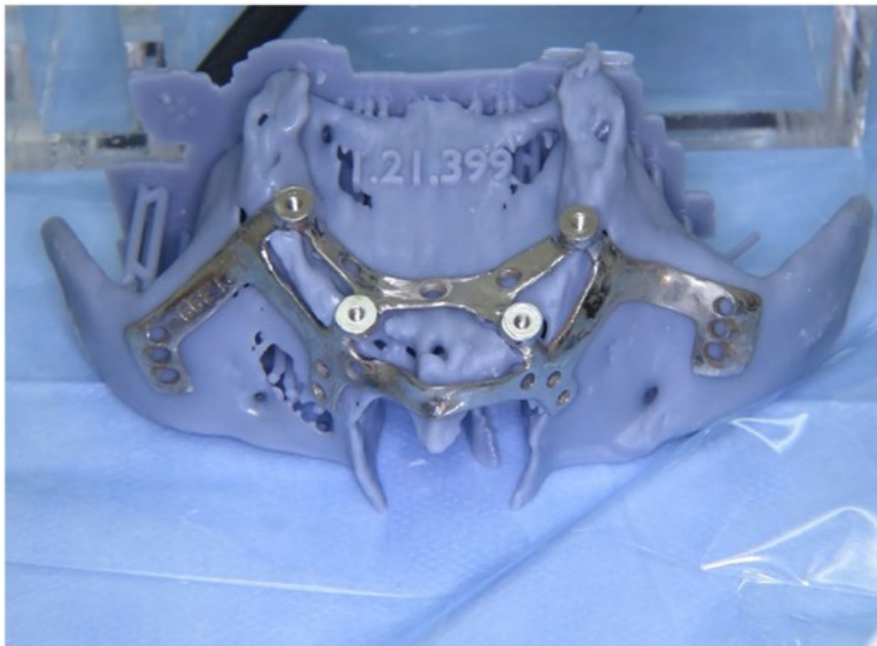
Figura 16 - Implante subperiosteal na maxila superior. Adaptado de BoneEasy, 2022.

No maxilar inferior, a fixação do implante começa com as preparações ósseas do parafuso, para uma localização distal de cada lado. O processo é o mesmo para os restantes parafusos. Assim que todos os parafusos se encontram encaixados, é necessário confirmar se a cabeça do parafuso está em contacto totalmente com as placas do implante, sendo que estas placas, não devem dobrar devido ao torque dos parafusos, mas por sua vez, a sua flexão tem um papel importante na mobilidade do implante, ficando os parafusos soltos. Os parafusos podem ser auto perforantes, caso o tipo de osso não permita a inserção sem o devido preparo, neste caso usa-se broca de 1.3 mm apenas uma vez em cada orifício de fixação (Figura 16). A inserção do parafuso pode ser feita com acionamento cruzado de ângulo contrário, ou acionamento cruzado longo manualmente. Há possibilidade de haver enxerto ósseo caso algumas partes não estejam completamente ajustadas (Implantize Surgical and X-Ray Protocol – BoneEasy, 2020).



**Figura 17** - Implante subperiosteal na mandíbula. Adaptado de BoneEasy, 2022.

Por último, a ferida é fechada corretamente, sendo necessário garantir que a sutura esteja bem feita para evitar infecções e pontos de exposição. No fim, é então colocada a prótese conforme planeado (Ayna & Gülses, 2022)



**Figura 18** - O implante de titânio grau V personalizado fabricado por SLM (BoneEasy, Ovar, Portugal). Adaptado de Ayna & Gülses, 2022.

Um implante subperiosteal considera-se com sucesso quando, passados os 2 anos de acompanhamento, ainda se encontra exercendo a sua função (Cerea e Dolcini, 2018; Mangano, 2020).

#### **3.7.4. Fase pós-cirúrgica**

Para minimizar o desconforto associado à cirurgia e para controlar o inchaço pós-operatório, é muito importante aplicar gelo local. Durante as primeiras horas, sendo a dor leve, a mesma é controlada por anti-inflamatórios prescritos pelo médico, e em outros casos, há prescrição de antibióticos e analgésicos (Singh *et al.*, 2009).

#### **3.8. Contra-indicações /Complicações**

Os primeiros implantes subperiosteais colocados no rebordo alveolar sem fixação deixaram de ser recomendados devido às altas taxas de complicações, ou seja, perda de implantes e exposição do retalho, por exemplo (Gelrich *et al.*, 2017).

Segundo Sirbu (2003), não deve haver infecções ativas presentes. Devem ser excluídos para este tipo de cirurgia os pacientes com as seguintes condições:

- Alcoolismo;
- Dependência de estupefacientes;
- História de acidente vascular cerebral ou infarto do miocárdio no último ano;
- Próteses valvulares com menos de 18 meses de duração;
- Doença renal terminal;
- Osteomalácia resistente ao tratamento;
- Osteoporose generalizada;
- Diabetes *mellitus* instável;
- Pós-radioterapia na face ou pescoço;
- Endocrinopatias.

Os seus principais problemas podem estar relacionados com a fratura do material por fadiga, perimplantite, exposição do implante, mobilidade do implante, falta de osteointegração, infecção ou perda de suporte ósseo na ausência de infecção e a influência do comprimento dos pilares de conexão, podem levar a faturas tanto da restauração protética como do implante (Mangano, 2020).

O procedimento cirúrgico para a sua colocação, requer habilidades cirúrgicas avançadas devido às dificuldades na aplicação do implante de grandes dimensões. Porém, a inserção dos parafusos de perfuração para retenção do implante com peça de mão na região do contraforte zigomático, é desafiante, sendo que as estruturas anatómicas e o comprimento insuficiente da peça de mão, podem contribuir para o seu insucesso. Para minimizar este problema, pode ser usado uma chave de fenda universal graças ao seu nível de otimização do eixo (Ayna & Gülses, 2022).

A reabsorção adicional do rebordo residual também pode criar fadiga do implante e, portanto, é importante um acompanhamento mais próximo nestes casos, sendo que os braços dos implantes sofrem maiores tensões em comparação com o resto do implante (Carratero *et al.*, 2022). Apesar das diferenças entre todos os tipos de implantes (desenho e características de superfície), os implantes subperiosteais com peri – implantite apresentam perfis bacterianos submucosos equivalentes aos outros tipos de implantes como é o caso dos endósseos afetados por peri-implantite, assim como comparativamente aos dentes naturais com periodontite (Rams *et al.*, 2013).

Uma revisão sistemática e meta-análise realizada por Koodaryan e Hafezeqoran (2016), descreveu uma perda óssea precoce média associada a implantes maxilares e mandibulares de cerca de 1.5mm durante o primeiro ano após a sua instalação. A perda óssea média anual foi de 0.2mm após a instalação. Por sua vez, os pacientes que receberam EMSI, apresentavam uma reabsorção média no rebordo alveolar de 0.33mm e 0.08mm nas asas e estrutura basal do osso zigomático (Van der Borre, 2021).

Cerea e Dolcini, concluíram que a utilização de implantes subperiosteais de titânio feitos sob medida, apresentou uma taxa de sobrevivência satisfatória com baixas taxas de complicações. Além disso, afirmaram também que os usos de implantes subperiosteais

personalizados ofereciam vantagens como a minimização do tempo de tratamento (Bai *et al.*, 2022).



### III. CONCLUSÃO

A reabilitação protética, implanto-suportada, é a solução quando há ausência de elementos dentários irrecuperáveis, sendo esta reabilitação utilizada consoante as necessidades individuais de cada paciente.

O conceito de implantes subperiosteais personalizados, atualmente, apresenta uma alternativa segura para utilizar em casos com defeitos de reabsorção óssea maxilar muito avançada, quando não há largura ou altura óssea suficiente para a colocação de um implante convencional, permitindo desta forma, a reabilitação dentária sem necessidade de realizar enxerto ósseo. Este implante subperiosteal, é feito sob medida e projetado para se adaptar à morfologia tridimensional individual da mandíbula e maxila do paciente. Os dados obtidos na CBCT ou TC, são usados para gerar um modelo ósseo virtual através de um *software* de reconstrução, facilitando assim, o fabrico de um implante subperiosteal com um alto grau de precisão individual para cada paciente.

Consoante a literatura, os implantes subperiosteais são uma alternativa segura, construídos sobre medida individual, sendo que esta nova técnica visa a combinação de várias técnicas para a obtenção do sucesso reabilitador. Apesar dos seus benefícios, há revisões que relatam algumas complicações como infeções, fratura por fadiga e mobilidade do implante, apesar de reduzidos casos.

É de notar que existe falta de estudos deste tipo referentes aos implantes subperiosteais impressos em 3D na bibliografia atual e, como tal, torna-se importante que sejam realizados mais, de forma a confirmar estes resultados.

No entanto, estudos prospectivos e randomizados são necessários com acompanhamento de longo prazo, para avaliar o seu desempenho e segurança.

#### **IV. BIBLIOGRAFIA**

Altıparmak, N., Polat, S., & Onat, S. (2022). Finite element analysis of the biomechanical effects of titanium and Cfr-peek additively manufactured subperiosteal jaw implant (AMSJI) on maxilla. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2022.09.011>

Amorim, A. V. do, Comunian, C. R., Ferreira Neto, M. D., & Cruz, E. F. da. (2019). Implantodontia: Histórico, evolução e atualidades / Implantology: History, Evolution and News. *ID on Line REVISTA de PSICOLOGIA*, 13(45), 36–48. <https://doi.org/10.14295/idonline.v13i45.1679>

Ângelo, D., & Vieira, J. (2020). The role of custom-made subperiosteal implants for rehabilitation of atrophic jaws - A case report. *Annals of Maxillofacial Surgery*, 10(2), 507. [https://doi.org/10.4103/ams.ams\\_263\\_20](https://doi.org/10.4103/ams.ams_263_20)

Ansari, M. (2019). Bone tissue regeneration: biology, strategies and interface studies. *Progress in Biomaterials*. <https://doi.org/10.1007/s40204-019-00125-z>

Aras, E., Sönmez, M., Zora, M., Basarir, M., & Kurtulmus, H. (2005). The use of prefabricated titanium tissue abutments for the construction of a maxillary subperiosteal implant. *The Journal of Oral Implantology*, 31(5), 255–258. [https://doi.org/10.1563/1548-1336\(2005\)31\[255:TUOPTT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1563/1548-1336(2005)31[255:TUOPTT]2.0.CO;2)

Avila-Ortiz, G., Chambrone, L., & Vignoletti, F. (2019). Effect of alveolar ridge preservation interventions following tooth extraction: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Periodontology*, 46, 195–223. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13057>

Aydin, U., Bulut, A., & Bulut, O. E. (2017). Assessment of maxillary and mandibular bone quality. *European Congress of Radiology 2017, March*, 1–23. <https://doi.org/10.1594/ecr2017/C-219>

Ayna, M., & Gülses, A. (2022). Adapting a simple surgical manual tool to a 3D printed implantology protocol: the use of a universal screwdriver for fixation of custom-made laser sintered titanium subperiosteal implants. *3D Printing in Medicine*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s41205-022-00159-3>

Bai, L., Zheng, L., Ji, P., Wan, H., Zhou, N., Liu, R., & Wang, C. (2022). Additively Manufactured Lattice-like Subperiosteal Implants for Rehabilitation of the Severely Atrophic Ridge. *ACS Biomaterials Science & Engineering*, 8(2), 912–920. <https://doi.org/10.1021/acsbomaterials.1c00962>

Barrero, C. (2011). Fabrication of a Maxillary Implant Retained Overdenture Using an Existing Subperiosteal Implant: A Clinical Report. *The Open Dentistry Journal*, 5(1), 122–125. <https://doi.org/10.2174/1874210601105010122>

Branemark, R., Branemark, P. I., Rydevik, B., & Myers, R. R. (2001). Osseointegration in skeletal reconstruction and rehabilitation: A review. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 38(2), 175–181.

Brugnami, F., & Caleffi, C. (2005). Prosthetically driven Implant Placement. How to achieve the appropriate implant site development. *The Keio Journal of Medicine*, 54(4), 172–178. <https://doi.org/10.2302/kjm.54.172>

Buck, D. W., & Dumanian, G. A. (2012). Bone biology and physiology: Part I. The fundamentals. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 129(6), 1314–1320. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e31824eca94>

Carnicero, A., Peláez, A., Restoy-Lozano, A., Jacquott, I., & Perera, R. (2021). Improvement of an additively manufactured subperiosteal implant structure design by finite elements based topological optimization. *Scientific Reports*, 11(1), 15390. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94980-1>

Carvalho, N. B., Gonçalves, S. L. de M. B., Guerra, C. M. F., & Carreiro, A. da F. P. (2006). Planejamento em Implantodontia: uma visão contemporânea. *Rev. Cir.*

Traumatol. Buco-Maxilo-Fac, 17–22. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-461783>

Cebrián Carretero, J. L., Del Castillo Pardo de Vera, J. L., Montesdeoca García, N., Garrido Martínez, P., Pampín Martínez, M. M., Aragón Niño, I., Navarro Cuéllar, I., & Navarro Cuéllar, C. (2022). Virtual Surgical Planning and Customized Subperiosteal Titanium Maxillary Implant (CSTMI) for Three Dimensional Reconstruction and Dental Implants of Maxillary Defects after Oncological Resection: Case Series. *Journal of Clinical Medicine*, 11(15), 4594. <https://doi.org/10.3390/jcm11154594>

Cerea, M., & Dolcini, G. A. (2018). Custom-Made Direct Metal Laser Sintering Titanium Subperiosteal Implants: A Retrospective Clinical Study on 70 Patients. *BioMed Research International*, 2018, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2018/5420391>

Chang, P.-C., & Giannobile, W. V. (2012). Functional assessment of dental implant osseointegration. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 32(5), e147-153. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22754907/>

Chapple, I. L. C., Mealey, B. L., Van Dyke, T. E., Bartold, P. M., Dommisch, H., Eickholz, P., Geisinger, M. L., Genco, R. J., Glogauer, M., Goldstein, M., Griffin, T. J., Holmstrup, P., Johnson, G. K., Kapila, Y., Lang, N. P., Meyle, J., Murakami, S., Plemons, J., Romito, G. A., & Shapira, L. (2018). Periodontal health and gingival diseases and conditions on an intact and a reduced periodontium: Consensus report of workgroup 1 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *Journal of Periodontology*, 89, S74–S84. <https://doi.org/10.1002/jper.17-0719>

Claffey, N., Bashara, H., O'Reilly, P., & Polyzois, I. (2015). Evaluation of New Bone Formation and Osseointegration Around Subperiosteal Titanium Implants with Histometry and Nanoindentation. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 30(5), 1004–1010. <https://doi.org/10.11607/jomi.3647>

Clark, D., & Levin, L. (2019). In the dental implant era, why do we still bother saving teeth? *Dental Traumatology*. <https://doi.org/10.1111/edt.12492>

Esposito, M., Ardebili, Y., & Worthington, H. V. (2014). Interventions for replacing missing teeth: different types of dental implants. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd003815.pub4>

Flanagan, D. (2005). Complete Artificial Dentition Supported by Endosseous Implants: A Case Report of Total In-office Treatment. *Journal of Oral Implantology*, 31(2), 91–97. <https://doi.org/10.1563/0-726.1>

Florencio-Silva, R., Sasso, G. R. da S., Sasso-Cerri, E., Simões, M. J., & Cerri, P. S. (2015). Biology of Bone Tissue: Structure, Function, and Factors That Influence Bone Cells. *BioMed Research International*, 2015(421746), 1–17. <https://doi.org/10.1155/2015/421746>

Gaviria, L., Salcido, J. P., Guda, T., & Ong, J. L. (2014). Current trends in dental implants. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 40(2), 50. <https://doi.org/10.5125/jkaoms.2014.40.2.50>

Gellrich, N.-C., Zimmerer, R. M., Spalthoff, S., Jehn, P., Pott, P.-C., Rana, M., & Rahlf, B. (2017). A customised digitally engineered solution for fixed dental rehabilitation in severe bone deficiency: A new innovative line extension in implant dentistry. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery: Official Publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 45(10), 1632–1638. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2017.07.022>

Glocker, M., Attin, T., & Schmidlin, P. (2014). Ridge Preservation with Modified “Socket-Shield” Technique: A Methodological Case Series. *Dentistry Journal*, 2(1), 11–21. <https://doi.org/10.3390/dj2010011>

Grisar, K., Sinha, D., Schoenaers, J., Dormaar, T., & Politis, C. (2017). Retrospective Analysis of Dental Implants Placed Between 2012 and 2014: Indications, Risk Factors, and Early Survival. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 32(3), 649–654. <https://doi.org/10.11607/jomi.5332>

Henriksen, K., Neutzsky-Wulff, A. V., Bonewald, L. F., & Karsdal, M. A. (2009). Local communication on and within bone controls bone remodeling. *Bone*, 44(6), 1026–1033. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2009.03.671>

Hultin, M., Svensson, K. G., & Trulsson, M. (2012). Clinical advantages of computer-guided implant placement: a systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, 23, 124–135. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02545.x>

Hunt, J. A., Callaghan, J. T., Sutcliffe, C. J., Morgan, R. H., Halford, B., & Black, R. A. (2005). The design and production of Co-Cr alloy implants with controlled surface topography by CAD-CAM method and their effects on osseointegration. *Biomaterials*, 26(29), 5890–5897. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2005.03.004>

Implantize surgical and x-ray protocol - *BONEEASY - PDF Catalogs | Technical Documentation*. Pdf.medicaexpo.com. Retrieved from <https://pdf.medicaexpo.com/pdf/boneeasy/implantize-surgical-x-ray-protocol/143928-237113.html>

Johnson, T. B., Siderits, B., Nye, S., Jeong, Y.-H., Han, S.-H., Rhyu, I.-C., Han, J.-S., Deguchi, T., Beck, F. M., & Kim, D.-G. (2018). Effect of guided bone regeneration on bone quality surrounding dental implants. *Journal of Biomechanics*, 80, 166–170. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.08.011>

Judas, F., Palma, P., Falacho, R., Figueiredo, H. (2012). Estrutura e dinâmica do tecido ósseo. *Cerâmica*, 51. Coimbra, Portugal. Disponível em: <http://rihuc.huc.minsaude.pt/bitstream/10400.4/1346/1/TECIDO%20%C3%93SSEO%20.pdf>

Juodzbaly, G., & Kubilius, M. (2013). Clinical and Radiological Classification of the Jawbone Anatomy in Endosseous Dental Implant Treatment. *Journal of Oral and Maxillofacial Research*, 4(2). <https://doi.org/10.5037/jomr.2013.4202>

Knaus, J., Schaffarczyk, D., & Cölfen, H. (2019). On the Future Design of Bio-Inspired Polyetheretherketone Dental Implants. *Macromolecular Bioscience*, 20(1), 1900239. <https://doi.org/10.1002/mabi.201900239>

Lemos, C. A. A., Verri, F. R., Noritomi, P. Y., Kemmoku, D. T., Souza Batista, V. E. de, Cruz, R. S., de Luna Gomes, J. M., & Pellizzer, E. P. (2021). Effect of bone quality and bone loss level around internal and external connection implants: A finite element analysis study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 125(1), 137.e1–137.e10. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.06.029>

Lindhe, J., Lang, N. P., & Karring, T. (2008). *Clinical periodontology and implant dentistry*. 5ª edição, volume 1. Oxford: Blackwell Munksgaard.

Linkow, L. I., & Ghalili, R. (1998). Critical Design Errors in Maxillary Subperiosteal Implants. *Journal of Oral Implantology*, 24(4), 198–205. [https://doi.org/2.3.co;2">10.1563/1548-1336\(1998\)024<0198:cdeims>2.3.co;2](https://doi.org/2.3.co;2)

Linkow, L. I., Wagner, J. R., & Chanavaz, M. (1998). Tripodal Mandibular Subperiosteal Implant: Basic Sciences, Operational Procedures, and Clinical Data. *Journal of Oral Implantology*, 24(1), 16–36. [https://doi.org/2.3.co;2">10.1563/1548-1336\(1998\)024<0016:tmsibs>2.3.co;2](https://doi.org/2.3.co;2)

MacBeth, N., Trullenque-Eriksson, A., Donos, N., & Mardas, N. (2016). Hard and soft tissue changes following alveolar ridge preservation: a systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, 28(8), 982–1004. <https://doi.org/10.1111/clr.12911>

Maia Ferreira Alencar, C. H., Sampaio Silveira, C. R., Cavalcante, M. M., Maia Vieira, C. G., Diógenes Teixeira, M. J., Neto, F. A., de Abreu, A., & Chhabra, A. (2020). “Periosteum: An imaging review.” *European Journal of Radiology Open*, 7, 100249. <https://doi.org/10.1016/j.ejro.2020.100249>

Mangal, K., Dhamande, M. M., Sathe, S., Godbole, S., & Patel, R. M. (2021). An overview of the Implant Therapy: The Esthetic Approach. *International Journal of*

*Current Research and Review*, 13(02), 106–112.  
<https://doi.org/10.31782/ijcrr.2021.13209>

Mangano, C., Bianchi, A., Mangano, F. G., Dana, J., Colombo, M., Solop, I., & Admakin, O. (2020). Custom-made 3D printed subperiosteal titanium implants for the prosthetic restoration of the atrophic posterior mandible of elderly patients: a case series. *3D Printing in Medicine*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s41205-019-0055-x>

Mapkar, M. A., e Syed, R. (2015). Revisiting the maxillary subperiosteal implant prosthesis: A case study. *Journal of Dental Implants*,

Misch, C. E. (2005). Dental Implant Prosthetics. In an imprint of E. I. Mosby (Ed.), *Dental Implant Prosthetics* (2nd Editio). Elsevier.

Mommaerts, M. Y. (2017). Additively manufactured sub-periosteal jaw implants. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 46(7), 938–940. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2017.02.002>

Mommaerts, M. Y. (2019). Evolutionary steps in the design and biofunctionalization of the additively manufactured sub-periosteal jaw implant “AMSJI” for the maxilla. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 48(1), 108–114. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2018.08.001>

Monje, A., Aranda, L., Diaz, K. T., Alarcón, M. A., Bagramian, R. A., Wang, H. L., & Catena, A. (2015). Impact of Maintenance Therapy for the Prevention of Peri-implant Diseases. *Journal of Dental Research*, 95(4), 372–379. <https://doi.org/10.1177/0022034515622432>

Monje, A., Chan, H. L., Galindo-Moreno, P., Elnayef, B., Suarez-Lopez Del Amo, F., Wang, F., & Wang, H. L. (2015). Alveolar Bone Architecture: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Periodontology*, 86(11), 1231–1248. <https://doi.org/10.1902/jop.2015.150263>

Montanari, T. (2016). Histologia: Texto, atlas e roteiro para aulas praticas. In *Edição do autor*

Mounir, M., Atef, M., Abou-Elfetouh, A., & Hakam, M. M. (2018). Titanium and polyether ether ketone (PEEK) patient-specific sub-periosteal implants: two novel approaches for rehabilitation of the severely atrophic anterior maxillary ridge. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 47(5), 658–664. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2017.11.008>

Nazarian, A. (2014). Placement of a modified subperiosteal implant: a clinical solution to help those with no bone. *Dentistry Today*, 33(7). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25118530/>

Nguyen, T. M., Caruhel, J.-B. ., & Khonsari, R. H. (2018). A subperiosteal maxillary implant causing severe osteolysis. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, 119(6), 523–525. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2018.06.007>

Nkenke, E., Hahn, M., Lell, M., Wiltfang, J., Schultze-Mosgau, S., Stech, B., Radespiel-Troger, M., & Neukam, F. W. (2003). Anatomic site evaluation of the zygomatic bone for dental implant placement. *Clinical Oral Implants Research*, 14(1), 72–79. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2003.140110.x>

Orentlicher, G., Goldsmith, D., & Abboud, M. (2012). Computer-Guided Planning and Placement of Dental Implants. *Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics*, 20(1), 53–79. <https://doi.org/10.1016/j.cxom.2011.12.004>

Oshida, Y., Tuna, E. B., Aktören, O., & Gençay, K. (2010). Dental Implant Systems. *International Journal of Molecular Sciences*, 11(4), 1580–1678. <https://doi.org/10.3390/ijms11041580>

Pan, J., Xu, Q., Hou, J., Wu, Y., Liu, Y., Li, R., Pan, Y., & Zhang, D. (2019). Effect of platelet-rich fibrin on alveolar ridge preservation. *The Journal of the American Dental Association*, 150(9), 766–778. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2019.04.025>

Peters, B.S.E., Martini, L.A. (2014). Funções Plenamente Reconhecidas de Nutrientes - Vitamina D. ILSI Brasil, (2). Disponível em: [http://205.251.124.92/Brasil/Documents/artigo\\_vitamina\\_d.pdf](http://205.251.124.92/Brasil/Documents/artigo_vitamina_d.pdf)

Proffit, W. I., Fields, J. H., & Sarver, D. M. (2008). *Ortodoncia Contemporânea* (4ª ed.). Barcelona, España: Elsevier Mosby.

Raggatt, L. J., & Partridge, N. C. (2010). Cellular and Molecular Mechanisms of Bone Remodeling. *Journal of Biological Chemistry*, 285(33), 25103–25108. <https://doi.org/10.1074/jbc.r109.041087>

Raikar, S., Talukdar, P., Kumari, S., Panda, S., Oommen, V., & Prasad, A. (2017). Factors affecting the survival rate of dental implants: A retrospective study. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 7(6), 351. [https://doi.org/10.4103/jispcd.jispcd\\_380\\_17](https://doi.org/10.4103/jispcd.jispcd_380_17)

Rajput, R., Chouhan, Z., Sindhu, M., Sundararajan, S., & Chouhan, R. R. S. (2021). “A Brief Chronological Review of Dental Implant History.” *International Dental Journal of Student’s Research*, 4(3), 105–107. <https://www.idjsronline.com/article-details/2732>

Rams, T. E., Balkin, B. E., Roberts, T. W., & Molzan, A. K. (2013). Microbiological Aspects of Human Mandibular Subperiosteal Dental Implants. *Journal of Oral Implantology*, 39(6), 714–722. <https://doi.org/10.1563/aaid-joi-d-11-00023>

Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2008). What is Cone-Beam CT and How Does it Work? *Dental Clinics of North America*, 52(4), 707–730. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2008.05.005>

Schneider, D., Marquardt, P., Zwahlen, M., & Jung, R. E. (2009). A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry. *Clinical Oral Implants Research*, 20, 73–86. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2009.01788.x>

Schou, S., Pallesen, L., Hjørtting-Hansen, E., Pedersen, C. S., & Fibaek, B. (2000). A 41-year history of a mandibular subperiosteal implant. *Clinical Oral Implants Research*, 11(2), 171–178. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11168208/>

Sconzo, J. (1998). The Complete Mandibular Subperiosteal Implant: An Overview of Its Evolution. *Journal of Oral Implantology*, 24(1), 14–15.

Shibata, Y., & Tanimoto, Y. (2015). A review of improved fixation methods for dental implants. Part I: Surface optimization for rapid osseointegration. *Journal of Prosthodontic Research*, 59(1), 20–33. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2014.11.007>

Singh, P. (2009). The forgotten implant: Subperiosteal. *Implant Tribune*, 4

Sirbu, DDS (DMSc), I. (2003). Subperiosteal Implant Technology: Report from Rumania. *Journal of Oral Implantology*, 29(4), 189–194.

Sobotta, J. (2008). Atlas de Anatomia Humana, volume 1 / editado por R. Putz e R. Pabst, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Stellingsma, C., Vissink, A., Meijer, H. J. A., Kuiper, C., & Raghoobar, G. M. (2004). Implantology and the Severely Resorbed Edentulous Mandible. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 15(4), 240–248. <https://doi.org/10.1177/154411130401500406>

Stokbro, K., Aagaard, E., Torkov, P., Bell, R. B., & Thygesen, T. (2014). Virtual planning in orthognathic surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43(8), 957–965. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2014.03.011>

Surovas, A. (2019). A digital workflow for modeling of custom dental implants. *3D Printing in Medicine*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s41205-019-0046-y>

Swami, V., Vijayaraghavan, V., & Swami, V. (2016). Current trends to measure implant stability. *Journal of Indian Prosthodontist Society*, 16(2), 124–130. <https://doi.org/10.4103/0972-4052.176539>

Tal, H., Artzi, Z., Kolerman, R., Beitlitum, I., & Goshen, G. (2012). Augmentation and Preservation of the Alveolar Process and Alveolar Ridge of Bone. *Semantic Scholar*. <https://doi.org/10.5772/33839>

Tomokiyo, A., Wada, N., & Maeda, H. (2019). Periodontal Ligament Stem Cells: Regenerative Potency in Periodontium. *Stem Cells and Development*, 28(15), 974–985. <https://doi.org/10.1089/scd.2019.0031>

Trombelli, L., Severi, M., Pramstraller, M., & Farina, R. (2018). Sub-periosteal peri-implant augmented layer technique for horizontal bone augmentation at implant placement. *Minerva Dental and Oral Science*, 67(5). <https://doi.org/10.23736/s0026-4970.18.04161-4>

Van den Borre, C., Rinaldi, M., De Neef, B., Loomans, N. A. J., Nout, E., Van Doorne, L., Naert, I., Politis, C., Schouten, H., Klomp, G., Beckers, L., Freilich, M. M., & Mommaerts, M. Y. (2021). Radiographic Evaluation of Bone Remodeling after Additively Manufactured Subperiosteal Jaw Implantation (AMSJI) in the Maxilla: A One-Year Follow-Up Study. *Journal of Clinical Medicine*, 10(16), 3542. <https://doi.org/10.3390/jcm10163542>

Watson, E. C., & Adams, R. H. (2018). Biology of Bone: The Vasculature of the Skeletal System. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 8(7). <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a031559>

Wubneh, A., Tsekoura, E. K., Ayranci, C., & Uludağ, H. (2018). Current state of fabrication technologies and materials for bone tissue engineering. *Acta Biomaterialia*, 80, 1–30. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2018.09.031>

Yuan, Q. (Ed.). (2020). *Dental Implant Treatment in Medically Compromised Patients*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-28557-9>

Zagalo, C., Santos, J.M., Cavacas, A., Silva, A. J. S., Evangelista, J.G., Oliveira, P., & Tavares, V. (2010). *Anatomia da Cabeça e Pescoço e Anatomia Dentária* (1th ed.). Almada: Egas Moniz Publicações

Zhang, W., Wang, N., Yang, M., Sun, T., Zhang, J., Zhao, Y., Huo, N., & Li, Z. (2022). Periosteum and development of the tissue-engineered periosteum for guided bone

regeneration. *Journal of Orthopaedic Translation*, 33, 41–54.  
<https://doi.org/10.1016/j.jot.2022.01.002>

Zuhr, O., & Hürzeler M. (2012). Plastic-esthetic periodontal and implant surgery : a microsurgical approach. Quintessence.





## V. ANEXOS

### Anexo 1 – Autorização para a utilização de informação e imagens *Implantize Surgical and X-Ray Proctol* - BONEEASY 2022.

— □ ×

↶ Responder   ↶ Responder a todos   → Reencaminhar   ⋮

#### Informações para a tese de mestrado

 **Cristina Jomir** <cristina\_jomir@hotmail.com>   
17/10/2022 11:48

Para: info@boneeasy.com


Bom dia,  
Chamo-me Cristina e estou neste momento a tese "Implantes subperiosteais como opção em Reabilitação Oral" para concluir o Mestrado em Medicina Dentária. Venho por este meio, solicitar, se possível, informações/detalhes e fotografias do sistema Implantize para abordar melhor o tema, com a devida autorização.

Aguardo resposta,  
Antecipadamente, grata.

Cristina Jomir  
Enviado do [Correio](#) para Windows

↶ Responder   ↶ Responder a todos   → Reencaminhar   📁 Arquivar   🗑 Eliminar   ⋮

**From:** WeTransfer <noreply@wetransfer.com>  
**Sent:** Thursday, November 3, 2022 3:06:46 PM  
**To:** [cristina\\_jomir@hotmail.com](mailto:cristina_jomir@hotmail.com) <[cristina\\_jomir@hotmail.com](mailto:cristina_jomir@hotmail.com)>  
**Subject:** [barbarapereira@boneeasy.com](mailto:barbarapereira@boneeasy.com) enviou-te a transferência Info\_dispositivos BoneEasy através do WeTransfer

[barbarapereira@boneeasy.com](mailto:barbarapereira@boneeasy.com)  
enviou-te Info\_dispositivos BoneEasy

7 artigos, 500 MB no total · Expira a 10 de Novembro de 2022

**Info\_dispositivos BoneEasy** Boa tarde Cristina,

Veja se estes ficheiros são o que necessita. Ou diga me que mais ficheiros podem ser úteis.

Cumprimentos

Bárbara

[Recebe os ficheiros](#)