

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

REABILITAÇÃO DE MAXILAS ATRÓFICAS EDÊNTULAS - OPÇÕES TEREPÊUTICAS

Trabalho submetido por
Carolina Verdugo Fonte Mota
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

junho de 2023

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

REABILITAÇÃO DE MAXILAS ATRÓFICAS EDÊNTULAS – OPÇÕES TERAPÊUTICAS

Trabalho submetido por
Carolina Verdugo Fonte Mota
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Mestre António José de Sousa da Silva

junho de 2023

Agradecimentos

Em primeiro lugar ao meu orientador, Mestre António José de Sousa da Silva, pela disponibilidade, compreensão e suporte ao longo desta etapa final, por ser uma inspiração e um exemplo, a minha sincera gratidão.

Ao Instituto Universitário Egas Moniz e a todo o corpo docente pelo elevado grau de exigência em tornar-me a melhor profissional possível.

À empresa *BoneEasy* pela partilha de informação e imagens.

À minha mãe e ao meu pai, pela educação, pelos valores, pelas oportunidades e por todo o carinho que me deram ao longo de 28 anos.

Ao meu irmão, pela sua irreverência que me desafiou e ajudou a crescer

Ao meu parceiro de box, por toda a ajuda neste percurso

Aos meus amigos, Cata, Cate, Inês, Kika, Mariana, Jorge e João por estarem sempre presentes e serem um incentivo constante.

À Tiz por ter sido uma grande amiga e companheira nesta caminhada

Ao meu namorado, pela paciência e motivação diária.

Obrigada a todos.

Resumo

A reabilitação de maxilas atróficas representa um desafio para o médico dentista, uma vez que a colocação de implantes convencionais pressupõe um volume ósseo adequado, colocando assim limitações no que diz respeito à reabilitação oral.

O objetivo deste trabalho é dissertar sobre alternativas existentes no campo da implantologia para reabilitar pacientes edêntulos, com atrofia severa do osso maxilar, com soluções implanto-suportadas que possibilitem a carga imediata.

Existem diversas opções cirúrgicas, dependendo do estado de reabsorção óssea, onde em muitos casos não é possível fazer uma reabilitação com implantes endoósseos convencionais, assim, os implantes zigomáticos, implantes subperiósteos individualizados, os implantes inclinados, os implantes pterigoides, os implantes transnasais e os implantes transinusais apresentam-se como resposta a estes casos.

Os implantes zigomáticos aparecem como uma alternativa ao aumento do volume ósseo, inclusive quando não existe osso adequado nas zonas I e II, onde se pode optar pela técnica de colocar dois implantes em cada osso zigomático.

Os implantes subperiósteos individualizados são particularmente úteis em casos complexos, onde a disponibilidade óssea é limitada, quer no osso maxilar, quer no osso zigomático ou quando existem variações anatômicas que impossibilitem a colocação de implantes convencionais, uma vez que, estes são concebidos e fabricados com base na anatomia maxilar específica de cada paciente.

Os implantes transinusais surgem como implantes longos, através da inclinação e direção com que são ancorados, atravessam três corticais ósseas o que permite a colocação de próteses totais em carga imediata.

Assim, as alternativas mencionadas, ao longo desta revisão narrativa, permitem ao paciente edêntulo, uma solução onde este não seja exposto a várias cirurgias para aumento de volume ósseo, tendo em conta que estas intervenções aumentam a morbilidade, tempo de tratamento e custo.

Palavras-chave: maxilas atróficas edêntulas; implantes subperiósteos individualizados; implantes zigomáticos.

Abstract

The rehabilitation of atrophic maxillae represents a challenge for the dentist, since the placement of conventional implants implies adequate bone volume, thus posing limitations with regard to oral rehabilitation.

The aim of this study is to discuss alternatives in the field of implantology for rehabilitating edentulous patients with severe atrophy of the maxillary bone, with implant-supported solutions that allow for immediate loading.

There are various surgical options, depending on the state of bone resorption, knowing that in many cases rehabilitation with conventional endosseous implants is not possible. Therefore, zygomatic implants, individualized subperiosteal implants, inclined implants, pterygoid implants, transnasal implants and transsinusal implants are the solution for this type of situation.

The transnasal implants are long implants which, through the inclination and direction in which they are anchored, cross three bone corticals, which allows for the placement of total prostheses with immediate loading.

The zygomatic implants appear as an alternative to bone regeneration, even when there is not enough adequate bone in zones I and II, in which case it is possible to choose the method of placing two implants in each zygomatic bone.

Individualised subperiosteal implants are particularly useful in complex cases where bone availability is limited, either in the maxilla or the zygomatic bone, or when there are anatomical variations that hinder the colocation of conventional implants, as they are designed and manufactured to suit the specific maxillary anatomy of each patient.

Hence, the alternatives mentioned throughout this narrative review for placing implants in different regions and positions, taking into consideration that these can be loaded immediately, allow the edentulous patient a solution where he/she is not exposed to several surgeries for bone volume augmentation, since these interventions increase morbidity, treatment time and cost.

Keywords: atrophic edentulous maxillae; individualized subperiosteal implants; zygomatic implants.

Índice Geral

Resumo	1
Abstract	3
Índice de figuras.....	7
Índice de gráficos.....	9
Lista de Siglas.....	11
Introdução.....	13
Desenvolvimento	15
Considerações anatómicas sobre o osso maxilar	15
Seio maxilar.....	17
Regiões da maxila - região pterigo-palato-tuberositária.....	18
Regiões da maxila – região molar e pré-molar.....	19
Regiões da maxila - região canina.....	20
Regiões da maxila - região incisiva.....	20
Considerações anatómicas sobre o osso zigomático	21
Constituição do osso.....	22
Tipos de Osso	23
Formação óssea.....	23
Remodelação óssea.....	23
Reabsorção óssea.....	24
Classificações de reabsorção óssea.....	24
Classificação de Cawood & Howell.....	24
Classificação de Bedrossian	26
Relação entre músculos faciais e atrofia maxilar	26
Importância da qualidade óssea.....	28
Estabilidade Primária.....	29
Considerações protéticas	29
Implantes convencionais na maxila atrófica.....	30
Maxila atrófica – abordagem palatina	31
Implantes inclinados – <i>Tilted implants</i>	31
Implantes Transinusais	32
Técnica cirúrgica:	33
Implantes subperiosteos individualizados	34
Protocolo <i>BoneEasy</i>	36
Implantes zigomáticos	39
Técnica intrasinusal clássica.....	40
Técnica simplificada.....	41

Técnica exteriorizada.....	42
Abordagem guiada pela anatomia zigomática (ZAGA)	42
Indicações dos implantes zigomáticos.....	44
Complicações de implantes zigomáticos	45
Abordagem Quad Zigoma	46
Implantes Pterigoides	49
Técnica cirúrgica	51
Indicações	51
Complicações.....	52
Implantes Transnasais.....	52
Conclusão	57
Bibliografia.....	61

Índice de figuras

Figura 1: Maxila e Zigomático (vista anterior). Imagem Original	16
Figura 2: Vista lateral da região pterigo-palato-tuberositária num crânio seco. Constituída por: osso maxilar (1), osso palatino (2), osso esfenóide (3). Imagem Original.....	19
Figura 3: Modelo funcional de reabsorção da maxila, nomeadamente da forma centrípeta da mesma. Adaptado de Gaudy et al., 2014	25
Figura 4: Classificação de Bedrossian, com demonstração das linhas verticais que limitam as diferentes zonas. Zona I = pré-maxila, Zona II = pré-molar, Zona III = molar e Zona IV = região zigomática. Adaptado de Aalam et al., 2023	26
Figura 5: Modelo anatómico impresso em 3D do maxilar facial superior com as linhas verticais que delimitam as zonas I, II e III. Imagem cedida pelo Mestre António José de Sousa da Silva.....	26
Figura 6: Imagem comparativa da alteração na relação entre a mandíbula e a maxila e alterações morfológicas da face em desdentado e após reabilitação. Imagem cedida pelo Mestre António José de Sousa da Silva.....	27
Figura 7: Efeitos da perda dentária e atrofia maxilar prolongada na forma facial. Adaptado de Sutton et al., 2004.	27
Figura 8: Classificação da qualidade óssea. Adaptado de Berglundh et al., 2015	29
Figura 9: Imagem representativa da colocação de um implante transsinusal (à esquerda) em comparação com colocação de um implante zigomático (à direita). Retirado de Aalam et al., 2023.	33
Figura 10: Imagem da fratura de um implante subperiosteal individualizado. Imagem cedida pelo Mestre António José de Sousa da Silva.	36
Figura 11: Implante subperiosteal individualizado para uma maxila. Adaptado de BoneEasy.....	37
Figura 12: Implante subperiosteal individualizado na maxila. Adaptado de BoneEasy, 2022.	38
Figura 13: Abordagem guiada pela anatomia zigomática, A - ZAGA 0, B- ZAGA 1, C- ZAGA 2, D- ZAGA 3, E - ZAGA 4. Imagem adaptada de Davó & David, 2019	44
Figura 14: Imagem intraoperatória representativa da abordagem de Quad Zigoma. Imagem cedida pelo Mestre António José de Sousa da Silva.	47

Figura 15: Imagem intraoperatória da marcação das zonas I e II da classificação de Bedrossian antes da realização da abordagem Quad Zigoma. Imagem cedida pelo Mestre António José de Sousa da Silva.....	48
Figura 16: Vista inferior e medial da região pterigo-palato-tuberositária num osso seco: 1-tuberosidade da maxila, 2- processo piramidal do osso palatino, 3- processo pterigoide do osso esfenóide. Adaptado de Gaudy et al., 2014	49
Figura 17: Configuração dos implantes pterigoides numa reabilitação de arcada total. Adaptado de Aalam et al., 2022.	50
Figura 18: Imagens representativas da colocação de dois implantes zigomáticos e dois implantes transnasais. 1- Imagem radiográfica. 2 - Imagem intraoperatória. Imagens cedidas pelo Mestre António José de Sousa da Silva.....	53
Figura 19: Desenho dos implantes transnasais e zonas de ancoragem. Adaptado de Camargo et al., 2021.....	54
Figura 20: Imagem de um implante transnasal ancorado num modelo do maciço facial superior. Imagem cedida pelo Mestre António José de Sousa da Silva.	54

Índice de gráficos

Gráfico 1: Taxa de sucesso ao longo dos anos dos implantes individualizados fabricados pela BoneEasy. Retirado de relatório Market Surveillance BoneEasy.	39
--	----

Lista de Siglas

CBCT – Tomografia computadorizada de feixe cónico

CAD/CAM – Conceção/fabrico assistido por computador

3D – Três dimensões

DMLS – Sinterização direta com laser de metal

TC – Tomografia computadorizada

SLA - Sal ácido

ZAGA - Abordagem guiada pela anatomia zigomática

N - Newton

Introdução

A perda total da dentição natural compromete drasticamente a capacidade de mastigar, falar adequadamente, bem como o estado físico, psicológico e social do indivíduo, tendo repercussões na sua qualidade de vida e autoestima, verificando-se uma alteração na relação fisiológica entre a mandíbula e a maxila, nos músculos e morfologia da face (Messias et al., 2021; Sutton et al., 2004).

Após a perda dentária, existe uma progressiva atrofia e reabsorção tridimensional do osso alveolar, observações clínicas comprovaram uma perda de 50% de largura da crista alveolar, 12 meses pós exodontia dos dentes, que no caso, de pacientes com maxilas completamente edêntulas, a reabilitação é desafiadora quer pelas alterações anatômicas do rebordo alveolar, quer pela diminuição da quantidade e qualidade do leito implantar. Esta diminuição condiciona a colocação adequada do implante dentário convencional e por sua vez a obtenção de um resultado satisfatório da reabilitação dentária a longo prazo (Att et al., 2009; Genç et al., 2018).

A reabilitação de desdentados totais maxilares apresenta diversas alternativas como próteses removíveis apenas com suporte mucoso, removíveis implanto-muco suportadas, ou próteses fixas implanto-suportadas, onde a colocação dos implantes deve ser guiada prostodonticamente (Att et al., 2009). Os pacientes com atrofia severa do osso maxilar apresentam dificuldades na retenção de próteses removíveis, não apresentando estabilidade, e portanto, atividades diárias como comer e falar serão afetadas (Esposito & Worthington, 2013).

Assim, a colocação de implantes impõe-se como uma técnica altamente previsível, tendo em consideração que a estabilidade, suporte e retenção é bastante melhor em comparação com outras alternativas de reabilitação exclusivamente mucosuportadas, para além disto, a implantologia tornou-se fundamental para alcançar grandes resultados estéticos, no entanto, há que ter em consideração a anatomia do paciente, o nível de progressão da atrofia/reabsorção óssea, portanto o volume ósseo (Juodzbaly & Kubilius, 2013; Messias et al., 2021).

Para que exista um aumento do volume ósseo que permita a colocação de implantes, existe a possibilidade de recorrer a enxertos ósseos, procedimentos de elevação da membrana do seio maxilar, com aumento do volume ósseo do pavimento do seio

maxilar. O aumento do volume ósseo em pacientes com maxila atrófica e arcada totalmente edêntula, por vezes implica a colheita de osso de um local doador, sendo os mais comuns, a crista ilíaca ou a calvaria. Este tipo de intervenções aumentam a morbilidade, tempo de tratamento e custo para o doente (Borgonovo et al., 2021; Esposito & Worthington, 2013).

Este trabalho tem como objetivo debruçar-se sobre alternativas existentes no campo da implantologia para reabilitar pacientes edêntulos com atrofia severa do osso maxilar e com possibilidade de carga imediata como: implantes convencionais inclinados, implantes zigomáticos, implantes subperiósteos individualizados, implantes pterigoides, implantes transinusais e transnasais.

Desenvolvimento

Considerações anatômicas sobre o osso maxilar

O osso maxilar em conjunto com o seu homólogo constitui parte fundamental do esqueleto facial superior (figura 1). É o osso mais volumoso da face, e também o mais leve, apresentando uma cavidade pneumática, o seio maxilar. É de origem membranosa, pertencente ao viscerocrânio. Relaciona-se diretamente com os ossos do maciço facial superior, o osso palatino, zigomático, nasal, lacrimal, concha nasal inferior e vômer e com os ossos da fossa anterior da base do crânio como o frontal e o etmoide, está relacionado com o esfenóide ao nível dos processos pterigoides, por intermédio osso palatino. Este osso integra a constituição da cavidade orbital, nasal e das fossas infratemporal e pterigopalatina (Gaudy et al., 2014).

Este osso é formado por um corpo central, onde se encontra o seio maxilar e quatro processos. O corpo do maxilar pode ser descrito como uma pirâmide triangular, portanto apresenta três faces, uma base e um vértice:

Face superior ou orbitária constitui a base da órbita, é muito fina e quase translúcida, para trás continua-se com a apófise orbitária do palatino. Na região posterior apresenta o sulco infraorbitário que se continua pelo canal com o mesmo nome, terminando no orifício infraorbitário onde passam os nervos alveolares ântero-superior e médio (Gaudy et al., 2014).

Face ântero-lateral ou jugal, é palpável sob a pele. Apresenta o orifício infraorbitário que se encontra 8 a 10 mm abaixo do rebordo orbitário, também palpável, é limitada em cima pela inserção do músculo elevador do lábio superior e em baixo pela inserção do músculo elevador do ângulo da boca. A raiz do canino forma uma saliência (eminência ou bossa canina). Na região das raízes dos dentes incisivos encontra-se a inserção do músculo depressor do septo. Na região posterior da face ântero-lateral inserem-se os músculos elevadores do lábio superior e da asa do nariz e elevador do ângulo da boca. A parede óssea é muito fina, e aí encontramos o pedículo alveolar ântero-superior. É por esta face que se acede ao seio maxilar, e é também uma guia para colocação do implante zigomático. Encontra-se separada da face posterolateral ou infratemporal pela crista zigomático-alveolar (Gaudy et al., 2014).

A face infratemporal ou posterolateral divide-se em duas regiões, uma anterior e lateral que é ligeiramente côncava e forma com o osso zigomático a fossa maxilo-zigomática, corresponde à parede anterior do corpo adiposo da bochecha (bola de Bichat), a outra, posterior, corresponde à tuberosidade maxilar que separa o seio maxilar da fossa infratemporal para trás e para fora e da fossa ptérigopalatina para trás. Aqui encontram-se as articulações com a apófise orbitária do palatino (em cima), com a apófise piramidal do palatino (em baixo) e com a apófise pterigóide do esfenóide (atrás). Esta parede óssea contém os vasos e os nervos alveolares póstero-superiores, cujos ramos ósseos penetram nos orifícios alveolares posterior e superior; à superfície, entre o periósteo e a aponevrose do músculo bucinador, passam os filetes mucosos e musculares do pedículo alveolar póstero-superior. Na região mais superior passa a curvatura da artéria maxilar antes de penetrar na fossa ptérigo-maxilar. Os músculos pterigoideu lateral e pterigoideu médio inserem-se na região pósterio-inferior da tuberosidade maxilar (Gaudy et al., 2014).

A base da pirâmide maxilar é medial e está dividida em duas áreas pela apófise palatina. A parte oral é curvilínea e rugosa e constitui o palato duro. A sua altura varia conforme o grau de reabsorção do osso alveolar. A parte nasal é plana e contribui para formar a parede lateral da fossa nasal, aí encontramos o hiato maxilar, grande e irregular que faz a comunicação com o seio maxilar (Gaudy et al., 2014).



Figura 1: Maxila e Zigomático (vista anterior e posterior). Imagem Original

O vértice forma a apófise zigomática, destaca-se do corpo da maxila na união das faces anterior, orbitária e infratemporal, com direção lateral, para se articular com o zigomático (Gaudy et al., 2014).

Os quatro processos podem ser descritos:

- Processo frontal que se articula com o frontal, com os ossos nasais a parte ântero-lateral da parede lateral das cavidades nasais, com o seu homólogo contralateral forma a abertura piriforme (Zagalo et al., 2010);

- Processo zigomático que se articula com o osso zigomático, tem a forma geral de uma crista arredondada, orientada para cima e para fora a partir do primeiro molar até osso zigomático. Essa crista constitui o limite entre a vertente anterolateral e posterolateral do osso maxilar. Esse processo é geralmente reduzido a uma fina lâmina óssea em seus 2/3 inferiores. De acordo com o grau de pneumatização do seio, apresenta na parte superior uma zona de osso esponjoso (Zagalo et al., 2010);

- Processo palatino, a qual conjuntamente com o processo palatino do outro maxilar, constituem o pavimento das fossas nasais e a região anterior do palato (Zagalo et al., 2010);

- Processo alveolar que apresenta orifícios, os alvéolos dentários, onde se articulam as raízes dos dentes superiores, estes são divididos pelos septos interalveolares (Zagalo et al., 2010).

Seio maxilar

A maxila tem uma ligação com o seio maxilar através do hiato maxilar, este é 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 do seio maxilar, sendo que, o terceiro molar apresenta uma localização regular com o seio maxilar (Zagalo et al., 2010).

Quando o seio é muito desenvolvido, ele pode apresentar prolongamentos nos ossos adjacentes. O prolongamento anterior no processo frontal da maxila é comum e pode atrapalhar a colocação de um implante na região canina. O prolongamento zigomático é muito frequente e pode pneumatizar completamente o osso. O prolongamento alveolar pode alcançar as raízes dentárias, podendo acontecer complicações decorrentes dos tratamentos endodônticos (Gaudy et al., 2014).

A configuração interna dos seios é muito variável. O seio pode ser liso e regular ou apresentar subdivisões, que podem resultar numa separação da cavidade sinusal em duas ou várias cavidades. Os septos podem medir até 9 mm de altura e são sempre

perpendiculares ao eixo do rebordo alveolar. A avaliação tomográfica permite avaliar os volumes ósseos existentes para a ancoragem dos implantes (Gaudy et al., 2014).

A vascularização do seio maxilar é garantida por diferentes ramos colaterais da artéria maxilar e pelas ramificações etmoidais da artéria oftálmica:

- A artéria infraorbitária que passa pelo pavimento da órbita garante a vascularização do teto do seio maxilar e de toda parte ântero-lateral;
- A artéria alveolar superior posterior distribui-se em ramos laterais, mediais e inferiores, e garante grande parte da região posterior do seio;
- A artéria palatina descendente fornece ramificações à região posterior da parede medial do seio;
- As artérias etmoidais anterior e posterior participam da vascularização superior da região média.

Regiões da maxila - região pterigo-palato-tuberositária

A região pterigo-palato-tuberositária, situada na parte posterior da arcada dentária maxilar, representa uma zona complexa, é constituída por três ossos cujo encaixe formam uma arquitetura muito resistente, propícia à ancoragem que é pretendida para a colocação de implantes. Esta região constitui o pilar de resistência da parte posterior do osso maxilar. Três ossos estão envolvidos: o osso maxilar (tuberosidade), o osso palatino (processo piramidal) e o osso esfenóide (processo pterigoide) (figura 2). A variação de densidade dos ossos envolvidos, a presença de corticais resistentes e do osso medular de baixa densidade obrigam a procurar pontos de fixação que atravessam estruturas ósseas de diferentes resistências (Gaudy et al., 2014).



Figura 2: Vista lateral da região pterigo-palato-tuberositária num crânio seco. Constituída por: osso maxilar (1), osso palatino (2), osso esferoide (3). Imagem Original

O risco cirúrgico na região pterigo-palato-tuberositária é essencialmente vascular. A artéria maxilar garante a vascularização da região pelos seguintes ramos: artéria alveolar superior posterior, artéria palatina descendente, artéria infraorbitária e artéria esfenopalatina. O risco está essencialmente ao nível da artéria palatina descendente. O descolamento subperiosteal em cirurgias evita o risco de hemorragia (Gaudy et al., 2014).

No paciente desdentado total quando os seios maxilares se encontram muito pneumatizados, a colocação de implantes na região posterior da maxila fica limitada, pois o volume ósseo residual está diminuído. Esta é uma região complexa situada na fronteira de três ossos, ou seja, é de extrema importância o conhecimento da arquitetura desta região para a ancoragem de implantes. O risco cirúrgico é fundamentalmente vascular ao nível do canal palatino. Referências ósseas, crista alveolar, hâmulos pterigoide, forame palatino maior e tuberosidade da maxila, devem ser confirmadas por exames de tomografia computadorizada, de forma a minimizar o risco cirúrgico. A dificuldade cirúrgica reside, na variação da textura e da densidade das peças ósseas (Gaudy et al., 2014).

Regiões da maxila – região molar e pré-molar

A região molar e pré-molar situa-se entre a tuberosidade da maxila e a eminência canina. É limitada superiormente pelo pavimento do seio maxilar e inferiormente pelos rebordos alveolares, o volume ósseo até ao pavimento do seio maxilar, condiciona a colocação de implantes (Gaudy et al., 2014)

O risco cirúrgico vascular no eixo do rebordo alveolar da região molar e pré-molar é muito limitado, exceto na face palatina, junto ao orifício palatino anterior onde passa a artéria palatina descendente. A incisão deve ser sempre sobre o rebordo alveolar e o descolamento deverá ser sempre subperiosteal (Gaudy et al., 2014).

Das artérias alveolares póstero-superiores saem ramos laterais na espessura da parede lateral do seio maxilar. Estes ramos podem anastomosar-se na região anterior com ramos da artéria infraorbitária. A lesão destes pedículos vasculares pode ocorrer quando é efetuado a abertura janela óssea para instalação dos implantes zigomáticos (Gaudy et al., 2014).

Regiões da maxila - região canina

A região canina possui uma pequena quantidade de osso esponjoso ao redor dos alvéolos dentários. As corticais vestibular e sinusal são de pequena espessura, enquanto a cortical nasal é mais espessa. Conforme o grau da reabsorção transversal, o volume do osso esponjoso é mais ou menos significativo. No indivíduo desdentado total, a perda/reabsorção da parede óssea resulta numa concavidade mais ou menos marcada, esta forma depende da existência ou não de uma extensão anterior do seio maxilar que pode, em determinados casos, pneumatizar totalmente o “apoio canino” (Gaudy et al., 2014).

Regiões da maxila - região incisiva

A região incisiva da maxila é uma região quadrangular, limitada lateralmente pelas eminências alveolares dos caninos, superiormente, pelo bordo inferior da abertura piriforme, e inferiormente pelos rebordos alveolares (Gaudy et al., 2014).

Em termos cirúrgicos esta região não apresenta riscos anatômicos de maior, no entanto, a colocação de implantes pode complicar-se por causa dos fenômenos centrípetos de reabsorção da maxila. Assim, em virtude da forma centrípeta da reabsorção óssea, os implantes são geralmente posicionados na região palatina anterior, ou seja, esta região não apresenta grandes incidentes/acidentes possíveis, com exceção de algum problema relacionado com uma posição muito vestibular do implante (Gaudy et al., 2014).

As corticais ósseas vestibulares são muito finas e, por isso, sofrem rápida reabsorção após uma extração dentária, constituindo as cristas em “lâminas de faca” que, posteriormente, sofrem reabsorção vertical. A pequena espessura de osso cortical e a

proximidade com processos alveolares dificultam a instalação de implante num eixo considerado ideal ao nível dos incisivos centrais e laterais (Gaudy et al., 2014).

A região incisiva da maxila possui uma pequena espessura de osso esponjoso à volta dos alvéolos dentários, apresentando uma grande diferença na espessura das corticais vestibular e palatina. A cortical vestibular muitas vezes é infra milimétrica e tem contacto direto com as raízes dentárias. A cortical palatina é mais espessa e está mais distante dos alvéolos dentários tendo um volume considerável de osso esponjoso (Gaudy et al., 2014).

Considerações anatómicas sobre o osso zigomático

O osso zigomático é um osso par, encontra-se na porção mais lateral da face. Articula-se com o frontal, com o maxilar, com o temporal e com o esfenóide. Apresenta três faces (lateral, temporal e orbitária), cinco bordos e duas apófises (Zagalo et al., 2010):

A face lateral apresenta o orifício zigomático-facial e a inserção dos músculos zigomático maior e zigomático menor (Zagalo et al., 2010).

Posterior a esta, temos a face temporal que toma parte na constituição da fossa temporal, possuindo ainda uma superfície rugosa para articulação com a maxila. Encontramos nesta face o orifício zigomático-temporal (Zagalo et al., 2010).

A face orbitária constitui a porção ântero-lateral da cavidade orbitária. Possui os orifícios zigomático-orbitários (Zagalo et al., 2010).

A apófise frontal ou fronto-esfenoidal dirige-se para cima até à articulação do frontal e com o esfenóide (Zagalo et al., 2010).

A apófise temporal dirige-se horizontalmente para trás até se articular com a apófise zigomática do temporal, constituindo o arco zigomático (Zagalo et al., 2010).

O osso zigomático é constituído por uma cortical de espessura variando de 1 a 2 mm, que envolve um osso esponjoso cuja densidade aumenta desde a sutura zigomaticomaxilar até ao bordo pósterio-superior, constituindo a incisura temporal (Gaudy et al., 2014).

O pedículo zigomaticotemporal atravessa o osso transversalmente. Esse pedículo vasculonervoso, formado pela união do ramo orbital do nervo maxilar e do nervo lacrimal, leva a inervação sensitiva e simpática às maçãs do rosto, o que ajuda a explicar um possível lacrimejamento dos olhos e o esbranquiçamento ou avermelhamento das maçãs do rosto, se existir lesão ou inflamação parcial deste pedículo (Gaudy et al., 2014).

A apófise maxilar constitui o bordo ântero-inferior, formando um ponto de sutura com o maxilar, esta apófise continua-se com a crista zigomático alveolar da maxila, a qual se dirige para a apófise alveolar, aproximadamente à altura do primeiro molar superior (Bedrossian et al., 2002).

Constituição do osso

O osso é uma estrutura de suporte altamente especializada, é composto por células de suporte, os osteoblastos e os osteócitos, células de remodelação, os osteoclastos, e matriz não mineral de colagénio, proteínas não colagénicas, e matriz inorgânica. O tecido ósseo sofre processos de crescimento e remodelação (Kini & Nandeesh, 2012), é um tecido dinâmico que sofre adaptação durante toda a vida (Raggatt & Partridge, 2010).

Sendo composto por elementos orgânicos e inorgânicos, o tecido ósseo é regulado por células altamente especializadas, como o caso dos osteoblastos que são os principais responsáveis pela formação do osso, sintetizam componentes orgânicos da matriz extracelular, têm uma deposição ativa nas superfícies ósseas controlando a mineralização (Berglundh et al., 2015).

Os osteócitos, situam-se em cavidades ou lacunas no interior da matriz, participam na homeostase, convertendo sinais mecânicos em mediadores químicos de forma a modelar a função osteoblástica ou osteoclástica (Berglundh et al., 2015).

Os osteoclastos são células gigantes, moveis, multinucleadas que têm origem na linhagem hematopoética mieloide, são indispensáveis para o processo de crescimento e remodelação óssea, ou seja, a sua função primordial é destruir osso, têm a capacidade de se de ligar à matriz óssea através da produção de enzimas ácidas e líticas e degradam os componentes minerais e orgânicos do osso (Berglundh et al., 2015; Mescher, 2021).

Tipos de Osso

Os tipos de osso existentes são o osso cortical ou compacto, que representa cerca de 80% da massa óssea do esqueleto humano, caracterizado por ser um osso denso e o osso trabecular ou esponjoso, representado cerca de 20% da massa óssea, isto segundo a sua organização estrutural. É metabolicamente mais ativo que o osso cortical (Clarke, 2008; Mescher, 2021).

O osso cortical tem um módulo de elasticidade 7 a 10 vezes maior que o osso trabecular, sendo assim mais resistente, portanto a zona com maior concentração de stress (Lemos et al., 2021).

Formação óssea

O processo de formação de novo osso é denominado de osteogénese, esta pode acontecer por ossificação intramembranosa ou ossificação endocondral, onde os osteoblastos e a matriz óssea são os elementos principais (Kini & Nandeesh, 2012).

A ossificação intramembranosa é caracterizada pela deposição de osso no mesênquima, responsável pela formação de ossos do craniofaciais, clavícula, mandíbula. Este tipo de ossificação também ocorre no processo de cicatrização de fraturas quando são imobilizadas com placas metálicas ou parafusos (Kini & Nandeesh, 2012).

A ossificação endocondral é um tipo de formação óssea onde a cartilagem atua como precursor, ocorre em osso longos como por exemplo a tíbia e o úmero, este processo é o mais importante para a consolidação de uma fratura quando tratada com imobilização gessada (Kini & Nandeesh, 2012).

Remodelação óssea

A remodelação óssea é o processo de remoção e reparação de danos existentes no osso, de modo a manter a homeostase e a integridade óssea no esqueleto do adulto, (Raggatt & Partridge, 2010). O osso é um tecido bastante versátil, onde existe alteração da sua forma própria como resposta à ação de fatores fisiológicos ou mesmo forças mecânicas, o osso tem tendência a modificar-se, existindo em simultâneos processos de reabsorção de osso já existente e deposição de novo osso, sendo de extrema importância para manter o equilíbrio mineral e a manutenção da resistência óssea (Kini & Nandeesh,

2012), permitindo que o osso seja continuamente substituído por novo tecido ósseo (Raggatt & Partridge, 2010).

Reabsorção óssea

A reabsorção óssea ocorre quando os osteoclastos degradam o osso, criando um meio ácido que irá promover a dissolução mineral, existem inúmeros fatores que influenciam a reabsorção óssea nomeadamente, a idade, as hormonas, estado nutricional e estímulos mecânicos. (Hienz et al., 2015)

A perda de dentária e consequente alteração da função resultam em modificações adaptativas do osso alveolar, tornando o rebordo alveolar marcadamente mais reduzido, ou seja, existe uma regressão geral dos locais edêntulos, no entanto, o grau de reabsorção óssea e quantidade de osso remanescente pode ser variável entre pacientes (Berglundh et al., 2015).

Classificações de reabsorção óssea

Classificação de Cawood & Howell

A reabsorção óssea dos maxilares pode ser classificada segundo Cawood & Howell, em seis classes de acordo com as alterações observadas na forma do processo alveolar. Esta classificação simplifica a descrição do rebordo residual e ajuda na seleção da técnica cirúrgica e protodôntica mais adequada, demonstrando que existe um padrão de reabsorção óssea previsível a partir do momento em que existe perda da dentição natural:

Classe I - dentada;

Classe II - imediatamente após a extração;

Classe III - forma da crista bem arredondada, adequado em altura e largura;

Classe IV - forma da crista em “lamina de faca”, igual em altura e inadequada em largura. Forma da crista plana;

Classe V - forma do rebordo inadequado em altura e largura;

Classe VI - forma de rebordo deprimido, com alguma perda basal evidente.

O conhecimento do padrão de reabsorção óssea dos maxilares permite ao médico dentista antecipar e evitar futuros problemas, sabendo que o osso alveolar muda de forma significativamente tanto nos eixos horizontal quanto vertical, que estas mudanças de forma seguem um padrão previsível sendo que a perda óssea varia consoante a localização, na maxila anterior e posterior, a perda óssea é vertical e horizontal de vestibular para palatino (Cawood & Howell, 1988), isto ocorre porque a tabua óssea vestibular é mais fina e sofre rápida reabsorção logo após a perda da dentição, assim pode-se afirmar que o osso maxilar no sentido horizontal tem um tipo de reabsorção óssea centrípeta (figura 3) (Gaudy et al., 2014).

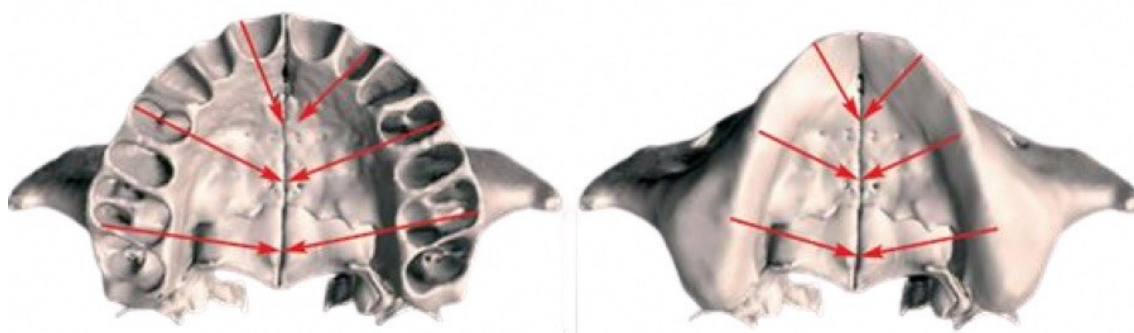


Figura 3: Modelo funcional de reabsorção da maxila, nomeadamente da forma centrípeta da mesma. Adaptado de Gaudy et al., 2014

A perda óssea alveolar ocorre maioritariamente no primeiro ano, sendo um processo crónico que continua ao longo do tempo, que pode variar de forma entre os maxilares, mas o osso basal não muda de forma significativa, a não ser que esteja sujeito a efeitos locais nocivos, como sobrecarga de próteses desadaptadas. A perda da dentição natural que leva à reabsorção gradual do processo alveolar, resulta na alteração da relação maxilo-mandibular natural e em alterações na musculatura facial, consequentemente, existirá uma mudança na morfologia facial (Cawood & Howell, 1988; Sutton et al., 2004).

Classificação de Bedrossian

A classificação de Bedrossian (figura 4) divide o maxilar em quatro zonas distintas, através de ortopantomografias, onde é avaliada a presença ou ausência de osso. A Zona I compreende a região da pré-maxila tendo como limite distal a zona do pilar canino, a Zona II a região pré-molar que tem como referência de limite distal o forame infraorbitário, a Zona III a região molar e a Zona IV compreende a região zigomática, deve ser tida em conta a relação entre o processo alveolar, o pavimento das fossas nasais e a posição e tamanho do seio maxilar (figura 5). Esta classificação, é mais uma ferramenta, que ajuda na tomada de decisão, de qual a abordagem cirúrgica mais indicada a cada caso, o que irá permitir um planeamento da ancoragem dos implantes mais adequado (Aalam et al., 2023)

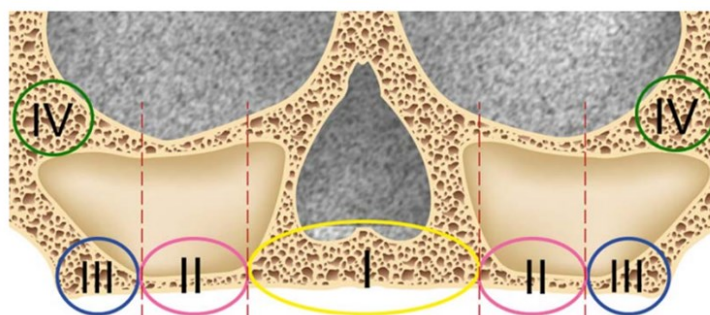


Figura 4: Classificação de Bedrossian, com demonstração das linhas verticais que limitam as diferentes zonas. Zona I = pré-maxila, Zona II = pré-molar, Zona III = molar e Zona IV = região zigomática. Adaptado de Aalam et al., 2023

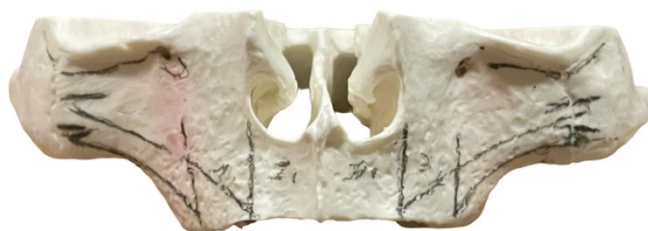


Figura 5: Modelo anatômico impresso em 3D do maxilar superior com as linhas verticais que delimitam as zonas I, II e III. Imagem cedida pelo Mestre António José de Sousa da Silva

Relação entre músculos faciais e atrofia maxilar

A musculatura facial foi descrita como uma “cortina coberta” entre a maxila e a mandíbula. Os músculos faciais são formados pelos músculos elevador e depressor labial

no plano vertical, e a banda do bucinador/constritor superior no plano horizontal. A perda da dentição e a atrofia alveolar provocam o colapso da "cortina facial" devido à contração sem oposição dos músculos bucinador e orbicular. Estes músculos periorais cruzam-se no *modiolus*, que fica lateral à comissura labial. A alteração na posição do *modiolus* provoca alterações na forma facial, nomeadamente com efeitos imediatos e tardios na forma facial e relacionando-se diretamente com a fase de atrofia da mandíbula (Sutton et al., 2004).

Os estágios iniciais da atrofia da mandíbula estão associados a uma diminuição na largura da comissura, aumento do ângulo nasolabial, inversão dos lábios e esvaziamento das bochechas. Estágios tardios de atrofia da mandíbula estão associados a uma diminuição na altura inferior da face e aumento da proeminência do queixo, devido à rotação da mandíbula no sentido horário, verificando-se uma alteração na relação fisiológica entre a mandíbula e a maxila, nos músculos e morfologia da face (figura 5) (Sutton et al., 2004).

Além disso, há perda de vermelhão dos lábios. Originalmente, as fibras circunferenciais do músculo orbicular, suportadas pelos músculos de expressão facial, tinham uma "forma em J" que inverte os lábios. Com a perda progressiva do suporte dento-alveolar, os lábios invertem-se, perdendo-se esta 'forma J'. Para além disto, o edentulismo provoca então a falta de suporte labial, que pode estar associada ao envelhecimento precoce da face (figura 6) (Miglorança et al., 2012; Sutton et al., 2004).

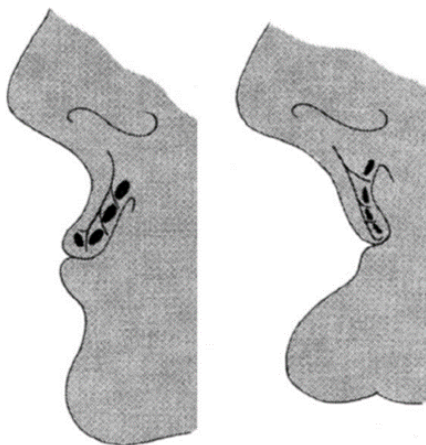


Figura 7: Efeitos da perda dentária e atrofia maxilar prolongada na forma facial. Adaptado de Sutton et al., 2004.



Figura 6: Imagem comparativa da alteração na relação entre a mandíbula e a maxila e alterações morfológicas da face em desdentado e após reabilitação. Imagem cedida pelo Mestre António José de Sousa da Silva.

Na reabilitação de arcada total, deve-se ter em consideração que o perímetro do arco dentário não deve ser reduzido sob pena de comprometermos o suporte labial, a estética e a função, no entanto, sabemos que a reabsorção óssea acontece à custa da tabua óssea da cortical vestibular, determinando uma redução da arcada de fora para dentro (Nary Filho & Padovan, 2008).

Importância da qualidade óssea

Um pré-requisito importante para a colocação de implantes dentários é a identificação das dimensões e qualidade de osso adequadas.

A qualidade óssea foi originalmente definida como densidade mineral óssea. Atualmente, a visão do que é a qualidade óssea é mais ampla, nomeadamente para que permita a colocação de implantes dentários, sendo o conjunto de todas as características como remodelação óssea (*turnover*), mineralização óssea, matriz e composição mineral, microarquitetura, vascularização e forma óssea após exodontia, como sendo o que influencia a resistência à fratura (Aydin et al., 2017).

A qualidade do osso alveolar foi classificada por Lekholm e Zarb (1985), em quatro tipos (figura 8) (Berglundh et al., 2015):

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.

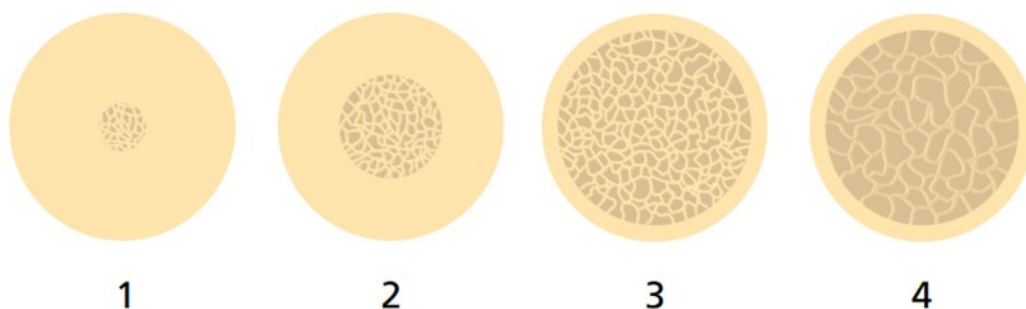


Figura 8: Classificação da qualidade óssea. Adaptado de Berglundh et al., 2015

Assim para a implantologia, a qualidade óssea é de extrema importância, pois implica a existência de estabilidade primária aquando da colocação dos implantes, para resistir as forças existentes na cavidade oral principalmente as provocadas pela mastigação (Aydin et al., 2017).

Estabilidade Primária

A estabilidade primária de um implante é definida como a fixação mecânica no osso, com ausência de mobilidade clínica do implante aquando da ancoragem do mesmo, a evidência científica reporta que existe uma correlação positiva entre a estabilidade primária e as taxas de sucesso dos implantes, uma vez que o sucesso depende, entre outros fatores, da osteointegração do implante. Mediante existência de estabilidade primária abre-se a possibilidade do implante ter uma reabilitação protética em carga imediata (Vollmer et al., 2020).

Considerações protéticas

A reabsorção da crista alveolar e a expansão do seio maxilar são os principais fatores limitantes da reabilitação da maxila posterior (Genç et al., 2018).

Quando estamos perante a perda de peças dentárias, a reabsorção óssea acontece tridimensionalmente, na direção vestíbulo-palatina, com maior perda na face vestibular do rebordo alveolar estando a sua anatomia comprometida, dificultando a colocação de implantes numa posição protética favorável. Observações clínicas mostraram que a crista alveolar perde cerca de 50% de sua largura durante os 12 meses após a extração do dente (Att et al., 2009).

As mudanças tridimensionais que ocorrem durante o período pós-extração imediato, são mais pronunciadas na face vestibular do rebordo alveolar, e continuam ao longo da vida, contribuindo para a atrofia progressiva da maxila. Como consequência, a reabilitação da maxila edêntula torna-se altamente desafiadora, particularmente na reabsorção resultante da atrofia por desuso, ou seja, de edentulismo prolongado, próteses mal ajustada, trauma, doença periodontal ou situações de volume diminuído de osso na região posterior por pneumatização do seio maxilar (Messias et al., 2021).

Para reabilitar um desdentado total superior deve ser tido em conta aspetos como o suporte labial, a linha de altura labial, o espaço protético, e a destreza do paciente para realizar a higiene oral e não apenas ser considerado o osso disponível para colocar os implantes (Messias et al., 2021).

Quando existe gengiva natural do paciente visível (no sorriso ou na fala), deve-se proceder a uma redução óssea de forma a que na futura reabilitação protética quando o paciente sorri não seja visível a zona de transição entre a prótese e a mucosa peri-implantar, no entanto quando existe uma atrofia maxilar grave, normalmente esta situação não se verifica (Maló et al., 2008).

Os pacientes com atrofia óssea severa têm maior probabilidade de não se adaptarem às próteses removíveis convencionais, uma vez que as próteses não terão estabilidade em boca devido à falta de retenção, aumentando a dificuldade em comer e falar (Esposito & Worthington, 2013).

Implantes convencionais na maxila atrofica

Os implantes dentários têm sido considerados um tratamento previsível para a reabilitação de pacientes desdentados (Lemos et al., 2021).

A principal dificuldade da implantologia endoóssea é a forma das cristas ósseas alveolares que, em alguns casos, não permite um resultado estético aceitável com as próteses (Gaudy et al., 2014).

Por conseguinte em termos anatómicos a zona do maxilar posterior para a colocação de implantes convencionais é um desafio difícil, devido a fatores como a presença do seio maxilar, a reabsorção da crista óssea, a pouca disponibilidade e a baixa densidade óssea da tuberosidade maxilar que associada ao seu difícil acesso nas zonas

mais posteriores da cavidade oral tornam a cirurgia de colocação de implantes mais complexa (Candel et al., 2012).

Assim, importa perceber quais as possíveis alternativas para a reabilitação da maxila atrófica.

Maxila atrófica – abordagem palatina

Uma das alternativas para a reabilitação, em casos de atrofia do osso maxilar, é a colocação de implantes através de uma abordagem palatina, esta técnica compreende a colocação do implante mais palatinizado, onde pode ficar com 2 a 5 espiras expostas sem recobrimento ósseo. O grau de recobrimento ósseo, depende da atrofia óssea do osso maxilar, assim como a colocação de implantes mais longos que fiquem próximos do pavimento das fossas nasais e em mucosa queratinizada, na zona palatina, diminuem o risco de peri-implantite e permitem estabilidade do implante e tecidos a longo prazo (Corrêa-Silva et al, 2022).

A abordagem palatina da colocação de implantes é uma opção de reabilitação, sem recurso a enxerto ósseo, e tendo em conta a forma centrípeta da reabsorção óssea da maxila, apresenta-se como vantagem, a menor morbidade, tratamento mais rápido e de menor custo para o paciente. A efetividade desta técnica quando comparada com a técnica convencional de colocação de implantes tem elevada taxa de sucesso, no entanto, os estudos de controlo randomizados com elevada qualidade metodológica, ainda são reduzidos, para determinar com segurança a eficácia da abordagem palatina (Corrêa-silva et al.,2022; Gaudy et al., 2014).

Implantes inclinados – *Tilted implants*

A reabilitação da maxila edêntula é geralmente restrita, devido à reabsorção óssea que ocorre sobretudo na região posterior da maxila, assim é indicada a colocação de quatro implantes, dois colocados na zona anterior e dois na zona posterior, estes últimos distais, devem ser inclinados ao longo da parede anterior do seio maxilar, tendo como objetivo reduzir o cantiléver e ancorar o implante em osso cortical (parede do seio maxilar e fossas nasais). Esta técnica é cirurgicamente complexa, nomeadamente na correta angulação/inclinação dos implantes posteriores, assim propõe-se como alternativa aos enxertos ósseos, mas se por algum motivo houver falha de um destes implantes

posteriores a reabilitação protética está comprometida, sendo esta uma das maiores desvantagens desta técnica (Maló et al., 2012; Messias et al., 2021).

A análise dos resultados da carga oclusal demonstraram uma distribuição favorável *in vivo*, para próteses de arcada total, com a colocação de quatro implantes na maxila, desde que sejam colocados como "pedras angulares": dois posteriores e dois anteriores e bem espalhados, dado que a maior parte da carga é aplicada apenas sobre os implantes anteriores e posteriores, não sendo os intermédios de especial relevância. É ainda possível verificar, ao utilizar um modelo de análise de elementos finitos, que os implantes distais inclinados colocados na parede anterior do seio maxilar suportam um maior número de dentes em cantiléver do que os implantes colocados axialmente (Duyck et al., 2000; Maló et al., 2012).

No estudo de Aparicio et al. (2014), comparou-se implantes na maxila posterior numa posição axial com implantes colocados numa posição inclinada, durante um período de *follow up* de 3 a 7 anos e verificou-se que não houve diferenças em termos de perda óssea marginal na zona peri-implantar, portanto, sugeriu-se que a colocação de implantes inclinados na maxila posterior possa ser uma solução alternativa à elevação da membrana do seio maxilar (Aparicio et al., 2014).

Assim, em maxilas totalmente edêntulas é possível colocar uma prótese fixa total, com função imediata suportada apenas por 4 implantes (Aparicio et al., 2014; Maló et al., 2012).

Implantes Transinusais

Para a reabilitação total da maxila, quando não é possível colocar implantes convencionais inclinados (até 15 mm de comprimento) é considerada a colocação de implantes transinusais (normalmente são implantes com maior comprimento, de até 25 mm), antes de considerar outros tipos de procedimentos, considerados mais invasivos, como a colocação de implantes zigomáticos ou enxertos ósseos (De Carvalho et al., 2021; Maló et al., 2013).

Os implantes transinusais apresentam-se como implantes longos, através da inclinação e direção com que são ancorados, atravessam três corticais ósseas, a do osso alveolar, a do pavimento e a da parede anterior do seio maxilar, isto é especialmente importante por duas razões, uma porque são colocados na área molar onde ocorrem forças

de mastigação mais elevadas (Agliardi et al., 2015), e outra porque permite a colocação dos mesmos em carga imediata (Aalam et al., 2023).

O comprimento maior destes implantes nos casos de atrofia do osso maxilar apresenta-se como uma vantagem, pois são ancorados numa região de maior densidade óssea, sendo preponderante na estabilidade primária e dissipação das forças oclusais, permitindo que o paciente tenha a reabilitação protética aquando da fase cirúrgica (Marcelo De Carvalho et al., 2017).

Técnica cirúrgica:

A colocação dos implantes transinusais é efetuada pela crista alveolar, através do seio maxilar, e são inseridos com uma inclinação mesial de forma a que a ponta do implante fique ancorado no rebordo da abertura piriforme, ou seja, na parede lateral da cavidade nasal, é descrita a execução de uma janela lateral no seio maxilar e realizada a elevação da membrana do seio maxilar, seguidamente a osteotomia atravessa o seio maxilar, o objetivo é de que quando o implante for colocado, este fique com a sua porção mais apical e coronal ancorada em osso prístino. O material de enxerto ósseo é apenas colocado sobre a zona do corpo do implante que fica exposta no seio maxilar, seguidamente esta zona é encerrada (Figura 9) (Aalam et al., 2023).

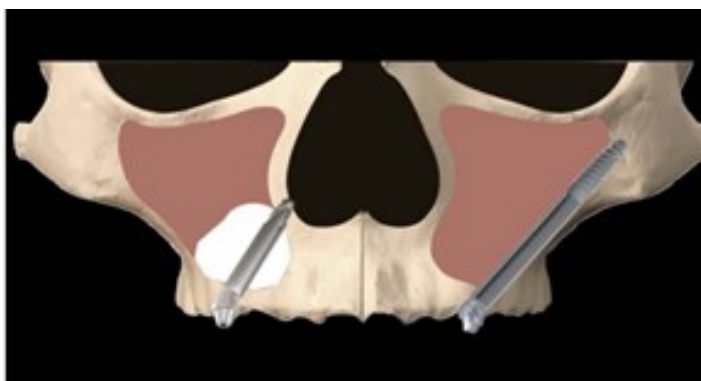


Figura 9: Imagem representativa da colocação de um implante transinusal (à esquerda) em comparação com colocação de um implante zigomático (à direita). Retirado de Aalam et al., 2023.

Estão indicados quando existe uma atrofia maxilar nas zonas I e II (classificação de Bedrossian), todavia, deve existir pelo menos 3 a 5 mm de crista óssea para que o implante possa ter estabilidade primária. O seu uso também pode ser considerado como

uma segunda alternativa, quando os implantes convencionais inclinados (*tilted implants*) falharam na zona pré-molar (Aalam et al., 2023).

Alguns dos fatores que podem ser limitantes são a fraca qualidade óssea da zona da maxila posterior e a proximidade do seio maxilar ao rebordo alveolar, que não tendo altura óssea mínima, dificultando assim uma solução de carga imediata (Agliardi et al., 2015).

Implantes subperiosteos individualizados

Os implantes subperiosteos foram introduzidos em 1940 por Dahl, eram um tipo de implante colocado entre o periosteio e o osso alveolar residual, para casos de atrofia óssea severa, mas devido à sua elevada taxa de complicações, como a perda do implante, a exposição e a deiscência do retalho, sendo a sua técnica de fabrico muito rudimentar, estes caíram em desuso na década de setenta, também devido ao aparecimento e desenvolvimento dos implantes endo ósseos (Cerea & Dolcini, 2018; Gellrich et al., 2017; Nemtoi et al., 2022).

Perante um quadro de atrofia óssea severa, em que os implantes endoósseos requerem determinada quantidade e qualidade óssea, os implantes subperiosteos individualizados surgem como uma solução inovadora para este tipo de casos. Com o avanço da tecnologia digital, e de métodos de aquisição de imagem como a tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT), que reduziram consideravelmente a quantidade de radiação a que os pacientes são expostos, permitindo a aquisição de dados a três dimensões (3D) do volume ósseo residual do paciente, com considerável precisão. Os scanners intraorais, os softwares digitais de conceção/fabrico assistido por computador (CAD/CAM), as impressoras 3D, permitiram a fabricação de ligas personalizadas e de implantes perfeitamente adaptados à anatomia específica de cada paciente. Está comprovado que o uso destas tecnologias aumenta o conforto e a qualidade de vida de pacientes edêntulos (Carnicero et al., 2021; Mangano et al., 2020).

O CBCT é utilizado em softwares de reconstrução apropriados (como CAD/CAM) que irá permitir a obtenção de um modelo ósseo virtual, com a captura de uma impressão ótica da arcada, auxilia no planeamento e fabricação dos implantes individualizados, tanto na estrutura suportada pelo osso, como na emergência protética. Estes são uma solução a ter em conta em casos de atrofia óssea sobretudo em pacientes

idosos, onde não existe indicação médica para cirurgias regenerativas ou colocação de implantes convencionais (Mangano et al., 2020).

Um implante subperiósteo individualizado é uma infraestrutura de titânio, personalizada à anatomia óssea específica de cada paciente, com base na informação obtida no CBCT, de forma a obter um ajuste excelente entre o implante e o contorno de osso existente, reduz o número de complicações intraoperatórias, aumenta a segurança do procedimento cirúrgico e melhora a confiança do cirurgião. Estes são fabricados em titânio, sendo um material biocompatível, com excelentes propriedades mecânicas e biológicas com resistência à corrosão e à fratura (Altıparmak et al., 2023; Cebrián Carretero et al., 2022).

A colocação destes dispositivos é feita entre o periósteo e o osso alveolar residual, tendo normalmente dois a quatro elementos transmucosos prolongando-se através da mucosa até à cavidade oral de modo a interligar o implante à prótese (Cerea & Dolcini, 2018).

Estas estruturas foram concebidas como alternativa aos implantes zigomáticos, aos enxertos ósseos extensos, nomeadamente na atrofia óssea de classe V-VI de Cawood e Howell, sendo possível em casos de sinusite crónica ou silenciosa colocar este tipo de implantes uma vez que os parafusos de fixação não ficam em contacto com o seio maxilar (Altıparmak et al., 2023; Cebrián Carretero et al., 2022).

A reabilitação das maxilas atróficas com implante subperiosteos individualizados tem vantagens importantes (Carnicero et al., 2021):

- 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.

Os resultados que têm vindo a ser reportados são favoráveis, o estudo com maior número de pacientes foi o de Cerea & Dolcini (2018), onde em setenta pacientes foram colocados implantes subperiosteais de titânio de sinterização direta com laser de metal (DMLS), com uma taxa de sobrevivência de 95,8% e uma baixa taxa de complicações, onde foi realizado um período de acompanhamento destes dispositivos durante dois anos (Cerea & Dolcini, 2018).

As complicações relatadas mais frequentemente são as infeções, exposição precoce e tardia do implante, reabsorção óssea, presença de fistula, fratura e mobilidade do implante (figura 10), levando à falha do implante (Cebrián Carretero et al., 2022).

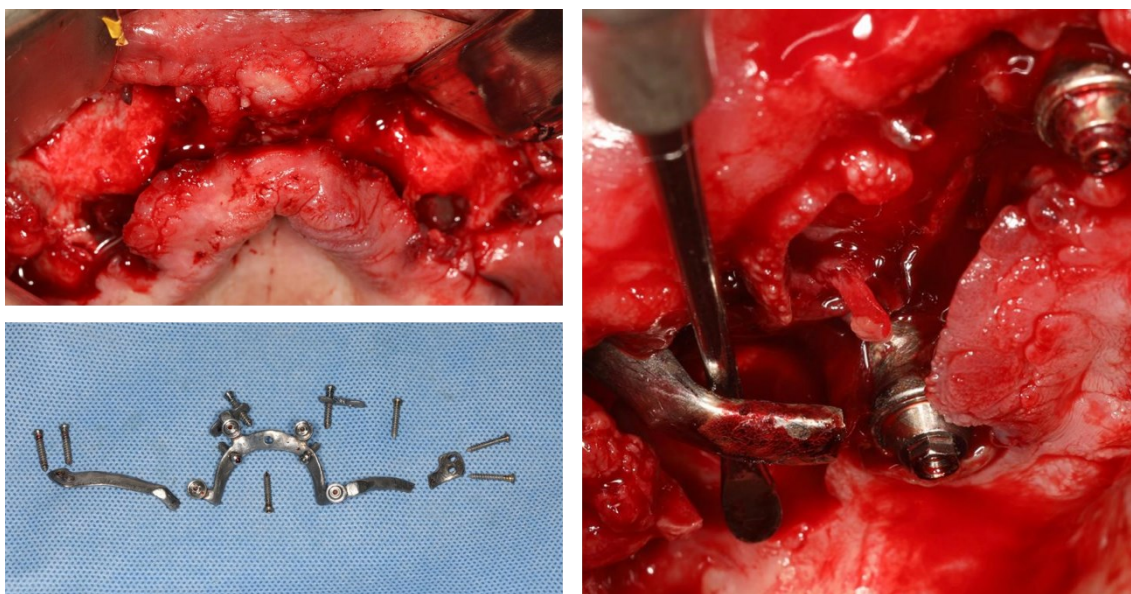


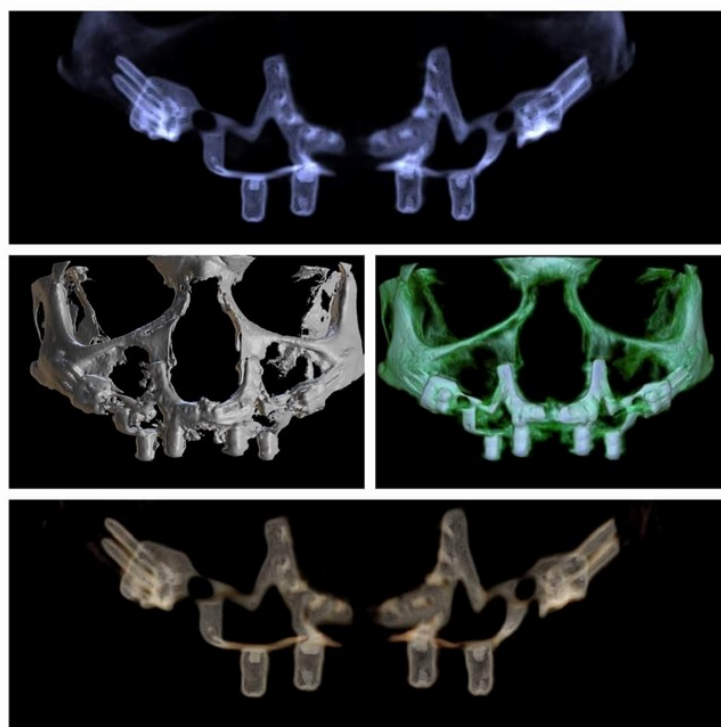
Figura 10: Imagem da fratura de um implante subperiósteo individualizado. Imagem cedida pelo Mestre António José de Sousa da Silva.

Todavia, vários estudos realçam que são necessários ensaios clínicos randomizados e prospetivos, com uma maior amostra de pacientes, para avaliar o desempenho a longo prazo deste tipo de implantes, contudo são especialmente relevantes em casos de paciente idosos com atrofia óssea que não podem submeter-se a procedimentos de enxerto ósseo (Cerea & Dolcini, 2018).

Protocolo *BoneEasy*

Os implantes individualizados desenvolvidos pela empresa *BoneEasy* sugerem um planeamento cirúrgico prévio, começando por um protocolo imagiológico, onde é mandatório a realização de uma tomografia computadorizada (TC), onde a empresa

recomenda um campo de visão que para a maxila, deve ser, de metade da orbita até ao plano oclusal e de orelha a orelha, com cortes definidos de 250 microns até aos 400 microns, Este exame imagiológico é enviado para a empresa, para que os implantes possam ser desenhados e projetados através do sistema de CAD-CAM para aquela maxila em específico (figura 11), é também 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. São fabricados por impressão 3D a laser, numa liga de titânio (Ti6Al4V), seguidamente a peça é submetida a um processo de polimento com exceção da face que fica em contacto com o osso onde é feito um tratamento com SLA (sal ácido), são esterilizados com óxido de etileno, o implante é entregue com parafusos de osteossíntese para fixação, guia cirúrgica e biomodelo ósseo impresso (Implantize Surgical and X-Ray Protocol – BoneEasy, 2022).



*Figura 11: Implante subperiósteo individualizado para uma maxila.
Adaptado de BoneEasy*

Deve ser tido em consideração que é aconselhável fixar os parafusos de osteossíntese em zonas com maior cortical óssea, em virtude da maior densidade que o mesmo apresenta, com menor quantidade de tecido muscular e maior quantidade de gengiva queratinizada (Implantize Surgical and X-Ray Protocol – BoneEasy, 2022).

Na fase da cirurgia, para a incisão correta é necessário expor toda a área de fixação do implante, assim deve ser feito um retalho de espessura total, acima da crista óssea com duas incisões de alívio para acesso ao osso zigomático. Seguidamente deve colocar-se a guia cirúrgica numa zona onde permaneça estável e deve usar-se uma broca 2.0 para perfurar os orifícios e colocar os 3 pinos de fixação da guia existentes no kit, através das ranhuras da guia é realizada osteotomia com movimento vestibular/palatino, onde a indicação é utilizar três brocas de acordo com o sistema de cores apresentado na ficha técnica do implante. A guia cirúrgica ajuda na preparação óssea para depois ser realizada a fixação do implante. Após a osteotomia a guia e os pinos são removidos, assim, o implante deve ser desenroscado da caixa e verificada a sua adaptação, testando o encaixe do implante sobre as preparações ósseas efetuadas anteriormente e se houver alguma interferência que não permita o bom encaixe do implante, é possível utilizar uma broca redonda para ajustes finais. É mandatório que o implante tenha uma adaptação perfeita nas áreas de contacto ósseo vestibulares e palatinas (Implantize Surgical and X-Ray Protocol – BoneEasy, 2022).

Especificamente na maxila, com o implante adaptado e sem se mover, é necessário preparar o orifício do zigoma com uma broca longa de parafuso do kit cirúrgico e colocar o parafuso sem inserção total, seguidamente deve-se aparafusar os parafusos de 2,7mm até unirem nas roscas da placa, durante a fixação do zigoma, deve ser confirmado se o implante não se deslocou da sua posição correta. A fixação dos parafusos é efectuada na apófise piramidal, depois na abertura piriforme e por último o parafuso do palato, sendo os parafusos auto perfurantes, tendo 2 mm de diâmetro e 7 mm de comprimento (figura 12) (Implantize Surgical and X-Ray Protocol – BoneEasy, 2022).

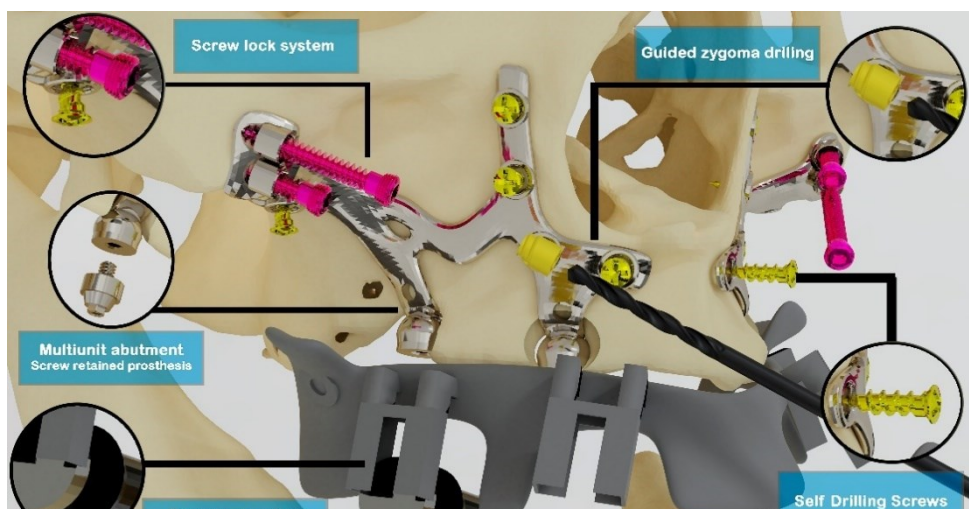


Figura 12: Implante subperiosteal individualizado na maxila. Adaptado de BoneEasy, 2022.

É aconselhado que sejam feitas incisões de relaxamento no perióstio para libertar a tensão dos retalhos e, assim, facilitar o encerramento da zona cirúrgica, pois, é também um procedimento preponderante para evitar infeções e a exposição de zonas do implante. Por fim, a prótese é colocada conforme planeado previamente (Implantize Surgical and X-Ray Protocol – BoneEasy, 2022).

A empresa *BoneEasy*, no seu relatório de *Market Surveillance*, reportou situações que podiam levar à remoção do implante, o tipo de problemas descritos foram a mobilidade do implante, falhas da estrutura e a infeção. A exposição do implante não foi incluída nem contabilizada, uma vez que a *BoneEasy* considera que as exposições não significam que o implante tenha de ser removido (Implantize Surgical and X-Ray Protocol – BoneEasy, 2022).

O gráfico abaixo (gráfico 1) reporta a taxa de sucesso deste tipo de implantes individualizados fabricados pela empresa *BoneEasy* ao longo dos anos, desde a data da primeira fabricação até novembro de 2022.

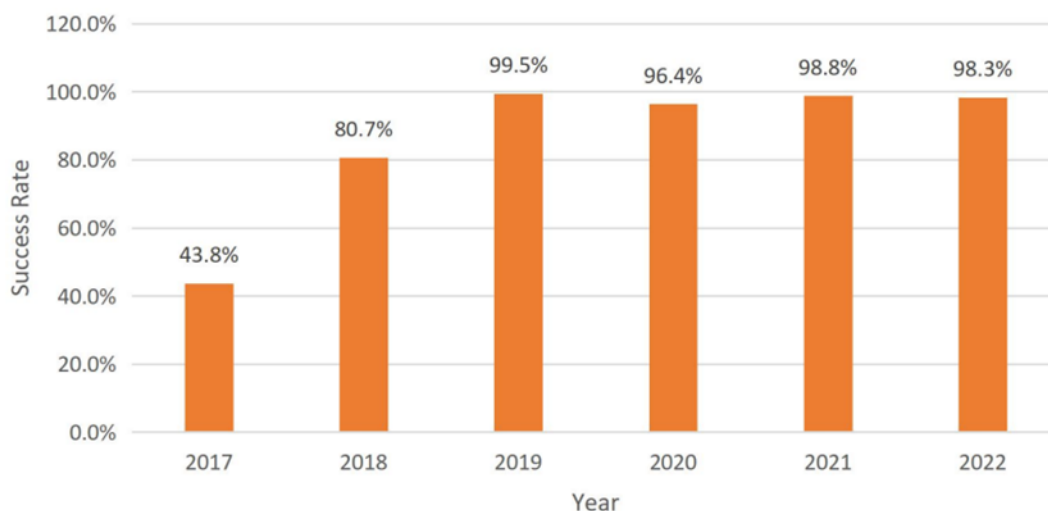


Gráfico 1: Taxa de sucesso ao longo dos anos dos implantes individualizados fabricados pela BoneEasy. Retirado de relatório Market Surveillance BoneEasy.

Implantes zigomáticos

A utilização do osso zigomático como ponto de ancoragem para implantes dentários, foi introduzida por Branemark em 1989, em pacientes com tumores submetidos a maxilectomias. Inicialmente foi desenhado um implante com as seguintes características: cabeça de 45°, diâmetro de 4,5 mm na sua parte mais larga e comprimento

de 30 a 50 mm. O implante era inserido na região palatina do processo alveolar, seguindo a crista alveolar zigomática até sua ancoragem no corpo do osso zigomático, este possui zonas ósseas trabeculadas e osso compacto com uma densidade de 98%, tendo sido comprovado através de estudos anatômicos a qualidade do osso zigomático. Portanto a sua porção cortical é capaz de oferecer estabilidade primária aos implantes (Gracher et al., 2021; Migliorança et al., 2012; Varghese et al., 2021).

A ancoragem em porções do osso cortical proporciona uma grande estabilidade e tem sido considerada um fator importante que influencia a sobrevivência dos implantes, atualmente estão indicados para reabilitar a maxila gravemente atrofiada (Aparicio et al., 2014; Chrcanovic et al., 2016). A quantidade de osso no arco zigomático e na crista alveolar residual deve ser avaliada por tomografia computadorizada (Gracher et al., 2021).

Técnica intrasínusal clássica

A técnica de Branemark para colocação de implantes zigomáticos é chamada de técnica intrasínusal clássica, assim o implante com rosca que varia em comprimento de 30 a 52,5 mm, onde a zona de ancoragem principal, não é no ponto de carga, sendo colocado em osso cortical estável do maxilar. O implante tem uma cabeça embutida de 45° graus que se adaptam ao posicionamento da crista óssea. A colocação de dois implantes zigomáticos e quatro implantes convencionais maxilares anteriores proporciona retenção e suporte para uma prótese fixa, sem enxerto ósseo e com sucesso previsível. Outras evoluções desta técnica cirúrgica têm surgido com o objetivo melhorar o controle do posicionamento do implante, melhorar a interface osso-implante, e reduzir a dissecação dos tecidos moles, a dor pós-operatória e o edema, ao mesmo tempo, obter uma melhoria protética em relação ao perfil de emergência. (Aparicio et al., 2014; Gracher et al., 2021). Foi demonstrado que implantes zigomáticos colocadas por esta técnica apresentaram uma taxa de sobrevida de 98,3% (945 implante zigomáticos colocados e 16 perdidos) (Gracher et al., 2021).

A técnica clássica para ancoragem zigomática recomenda que os implantes sejam colocados através do seio maxilar e ancorados apicalmente no osso zigomático. Como consequência deste posicionamento, a colo do implante emerge na zona mais palatina do rebordo alveolar, esta emergência palatinizada da cabeça do implante resulta numa

prótese mais volumosa, com maior largura vestibulo-palatino e com um cantiléver de grandes dimensões nas regiões posteriores da prótese. A distância média é normalmente de 11,2 mm do orifício do parafuso de acesso até a cúspide vestibular mais próxima, dependendo desta distância, pode estar condicionada a resistência mecânica da prótese, interferir na fonética e na higiene oral do paciente. A complicação mais comum da técnica intrasinusal de colocação do implante zigomático é a sinusite maxilar, com frequência de 1,85–18,42%, e menos frequente, a perfuração da membrana sinusal (Lopes et al., 2021; Migliorança et al., 2012).

Técnica simplificada

Stella e Warner em 2000, descreveram uma técnica simplificada do protocolo original com a utilização de uma “fenda sinusal”, ou seja, esta técnica utiliza a “fenda” lateral fora da parede do seio maxilar de forma a ser uma “janela guia” onde o implante zigomático é guiado através da maxila até a inserção do ápice na junção do rebordo orbitário lateral e do arco zigomático e evita o risco de contacto do implante com a membrana do seio maxilar, assim sendo, a antrostomia e o levantamento da membrana sinusal não são necessários para a colocação dos implantes zigomáticos, reduzindo-se consideravelmente o tempo cirúrgico. O perfil protético de emergência melhorou, devido ao posicionamento da plataforma do implante próximo da crista óssea alveolar, e numa posição tridimensional ideal. Este procedimento, é denominado "Sinus Slot Technique", foi reportada em quatro estudos, em dois deles combinados com a técnica intrasinusal e em dois estudos separados, onde apenas um implante foi perdido dos 44 implantes colocados quando a técnica foi utilizada separadamente. Num estudo entre 2000 e 2006 foram colocados 43 implantes zigomáticos em 25 pacientes através do uso de uma "Técnica de Slot Sinusal Modificada", e apenas quatro implantes zigomáticos foram perdidos, durante o primeiro ano de acompanhamento (Gracher et al., 2021).

Alguns estudos questionaram a técnica da fenda sinusal pelo facto de a mesma não oferecer uma adequada visualização do local no próprio zigomático, onde é colocado o implante, correndo o risco se provocar uma lesão resultante de perfurações na parede óssea posterior (Jaffin et al., 2004; Migliorança et al., 2006).

Os acidentes descritos na cirurgia de colocação de implantes zigomáticos são a perfuração do pavimento da órbita, neste caso, pode ocorrer a passagem da gordura peri-

orbitária e do músculo reto inferior e oblíquo para dentro da cavidade sinusal, a lesão parcial ou a inflamação do pedículo zigomático-temporal, que pode resultar em distúrbios vasomotores da região massetérica e num lacrimejar permanente, o que explica a palidez ou rubor da região por vezes existente (Gaudy et al., 2014).

Técnica exteriorizada

Na abordagem extrasinusal, o implante é inserido externamente ao seio maxilar antes de ancorar no osso zigomático, coberto apenas por tecido mole ao longo de sua superfície lateral maxilar, permite a preservação da membrana de *schneider* e uma diminuição da largura vestibular-palatina da prótese devido à emergência mais coronal do implante zigomático. Assim sendo, esta técnica possibilita a colocação da cabeça do implante no topo ou perto do topo da crista residual, o que resulta numa extensão mais normal da estrutura da futura prótese, ou seja, o perfil protético é consideravelmente melhor, uma vez que o implante zigomático é colocado fora do seio maxilar. Tem como vantagens adicionais, a diminuição do tempo cirúrgico e do risco de eventos adversos sinusais, além de melhorar a visualização cirúrgica (Gracher et al., 2021; Lopes et al., 2021).

A colocação de implantes zigomáticos, fixando-os à parede lateral do seio e ancorados no osso zigomático excluindo a execução de uma “janela lateral”, elimina a necessidade de antrostomia maxilar e elevação da membrana do seio maxilar, o que diminui o risco de lesões do seio maxilar, sendo comprovado pela ausência de sinais e sintomas relatados de complicações sinusais, no presente estudo. Esta técnica melhora o posicionamento e design da prótese e o seu comportamento biomecânico porque permite o surgimento favorável das plataformas protéticas zigomáticas próximas ou sobre a crista alveolar, facilitando a execução da higiene oral por parte do paciente. Este estudo conclui que os implantes colocados pela técnica exteriorizada em carga imediata são uma opção de tratamento viável para a reabilitação da maxila atrofica. No entanto, são necessários mais estudos para confirmação adicional com acompanhamento (*follow up*) a longo prazo (Migliorança et al., 2012).

Abordagem guiada pela anatomia zigomática (ZAGA)

Mais tarde, foi descrito um aperfeiçoamento da técnica extrasinusal, que se aplica a todos os maxilares atroficos, e é referida como uma abordagem guiada pela anatomia

zigomática (ZAGA), o implante pode ser colocado intrasinusal, extrasinusal ou em múltiplas posições intermediárias, sendo a parede maxilar um local adicional de ancoragem, o diferencial desta técnica é ter em conta as variações anatómicas de cada paciente e de diferentes locais para o mesmo paciente. Se no CBCT, for verificado osso residual ao nível do pavimento do seio maxilar e este for considerado suficiente em espessura e largura, mínimo de 4 mm de altura e de 6 mm de largura, o implante zigomático deve entrar no seio maxilar através do osso alveolar residual. Portanto, esta técnica prevê a adaptação da trajetória de colocação do implante à anatomia e a escolha do desenho mais adequado do implante (Aparicio et al., 2021).

Assim em 2011, a abordagem ZAGA definiu 5 grupos (figura 13):

- ZAGA 0 – A dimensão horizontal da maxila é mantida e a parede anterior apresenta-se plana. A cabeça do implante deve ficar localizada na crista alveolar e o corpo do implante tem um caminho intra-sinusal (Aparicio, 2011);
- ZAGA 1 – A dimensão horizontal da maxila é mantida, mas a parede anterior é ligeiramente côncava. A cabeça do implante fica localizada na crista alveolar, a osteotomia é realizada através da parede e a maior parte do corpo do implante tem um trajeto intra-sinusal (Aparicio, 2011);
- ZAGA 2 – A dimensão horizontal da maxila é mantida, mas a parede anterior é côncava. A cabeça do implante fica localizada na crista alveolar, estando em contacto com o osso na crista alveolar, parede lateral do seio maxilar e osso zigomático (Aparicio, 2011);
- ZAGA 3 – A dimensão horizontal da maxila é mantida, mas a parede anterior é muito côncava. A cabeça do implante fica localizada na crista alveolar, a osteotomia segue uma trajetória que vai do palato ao osso alveolar vestibular, depois o corpo do implante deixa a parte côncava da parede anterior do seio maxilar para penetrar no osso zigomático. A parte central do corpo do implante tem uma trajetória extra-sinusal (Aparicio, 2011);
- ZAGA 4 – A maxila e o osso alveolar apresentam uma atrofia óssea horizontal e vertical extrema. A cabeça do implante fica localizada vestibularmente à crista alveolar, não sendo necessária osteotomia a este nível, a maior parte do corpo do implante tem um trajeto extra-sinusal e

extra-maxilar, onde apenas a ponta do implante é circundada por osso, sendo que esta apenas entra em contacto com o osso em parte da parede lateral do seio maxilar e no osso zigomático (Aparicio, 2011).

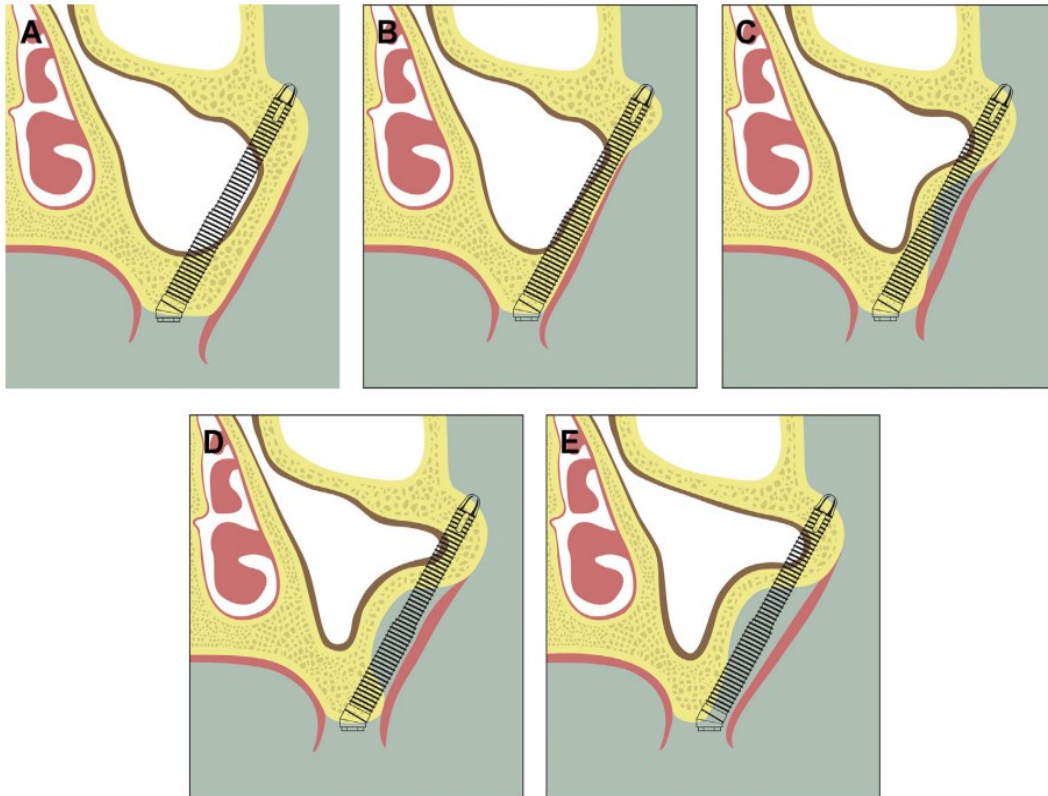


Figura 13: Abordagem guiada pela anatomia zigomática, A - ZAGA 0, B- ZAGA 1, C- ZAGA 2, D- ZAGA 3, E - ZAGA 4. Imagem adaptada de Davó & David, 2019

Indicações dos implantes zigomáticos

As indicações existentes na literatura para a colocação de implantes zigomáticos são o tratamento de maxilas gravemente atroficas completamente edêntulas sem recurso a procedimentos de aumento ósseo, tratamento da maxila atrofica severa, parcialmente desdentada, reconstrução maxilar e maxilectomia parcial ou total pois os implantes zigomáticos podem ser usados para fixar obturadores maxilares, em pacientes com doença oncológica (Esposito & Worthington, 2013; Lopes et al., 2021), os implantes zigomáticos aparecem assim como uma alternativa ao aumento do volume ósseo, uma vez que a taxa de sucesso da colocação de implante em osso regenerado com aumento de volume ósseo é considerada baixa (Maló et al., 2008).

A ancoragem quando é feita em porções do osso cortical proporciona maior estabilidade e é um fator importante que influencia a sobrevivência dos implantes (Chrcanovic et al., 2016).

As opções de devolver função mastigatória, fonética e estética a pacientes com maxila atrófica e edêntula com recurso a ancoragem zigomática, são a colocação de quatro implantes ancorados no osso zigomático (dois em cada zigoma) designada de abordagem *Quad Zigoma*, ou dois implantes zigomáticos (um em cada zigoma) e dois implantes convencionais ancorados na pré-maxila caso exista a quantidade óssea suficiente para o fazer, uma vez que apenas dois implantes zigomáticos não são suficientes para suportar uma prótese total fixa (Esposito & Worthington, 2013; Varghese et al., 2021). Assim sendo, deve, o volume ósseo na maxila anterior ter uma altura mínima de 10 mm e largura de 4 mm, para permitir a colocação entre dois a quatro implantes convencionais. Caso o volume de osso na região anterior da maxila seja insuficiente, terá de se ponderar outras opções alternativas, como por exemplo, a abordagem *Quad Zigoma* (Candel-Martí et al., 2012; Varghese et al., 2021).

A reabilitação com implantes zigomáticos, pode ser realizada em duas intervenções cirúrgicas com carga diferida, mas também é possível uma abordagem de função imediata, a carga imediata dos implantes zigomáticos tem apresentado bons resultados clínicos, especialmente em arcos totalmente desdentados, no entanto o implante deve ter um torque de inserção com valores acima dos 30 Newton (N), garantindo assim a estabilidade primária do implante. A carga oclusal imediata com implantes zigomáticos pode ser considerada um tratamento mais simples, no qual os pacientes podem receber próteses fixas num procedimento clínico apenas, ficando com função e estética imediata, inclusive alguns autores têm obtido taxa de sucesso de 96,4% a 100%, sendo o carregamento imediato documentado com altas taxas de sucesso (Candel-Martí et al., 2012; Maló et al., 2012; Migliorança et al., 2012)

Complicações de implantes zigomáticos

As complicações decorrentes da colocação de implantes zigomáticos descritas na literatura são sinusite, infeções no seio maxilar e nos tecidos moles intraorais, formação de fistula oroantral, hematoma facial ou periorbital, hiperplasia gengival, penetração na cavidade orbitária, alterações nervosas sensoriais temporárias, sangramento nasal

moderado por 1 a 3 dias, enfisema zigomático subcutâneo e remoção do implante zigomático devido a sinusite recorrente ou dor continuada, no entanto, existem estudos que consideram subestimada a prevalência destas complicações (Chrcanovic et al., 2016).

A sinusite pós-operatória foi a complicação mais comum relatada nos estudos, (Gracher et al., 2021) as taxas de sinusite são de aproximadamente 6,6% considerando a técnica clássica, e após mais de 10 anos de *follow up* poucas ocorrências foram descritas, considerando que a grande maioria dos pacientes com implantes zigomáticos não apresenta patologia sinusal, é de referir que não está claro se as taxas de sinusite em pacientes com implantes zigomáticos são maiores do que as taxas na população geral (Aparicio et al., 2014).

A cirurgia para a colocação de implantes zigomáticos é considerada um procedimento invasivo e por isso é aconselhado por diversos autores que seja realizada por um cirurgião experiente, a falha de um implante zigomático em comparação com a falha de um implante convencional requer um tratamento mais complexo e invasivo, estas duas condições são nomeadas como sendo algumas das desvantagens apresentadas por este tipo de implantes (Chrcanovic et al., 2016).

Segundo Aparicio et al (2021) as complicações que aparecem três meses após a cirurgia são consideradas tardias e normalmente a deiscência da mucosa está mais relacionada com a técnica de colocação extrasinusal e a fistula oroantral com a técnica intrasinusal, uma vez que nesta ultima o trejeito de colocação do implante passa pelo seio maxilar (Aparicio et al., 2021).

Abordagem Quad Zigoma

Esta técnica compreende a colocação de quatro implantes zigomáticos para suportar uma prótese total, foi estudada a largura média do osso zigomático sendo de 20,5 mm e verificada a hipótese de serem ancorados dois implantes no mesmo osso zigomático (Wang et al., 2015).

A abordagem *Quad Zigoma* compreende a colocação de dois implantes zigomáticos bilateralmente sem implantes convencionais na região da maxila anterior (figura 14), sabendo que o osso alveolar se encontra reabsorvido, é apropriada para tratar

as maxilas desdentadas inclusive nas classificações V e VI de Cawood & Howell (Wang et al., 2021).

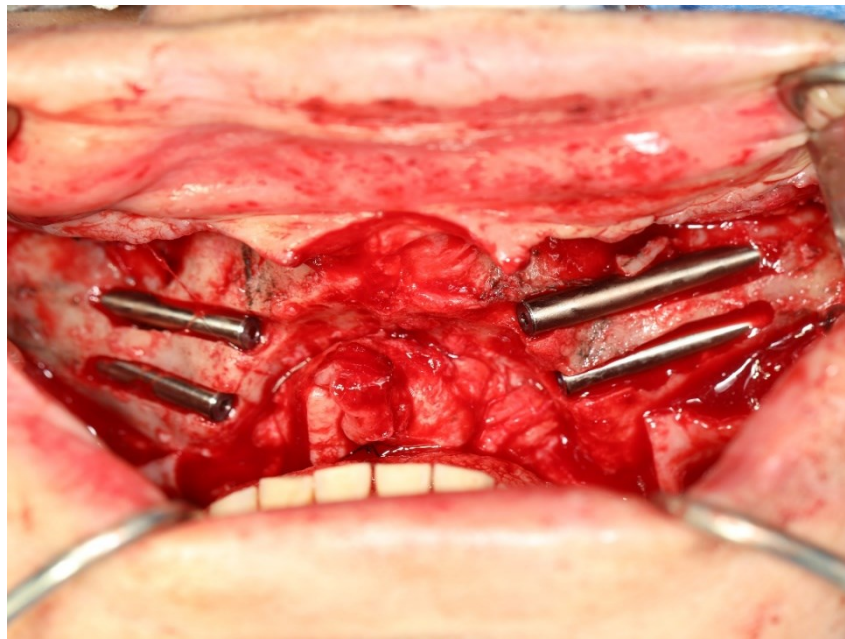


Figura 14: Imagem intraoperatória representativa da abordagem de Quad Zigoma. Imagem cedida pelo Mestre António José de Sousa da Silva.

As indicações para a execução desta técnica compreendem a atrofia maxilar grave, e o volume ósseo inadequado para a colocação de implante dentários convencionais, tanto na região anterior como na região posterior da maxila, ou quando outros procedimentos falharam, nomeadamente enxertos ósseos e implantes convencionais (Davó & David, 2019). Como também corrobora a classificação de Bedrossian, que quando não existe osso adequado nas zonas I e II, esta técnica pode ser implementada (figura 15), levando em consideração que têm sido reportadas taxa de sucesso comparáveis à colocação de um único implante no osso zigomático (Aalam et al., 2022).

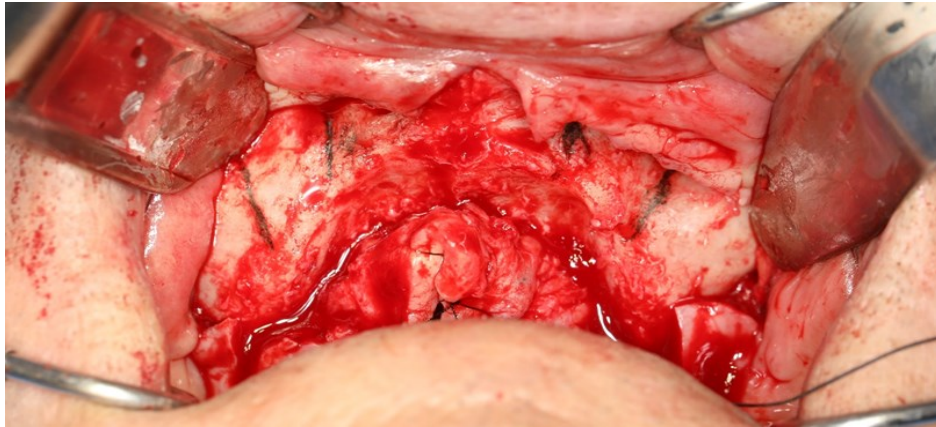


Figura 15: Imagem intraoperatória da marcação das zonas I e II da classificação de Bedrossian antes da realização da abordagem Quad Zigoma. Imagem cedida pelo Mestre António José de Sousa da Silva.

Aboul-Hosn Centenero et al. (2018) reportaram numa revisão sistemática e meta-análise, que não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nas taxas de sobrevivência e taxas de insucesso, comparando a abordagem de colocação de dois implantes zigomáticos com implantes regulares versus a colocação de quatro implantes zigomáticos, para a reabilitação total da arcada (Davó & David, 2019).

O colo do implante zigomático mais posterior emerge na zona do segundo pré-molar e a do mais anterior emerge na zona do incisivo lateral/canino, assim a terminação da prótese no primeiro molar resulta num cantiléver. Para ajudar a eliminar este cantiléver e uma melhor disseminação das forças ântero-posteriores podem ser adicionados implantes pterigoides (Aalam et al., 2022).

Segundo a literatura apesar da técnica ser previsível e bem documentada, requer um grau elevado de experiência e conhecimento anatómico por parte do cirurgião, dado que o risco pode estar aumentado, uma vez que a ponta do implante zigomático mais anterior é ancorada perto da órbita. Outra limitação desta técnica ocorre quando o osso zigomático não tem dimensão suficiente (em largura ou em espessura) para a ancoragem de dois implantes, inviabilizando a sua colocação, ou devido à possibilidade do forame infraorbitário estar na trajetória de inserção do implante, bem como o risco deiscência do tecido e exposição do corpo do implante (Almeida et al., 2021).

Estão reportadas complicações como sinusite, fístula oroantral, parestesia infraorbitária, doenças peri-implantares, perfurações orbitárias, sendo a concentração de stress um dos principais motivos de fratura e complicações protéticas (Lan et al., 2021).

Implantes Pterigoides

Os implantes pterigoides foram descritos pela primeira vez por Tulsane em 1992, têm sido posteriormente discutidos por diversos autores. São ancorados na zona retromolar da maxila, nomeadamente em duas zonas, no processo pterigoide e na região pterigomaxilar, variando, portanto, quer o comprimento quer a angulação do implante conforme a zona onde será colocado (figura 16) (Candel et al., 2012).



Figura 16: Vista inferior e medial da região pterigo-palato-tuberositária num osso seco: 1- tuberosidade da maxila, 2- processo piramidal do osso palatino, 3- processo pterigoide do osso esfenóide. Adaptado de Gaudy et al., 2014

No entanto, existe alguma controversa na literatura, uma vez que, para diversos autores os implantes pterigoides apenas devem ser considerados como tal, os que são colocados exclusivamente no processo pterigoide, classificando todos os outros, como é o caso dos implantes curtos ou inclinados colocados na tuberosidade maxilar e implantes menores que 13 mm que não são inseridos no processo pterigoide, como implantes pterigomaxilares (Araujo et al., 2019). Assim sendo, Araujo et al. (2019) consideraram que os implantes pterigoides devem ter pelo menos 13 mm de comprimento para atingir a cortical do processo pterigoide, tendo como base estudos anatómicos e radiológicos (Araujo et al., 2019).

A disponibilidade de osso cortical denso no osso esfenóide é a principal motivo para a ancoragem de implantes no processo pterigoide, o que permite não só a estabilidade do implante, mas também a possibilidade de carga imediata do implante (Bidra et al., 2023).

Este tipo de implantes apresentam-se como uma mais valia em casos de atrofia maxilar, eliminando a necessidade de elevação da membrana do seio maxilar ou execução de enxertos ósseos, surgindo como mais uma alternativa nas reabilitações de arcada completa fornecendo uma zona de ancoragem posterior, assim quando existe osso adequado na zona III, bem como nas zonas I e IV (classificação de Bedrossian) a colocação de implantes pterigoides pode ser executada (Aalam et al., 2022; Ali et al., 2014).

Quando a disseminação das forças pelo implantes zigomáticos não é adequada, e existe osso suficiente na zona III (classificação de Bedrossian), os implantes pterigoides podem ser adicionados para aumentar a disseminação das forças ântero-posteriores e permitir a reabilitação total da arcada maxilar (figura 17) (Aalam et al., 2022).

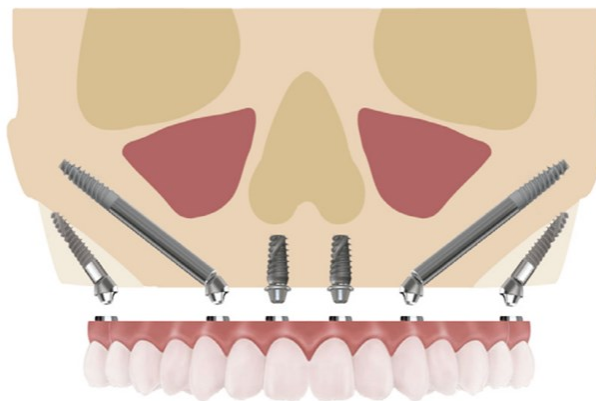


Figura 17: Configuração dos implantes pterigoides numa reabilitação de arcada total. Adaptado de Aalam et al., 2022.

Uma das vantagens da área da tuberosidade maxilar onde os implantes pterigoides emergem, é que o tecido desta zona é normalmente espesso e queratinizado (Araujo et al., 2019).

Do ponto de vista protético, estes implantes têm a vantagem de reduzir os cantilevers distais, uma vez que estes emergem na zona do 2º/3º molar (Araujo et al., 2019). Deve ter-se em consideração a dentição e oclusão da arcada oposta (Aalam et al., 2022).

Técnica cirúrgica

Na técnica clássica elencada por Tulsane, o implante pterigoide de 22mm de comprimento é colocado no processo pterigoide do osso esfenóide ancorado através da maxila com angulação distal entre 35° a 55°, dependendo da altura da tuberosidade maxilar bem como da localização do pavimento do seio maxilar (Ali et al., 2014). Todavia, Signorini et al. (2021) descreveram uma angulação de 72° graus com uma direção posterior e 80° graus com uma direção lateral em relação ao plano oclusal, através da tuberosidade maxilar de modo a atingir o processo piramidal e o processo pterigoide (Signorini et al., 2021).

A preparação para a colocação do implante pterigoide é feita com recurso a brocas e osteótomos, estes são recomendados tendo como objetivo a preservação de osso e a minimização dos riscos cirúrgicos como a hemorragia, sendo usados segundo uma sequência, aumentando progressivamente de diâmetro (Ali et al., 2014).

A cirurgia deve ser planeada com recurso a um CBCT, tendo em conta o risco de dano da artéria palatina, na medida em que estes implantes podem variar entre os 13 e os 20 mm de comprimento (Signorini et al., 2021).

Indicações

Candel et al. (2012) afirmou que os implantes pterigóides são uma alternativa possível para a reabilitação da zona posterior da maxila atrofada, na medida, em que apresentam taxas de sucesso elevadas e um nível de perda óssea semelhante aos implantes convencionais, tendo sido analisados neste estudo 1.053 implantes em 676 doentes, onde a taxa média ponderada de sucesso foi de 90,7% (Candel et al., 2012).

Na revisão sistemática executada por Araujo et al. (2019) foram analisados estudos com follow up de 10 anos e a taxa de sobrevivência dos implantes pterigóides reportada foi de 94,85%, constataram que os implantes pterigóides são passíveis de osteointegração e manterem-se funcionalmente estáveis (Araujo et al., 2019).

Outro estudo reportou também, taxas de sobrevivência cumulativa dos implantes pterigóides de superfície rugosa de 95,5% (Bidra et al., 2023).

Complicações

Os implantes pterigoides apresentam poucas complicações, na medida em que a maior parte da falha deste implante ocorre no período de cicatrização/osteointegração, ou seja, antes da carga, uma das hipóteses que explica a falha destes implante é a execução incorreta da técnica cirúrgica e a falta de conhecimento anatômico por parte do cirurgião que pode resultar na colocação inadequada do implante em osso trabecular muito macio, o que dificulta a estabilidade primária dos implantes. A complicação mais relatada foi a hemorragia intraoperatória, provavelmente devido a dano dos músculos pterigoides durante a perfuração da placa pterigoide (Araujo et al., 2019; Bidra et al., 2023).

Implantes Transnasais

Atualmente tem se vindo a desenvolver uma alternativa à técnica *Quad Zigoma* na tentativa de ultrapassar as limitações desta técnica, nomeadamente casos onde existe atrofia óssea na região da maxila anterior, onde a ponta do segundo implante zigomático fica ancorada perto da órbita, quando na trajetória deste coincide com o forame infraorbitário ou quando o osso zigomático não tem dimensão suficiente para ancorar dois implantes zigomáticos. Também em pacientes que têm uma grande concavidade da parede anterior da maxila, classificados como ZAGA 4, onde grande parte do corpo do implante zigomático ficaria sem envolvimento ósseo, apenas coberto por tecido mole aumentando o risco de deiscência (Almeida et al., 2021).

Assim, propõe-se a colocação de dois implantes transnasais extralongos, associados a dois implantes zigomáticos, como proposta para reabilitar a maxila em carga imediata e sem a necessidade de enxertos ósseos para ancorar o implante (figura 18), sendo esta técnica designada como de Vanderlim ou transnasal. Os implantes transnasais segundo esta técnica, devem ser ancorados no osso basal da maxila, atravessando a cavidade nasal tangencialmente à sua parede distal ficando ancorados apicalmente no processo frontal da maxila. Os autores advogam que estes implantes colocados nos pilares anatômicos do crânio, áreas ósseas onde existe osso cortical e medular denso, que distribuem a força e funcionam como uma moldura protetora, exemplo disto mesmo, é o pilar frontomaxilar ou canino, região favorável para a colocação de implantes longos, significa isto, ampliar a disponibilidade óssea na região anterior da maxila (Camargo et al., 2021).

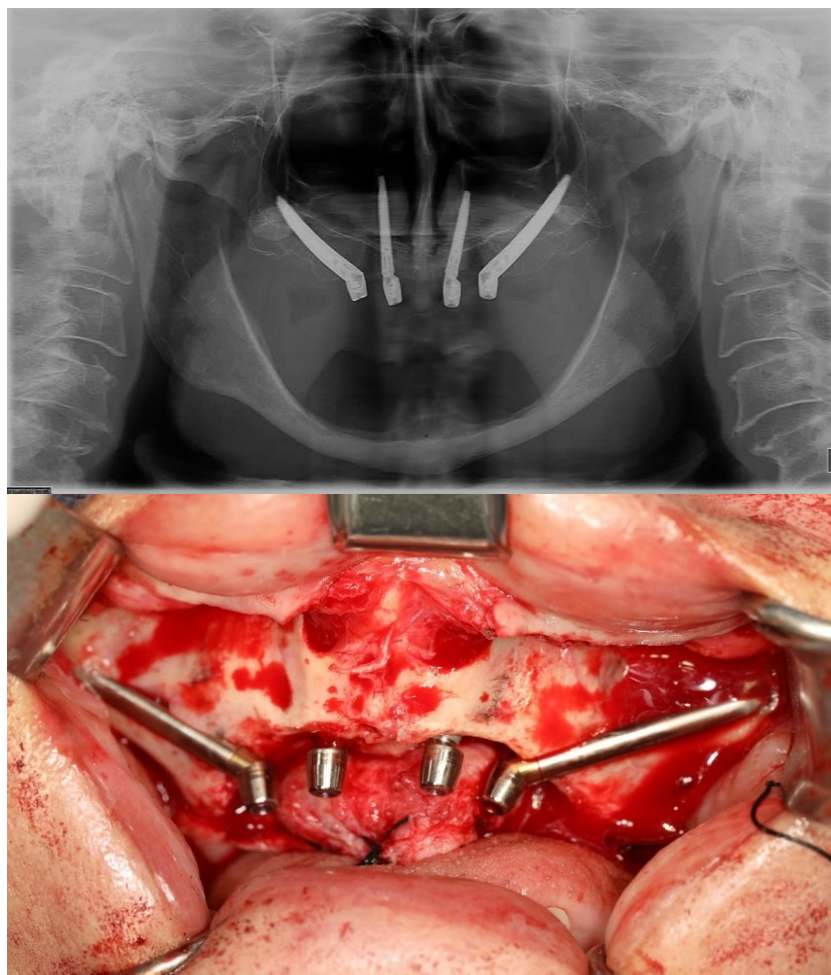


Figura 18: Imagens representativas da colocação de dois implantes zigomáticos e dois implantes transnasais. 1- Imagem radiográfica. 2 - Imagem intraoperatória. Imagens cedidas pelo Mestre António José de Sousa da Silva.

Alguns dos requisitos para a colocação de implantes transnasais para reabilitação da maxila compreendem o volume ósseo no mínimo de 3 mm no processo frontal da maxila para a ancoragem apical de implantes extralongos e a altura óssea mínima de 4 mm entre o rebordo da maxila e a cavidade nasal, dado que, se a mesma estiver diminuída pode inviabilizar a colocação dos implantes em carga imediata (Almeida et al., 2021).

A altura do rebordo alveolar, o formato da cavidade nasal e a disponibilidade de ancoragem do implante no processo frontal da maxila são critérios fundamentais para a indicação da técnica. A utilização de um protótipo permite maior segurança na observação destes critérios (Camargo et al., 2021). O planeamento virtual da zona de ancoragem dos implantes permite prever o diâmetro e o comprimento mais adequado (figura 19), de acordo com a disponibilidade óssea da região, além de ser uma mais-valia para planear a

trajetória dos implantes e assegurar uma distância segura de zonas anatómicas nobres (figura 20) (Almeida et al., 2021).

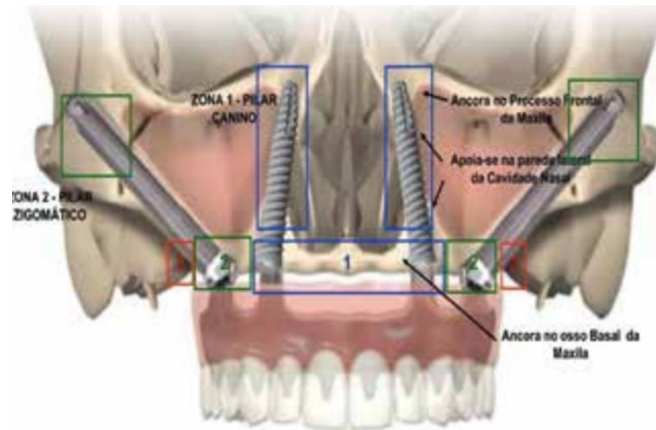


Figura 19: Desenho dos implantes transnasais e zonas de ancoragem. Adaptado de Camargo et al., 2021.

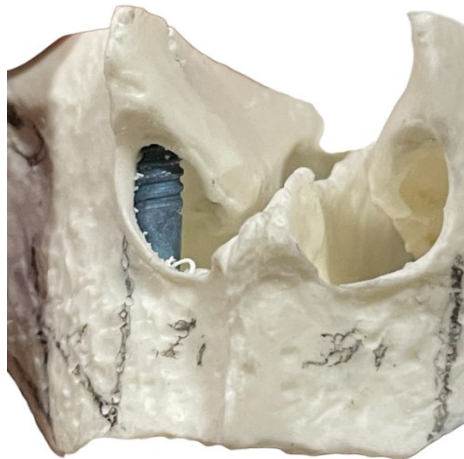


Figura 20: Imagem de um implante transnasal ancorado num modelo do maxilar superior. Imagem cedida pelo Mestre António José de Sousa da Silva.

A cirurgia deverá ser efetuada com anestesia geral e anestesia infiltrativa com vasoconstritor na medida em que ajuda na visualização do local e na dor pós-operatória (Camargo et al., 2021).

É efetuada uma incisão na linha média e uma incisão na crista alveolar numa direção ligeiramente palatinizada até distal dos primeiros molares. O retalho palatino e vestibular é descolado com o objetivo de exibir a cavidade nasal, o forame infraorbitário e o osso zigomático, sendo que a porção lateral da cavidade nasal deve ser descolada até

a altura da abertura piriforme. A porção distal da mucosa nasal, que se diferencia da mucosa gengival por ter uma cor mais arroxeada, deve ser destacada, expondo a parede lateral e o pavimento da cavidade nasal. O rompimento da mucosa nasal é atípico, uma vez que, esta membrana é mais espessa do que a do seio maxilar (Camargo et al., 2021).

A osteotomia inicia com uma abordagem convencional ou palatina, como nas técnicas convencionais de colocação de implantes, devendo passar pela parede lateral da cavidade nasal, até alcançar o processo frontal da maxila, de acordo com o planejamento digital previamente realizado. A seleção dos implantes a serem colocados é normalmente feita antes da cirurgia, mas deve ser verificado intra operatoriamente através da sondagem do alvéolo o tamanho exato do implante a ser colocado. Ainda assim, existe a recomendação de que o implante seja extra longo com comprimentos de 20, 22,5 e 25 mm e com diâmetro de até 3,75 mm (Camargo et al., 2021).

Imediatamente à colocação do implante transnasal, é aconselhado a colocação de enxerto ósseo particulado na parede lateral e pavimento da cavidade nasal, apenas para evitar a aderência da mucosa nasal e a possibilidade de exposição das espiras do implante, o que levaria ao aumento da probabilidade de infecção e dificuldades na função respiratória (Camargo et al., 2021).

Os requisitos cirúrgicos recomendados a ter em conta são o espaço protético, a distribuição ântero-posterior e a estabilidade primária dos implantes que devem ser acima de 40 newtons (Coppedê, 2022).

A limitação da técnica inclui cavidades nasais muito amplas e com limite lateral muito distal, uma vez que o implante ficaria tangente à parede óssea distal, dificultando assim a reconstrução óssea e aumentando o risco de interferir com a função respiratória (Camargo et al., 2021).

As complicações reportadas no pós-operatório, dos pacientes que receberam implantes transnasais extralongos, foram a parestesia transitória da asa do nariz, onde os pacientes relataram sensação de alfinetes e agulhas, após um tempo médio de 30 dias depois da cirurgia apresentaram melhorias significativas, a fístula oro-nasal possivelmente devido à quantidade excessiva de biomaterial colocada na cavidade nasal, que desapareceu num período de até 90 dias, e a dificuldade respiratória transitória em doentes com desvio de septo nasal (Almeida et al., 2021).

No caso de fistula oro-nasal deve ser realizado um exame endoscópico nasal, de modo a descartar a possível ocorrência de fenestração da mucosa nasal e infecção à volta dos implantes transnasais (Almeida et al., 2021).

Foi relatada uma tolerância favorável por parte dos pacientes aos implantes inseridos na cavidade nasal e não foi reportado desconforto ou percepção destes nesta região anatómica (Almeida et al., 2021).

Conclusão

Os pacientes desdentados totais com reabsorção óssea severa da maxila têm a sua capacidade de mastigar e falar afetada. Também é comum verificar-se alterações no estado físico, psicológico e social do indivíduo, com impacto na qualidade de vida e autoestima. A reabilitação dentária com implantes através de técnicas convencionais pode ser impossível nestes casos.

Aquando do planeamento de uma reabilitação de arcada total implanto-suportada, um dos fatores a ter em consideração é o grau de exposição gengival, seja no sorriso ou na fala. Este fator toma relevo na transição entre a prótese e a mucosa peri-implantar, pelo que, por vezes, é necessária a regularização/redução do rebordo alveolar, de forma que o nível gengival seja mais harmonioso e compatível com o resultado estético pretendido.

Por outro lado, a redução do rebordo ósseo, pode comprometer a disponibilidade óssea necessária à ancoragem de implantes convencionais, sendo que, as alternativas implantares descritas ao longo desta revisão narrativa podem ser uma alternativa viável nesta situação.

Assim, importa perceber quais são as alternativas de reabilitação em casos de atrofia maxilar e quando não existe volume ósseo suficiente na região posterior, que permita a colocação de implantes dentários convencionais, de modo a evitar procedimentos de enxerto ósseo, a opção de colocar implantes zigomáticos concomitantemente com implantes convencionais no setor anterior é bastante viável.

O osso zigomático em virtude da sua densidade óssea é um ponto de ancoragem estável para a colocação do implante e respetiva reabilitação protética. Quando estamos perante casos de atrofia maxilar severa, volume ósseo inadequado para a colocação de implantes dentários convencionais, tanto na região anterior como na região pré-molar da maxila, com grande atrofia do rebordo alveolar, ou quando outros procedimentos falharam, a abordagem possível, passa pela técnica de *Quad Zigoma*.

Os implantes pterigoides, em muitos casos, permitem uma reabilitação protética mais estável de toda a arcada e diminuir possíveis cantiléveres distais extensos, funcionando muitas vezes como coadjuvantes, por exemplo, em casos onde também se

usam implantes zigomáticos, permitindo a disseminação das forças ântero-posteriores. As guias cirúrgicas, no caso dos implantes pterigoides, são uma ferramenta que podem ajudar na sua colocação, tornando-se mais fácil encontrar o ângulo e longitude do posicionamento do implante na cavidade oral.

A colocação de implantes transnasais está indicada em pacientes que têm uma grande concavidade da parede anterior da maxila (classificação ZAGA 4), onde a abordagem de *Quad Zigoma* pode não ser viável se o corpo do segundo implante zigomático ficar sem envolvimento ósseo, estando apenas coberto por tecido mole. Assim, desde que exista uma altura mínima de rebordo alveolar até à cavidade nasal é possível ter implantes ancorados na zona anterior através dos implantes transnasais.

Os implantes subperiosteos individualizados são particularmente úteis em casos complexos, em que existem variações anatómicas ou disponibilidade óssea limitada, nomeadamente ao nível do osso zigomático. Estes são concebidos e fabricados com base na anatomia maxilar específica do paciente, permitem uma colocação precisa, com boa estabilidade e reduzem a necessidade de procedimentos extensos de enxerto ósseo.

A reabilitação da maxila com implantes transinusais está indicada em situações que sejam necessários implantes com maior comprimento, pois estes podem ter até 25 mm, enquanto, os convencionais têm até 15 mm. Este tipo de implantes vem trazer a vantagem de se poder reabilitar a arcada, sem recorrer a procedimentos mais invasivos, tais como implantes zigomáticos ou enxertos ósseos, através da sua técnica de colocação que visa a ancorar a sua porção apical e coronal em osso nativo, conferindo estabilidade primária ao implante.

Permitir aos pacientes edêntulos uma reabilitação fixa do maxilar superior, com a realização de apenas um procedimento cirúrgico e a possibilidade de colocação protética em carga imediata, é nos casos de atrofia do osso maxilar bastante desafiador.

Todas as possibilidades de ancoragem de implantes mencionadas, têm como denominador comum, evitar que os pacientes sejam expostos a várias cirurgias para aumento de volume ósseo, pois estas intervenções aumentam a morbilidade, tempo de tratamento e custo para o paciente, com longos meses de espera até poderem ter uma reabilitação protética fixa.

O aparecimento dos implantes transinusais, transnasais, pterigoides, trouxe novas opções terapêuticas, tal como os implantes zigomáticos de geometria moderna que permitem a sua colocação em espaços mais diminutos deixando para último lugar as reabilitações com os subperiósteos.

Existem outras técnicas não mencionadas neste trabalho: a distração osteogénica, os enxertos autólogos e os implantes extracurtos. A distração osteogénica consiste na separação gradual das margens ósseas cirurgicamente, resultando na formação de novo osso, tendo diversas aplicações na área da medicina dentária. Os enxertos de osso autólogo, também são uma solução previsível para reparar defeitos ósseos severos nos maxilares. Os implantes extracurtos, também se apresentam como uma alternativa devendo estar associados a implantes convencionais tendo em consideração a extensão da reabilitação protética no sentido méso-distal, vestibulo-palatino e vertical. A não referência às duas primeiras técnicas foi uma opção intencional, na medida que, a sociedade atual conduz o paciente para soluções com resultados imediatos, pois a possibilidade da colocação de implantes em carga imediata constitui uma solução preferencial, sendo esta sustentada do ponto de vista clínico e científico.

A literacia do médico dentista é fundamental para que tenha conhecimento das técnicas existentes, assegurando que a escolha do plano de tratamento deve ser feita em função do paciente, uma vez que não deve ser a experiência a determinar a escolha. Caso não tenha a perícia necessária, quer técnica, quer científica deve referenciar o paciente.

Devendo a cirurgia ser guiada prostodonticamente, o médico dentista que executa a cirurgia deve ter conhecimentos de reabilitação oral (prótese e oclusão) de maneira que a colocação dos implantes e aditamentos protéticos seja adequada à reabilitação que se pretende.

Assegurar a reversibilidade do tratamento em casos de insucesso e a sua resolução devem estar sempre presentes desde que se inicia o planeamento e a sua execução.

Bibliografia

Aalam, A. A., Krivitsky, A., & Kurtzman, G. M. (2022). "Decision making with zygomatic and pterygoid dental implants in the severely atrophic maxilla: A narrative review". *Dentistry Review*, 2(3), 100054. <https://doi.org/10.1016/j.dentre.2022.100054>

Aalam, A. A., Krivitsky-Aalam, A., Zelig, D., Oh, S., Holtzclaw, D., & Kurtzman, G. M. (2023). Trans-sinus dental implants, for immediate placement when insufficient alveolar height is present: An alternative to zygomatic implants – surgical case series. *Annals of Medicine & Surgery*, 85(1), 51–56. <https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000000201>

Agliardi, E. L., Romeo, D., Wenger, A., Gastaldi, G., & Gherlone, E. (2015). Immediate rehabilitation of the posterior maxilla with extensive sinus pneumatization with one axial and one trans-sinus tilted implant: A 3-year clinical report and a classification. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 113(3), 163–168. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.07.017>

Ali, S. A., Karthigeyan, S., Deivanai, M., & Kumar, A. (2014). Implant Rehabilitation For Atrophic Maxilla: A Review. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 14(3), 196–207. <https://doi.org/10.1007/s13191-014-0360-4>

Almeida, P. H. T., Cacciaccane, S. H., & Junior, A. A. (2021). Extra-long transnasal implants as alternative for Quad Zygoma: Case report. *Annals of Medicine & Surgery*, 68. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2021.102635>

Altıparmak, N., Polat, S., & Onat, S. (2023). 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*, 124(1), 101290. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2022.09.011>

Aparicio, C. (2011). A proposed classification for zygomatic implant patients based on the zygoma anatomy guided approach (ZAGA): A cross-sectional survey. *Eur J Oral Implantol*, 4(3), 269–275.

Aparicio, C., Manresa, C., Francisco, K., Ouazzani, W., Claros, P., Potau, J. M., & Aparicio, A. (2014). The Long-Term Use of Zygomatic Implants: A 10-Year Clinical

and Radiographic Report: Zygomatic Implants 10-Year Report. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 16(3), 447–459. <https://doi.org/10.1111/cid.12007>

Aparicio, C., Polido, W. D., & Zarrinkelk, H. M. (2021). The Zygoma Anatomy-Guided Approach for Placement of Zygomatic Implants. *Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics*, 29(2), 203–231. <https://doi.org/10.1016/j.cxom.2021.05.004>

Araujo, R. Z., Santiago Júnior, J. F., Cardoso, C. L., Benites Condezo, A. F., Moreira Júnior, R., & Curi, M. M. (2019). Clinical outcomes of pterygoid implants: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 47(4), 651–660. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2019.01.030>

Att, W., Bernhart, J., & Strub, J. R. (2009). Fixed Rehabilitation of the Edentulous Maxilla: Possibilities and Clinical Outcome. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67(11), 60–73. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.07.007>

Aydin, U., Bulut, A., & Bulut, ömer. (2017). *Assessment of maxillary and mandibular bone quality*.

Bedrossian, E., 3rd, L. S., Beckely, M., & Indresano, T. (2002). The zygomatic implant: Preliminary data on treatment of severely resorbed maxillae. A clinical report. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 17(6), 861–865.

Berglundh, T., Giannobile, W. V., Lang, N. P., & Sanz, M. (2015). *Lindhe's clinical periodontology and implant dentistry* (6^a).

Bidra, A. S., Peña-Cardelles, J., & Iverson, M. (2023). Implants in the pterygoid region: An updated systematic review of modern roughened surface implants. *Journal of Prosthodontics*, 32(4), 285–291. <https://doi.org/10.1111/jopr.13600>

Borgonovo, A., Grandi, T., Vassallo, S., & Signorini, L. (2021). Extrasinus Zygomatic Implants for the Immediate Rehabilitation of the Atrophic Maxilla: 1-Year Postloading Results From a Multicenter Prospective Cohort Study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 79(2), 356–365. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2020.10.003>

Camargo, V. B., Baptista, D., Ricardo, J., & Grossi, A. (2021). Implantes transnasais: Técnica Vanderlim como alternativa à técnica Zygoma Quad em maxilas totais atroficas: Série de 12 casos em carga imediata e acompanhamento de dois a 26 meses. *ImplantNews Reab Oral*, 6(5), 674–683.

Candel, E., Peñarrocha, D., & Peñarrocha, M. (2012). Rehabilitation of the Atrophic Posterior Maxilla With Pterygoid Implants: A Review. *Journal of Oral Implantology*, 38(S1), 461–466. <https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-10-00200>

Candel-Marti, E., Carrillo-Garcia, C., Peñarrocha-Oltra, D., & Peñarrocha-Diago, M. (2012). Rehabilitation of Atrophic Posterior Maxilla With Zygomatic implants: Review. *Journal of Oral Implantology*, 38(5), 653–657.

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>

Cawood, J. I., & Howell, R. A. (1988). A classification of the edentulous jaws. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 17(4), 232–236. [https://doi.org/10.1016/S0901-5027\(88\)80047-X](https://doi.org/10.1016/S0901-5027(88)80047-X)

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>

Chrcanovic, B. R., Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2016). Survival and Complications of Zygomatic Implants: An Updated Systematic Review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 74(10), 1949–1964. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.06.166>

Clarke, B. (2008). Normal Bone Anatomy and Physiology. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 3(Supplement_3), S131–S139. <https://doi.org/10.2215/CJN.04151206>

Coppedê, A. (2022). *Soluções Clínicas para Reabilitações Totais Sobre Implantes Sem Enxertos Ósseos* (2ª, Vol. 2). Santos Publicações.

Davó, R., & David, L. (2019). Quad Zygoma. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 31(2), 285–297. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2018.12.006>

De Carvalho, L. P., De Carvalho, A. M., Francischone, C. E., Do Amaral, F. L. B., & Sotto-Maior, B. S. (2021). Biomechanical behavior of atrophic maxillary restorations using the all-on-four concept and long trans-sinus implants: A finite element analysis. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 15(2), 106–110. <https://doi.org/10.34172/joddd.2021.018>

Duyck, J., Van Oosterwyck, H., Vander Sloten, J., De Cooman, M., Puers, R., & Naert, I. (2000). Magnitude and distribution of occlusal forces on oral implants supporting fixed prostheses: An *in vivo* study: Occlusal forces on oral implants supporting fixed prostheses. *Clinical Oral Implants Research*, 11(5), 465–475. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2000.011005465.x>

Esposito, M., & Worthington, H. V. (2013). Interventions for replacing missing teeth: Dental implants in zygomatic bone for the rehabilitation of the severely deficient edentulous maxilla. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004151.pub3>

Gaudy, J.-F., Cannas, B., Gillot, L., Gorce, T., & Charrier, J.-L. (2014). *Atlas de Anatomia para Implantodontia* (2a edição). Elsevier Masson.

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-Maxillofacial Surgery*, 45(10), 1632–1638. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2017.07.022>

Genç, T., Duruel, O., Kutlu, H., Dursun, E., Karabulut, E., & Tözüm, T. (2018). Evaluation of anatomical structures and variations in the maxilla and the mandible before dental implant treatment. *Dental and Medical Problems*, 55(3), 233–240. <https://doi.org/10.17219/dmp/94303>

Gracher, A. H. P., de Moura, M. B., da Silva Peres, P., Thomé, G., Padovan, L. E. M., & Trojan, L. C. (2021). Full arch rehabilitation in patients with atrophic upper jaws with zygomatic implants: A systematic review. *International Journal of Implant Dentistry*, 7(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s40729-021-00297-z>

Hienz, S. A., Paliwal, S., & Ivanovski, S. (2015). Mechanisms of Bone Resorption in Periodontitis. *Journal of Immunology Research*, 2015, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2015/615486>

Implantize surgical and x-ray protocol - BONEEASY - PDF Catalogs | Technical Documentation.

Jaffin, R., Kumar, A., & Berman, C. (2004). Immediate loading of dental implants in the completely edentulous maxilla: A clinical report. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 19(5), 721–730.

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>

Kini, U., & Nandeesh, B. N. (2012). Physiology of Bone Formation, Remodeling, and Metabolism. Em I. Fogelman, G. Gnanasegaran, & H. Van Der Wall (Eds.), *Radionuclide and Hybrid Bone Imaging* (pp. 29–57). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02400-9_2

Lan, K., Wang, F., Huang, W., Davó, R., & Wu, Y. (2021). Quad Zygomatic Implants: A Systematic Review and Meta-analysis on Survival and Complications. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 36(1), 21–29. <https://doi.org/10.11607/jomi.8417>

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>

Lopes, A., de Araújo Nobre, M., Ferro, A., Moura Guedes, C., Almeida, R., & Nunes, M. (2021). Zygomatic Implants Placed in Immediate Function through Extra-Maxillary Surgical Technique and 45 to 60 Degrees Angulated Abutments for Full-Arch Rehabilitation of Extremely Atrophic Maxillae: Short-Term Outcome of a Retrospective Cohort. *Journal of Clinical Medicine*, 10(16), 3600. <https://doi.org/10.3390/jcm10163600>

Maló, P., de Araújo Nobre, M., Lopes, A., Francischone, C., & Rigolizzo, M. (2012). “All-on-4” Immediate-Function Concept for Completely Edentulous Maxillae: A Clinical Report on the Medium (3 Years) and Long-Term (5 Years) Outcomes: Complete Edentulous Maxilla Rehabilitation. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 14, e139–e150. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2011.00395.x>

Maló, P., de Araujo Nobre, M., & Lopes, I. (2008). A new approach to rehabilitate the severely atrophic maxilla using extramaxillary anchored implants in immediate function: A pilot study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 100(5), 354–366. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(08\)60237-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(08)60237-1)

Maló, P., Nobre, M. de A., & Lopes, A. (2013). Immediate loading of ‘All-on-4’ maxillary prostheses using trans-sinus tilted implants without sinus bone grafting: A retrospective study reporting the 3-year outcome. *Eur J Oral Implantol*, 6(3), 1–11.

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), 1. <https://doi.org/10.1186/s41205-019-0055-x>

Marcelo De Carvalho, A., Pacheco De Carvalho, L., De Lima Romeiro, R., Eduardo Francischone, C., Salles Sotto-Maior, B., & Bezerra, F. (2017). Nova Proposta Para Reabilitação de Maxila Atrófica: Implante Inclinado Longo. *THE INTERNATIONAL JOURNAL OF ORAL AND MAXILLOFACIAL IMPLANTS*, 02(01), 29. <https://doi.org/10.20432/jomi201729>

- Mescher, A. L. (2021). *Junqueira's Basic Histology* (16^a). Mc Graw Hill Medical.
- Messias, A., Nicolau, P., & Guerra, F. (2021). Different Interventions for Rehabilitation of the Edentulous Maxilla with Implant-Supported Prostheses: An Overview of Systematic Reviews. *The International Journal of Prosthodontics*, 34, s63–s84. <https://doi.org/10.11607/ijp.7162>
- Miglorança, R. M., Ilg, J. P., Serrano, A. S., Souza, R. P. de, & Zamperlini, M. de S. (2006). Exteriorização de fixações zigomáticas em relação ao seio maxilar: Uma nova abordagem cirúrgica. *ImplantNews Reab Oral*, 3(1), 30–35.
- Miglorança, R. M., Sotto-Maior, B. S., Senna, P. M., Francischone, C. E., & Cury, A. A. D. B. (2012). Immediate occlusal loading of extrasinus zygomatic implants: A prospective cohort study with a follow-up period of 8 years. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 41(9), 1072–1076. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2012.05.029>
- Nary Filho, H., & Padovan, L. (2008). *Fixação Zigomática—Uma Alternativa para Reabilitação em Maxilas Atróficas* (1^a). Santos Editora.
- Nemtoi, A., Covrig, V., Nemtoi, A., Stoica, G., Vataavu, R., Haba, D., & Zetu, I. (2022). Custom-Made Direct Metal Laser Sintering Titanium Subperiosteal Implants in Oral and Maxillofacial Surgery for Severe Bone-Deficient Patients—A Pilot Study. *Diagnostics*, 12(10), 2531. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12102531>
- 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>
- Signorini, L., Faustini, F., Samarani, R., & Grandi, T. (2021). Immediate fixed rehabilitation supported by pterygoid implants for participants with severe maxillary atrophy: 1-Year postloading results from a prospective cohort study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 126(1), 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.04.005>
- Sutton, D. N., Lewis, B. R. K., Patel, M., & Cawood, J. I. (2004). Changes in facial form relative to progressive atrophy of the edentulous jaws. *International Journal*

of Oral and Maxillofacial Surgery, 33(7), 676–682. [https://doi.org/10.1016/S0901-5027\(03\)00132-2](https://doi.org/10.1016/S0901-5027(03)00132-2)

Varghese, K. G., Gandhi, N., Kurian, N., Daniel, A. Y., Dhawan, K., Joseph, M., & Varghese, M. G. (2021). Rehabilitation of the severely resorbed maxilla by using quad zygomatic implant-supported prostheses: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, S0022391321006284. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.11.007>

Vollmer, A., Saravi, B., Lang, G., Adolphs, N., Hazard, D., Giers, V., & Stoll, P. (2020). Factors Influencing Primary and Secondary Implant Stability—A Retrospective Cohort Study with 582 Implants in 272 Patients. *Applied Sciences*, 10(22), 8084. <https://doi.org/10.3390/app10228084>

Wang, F., Monje, A., Lin, G.-H., Wu, Y., Monje, F., Wang, H.-L., & Davo, R. (2015). Reliability of Four Zygomatic Implant-Supported Prostheses for the Rehabilitation of the Atrophic Maxilla: A Systematic Review. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 30(2), 293–298. <https://doi.org/10.11607/jomi.3691>

Wang, F., Tao, B., Shen, Y., Li, C., Huang, W., Sun, Y., & Wu, Y. (2021). A single-arm clinical trial investigating the feasibility of the zygomatic implant quad approach for Cawood and Howell Class 4 edentulous maxilla: An option for immediate loading. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 23(5), 800–808. <https://doi.org/10.1111/cid.13046>

Zagalo, C., Martins dos Santos, J., Cavacas, A., Silva, A., Evangelista, J., Oliveira, P., & Tavares, V. (2010). *Anatomia da Cabeça e Pescoço e Anatomia Dentária* (1ª edição). Egas Moniz Publicações.

Anexo 1

Autorização para a utilização de informação e imagens Implantize Surgical and X-Ray Protocol - BONEEASY 2022

