

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

REABILITAÇÃO CIRÚRGICA DE MAXILARES ATRÓFICOS: DESCRIÇÃO DAS DIVERSAS TÉCNICAS

Trabalho submetido por

Bárbara Costa Borges

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Novembro 2023



EGAS MONIZ SCHOOL
of HEALTH & SCIENCE

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
EGAS MONIZ

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

REABILITAÇÃO CIRÚRGICA DE MAXILARES ATRÓFICOS: DESCRIÇÃO DAS DIVERSAS TÉCNICAS

Trabalho submetido por

Bárbara Costa Borges

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por

Doutor Eugénio Miguel de Melo Azemel Zeferino Pereira

Novembro 2023

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer ao meu orientador, Prof. Doutor Eugénio Pereira, por me ter guiado neste projeto final, onde se mostrou sempre disponível, à distância de uma chamada, o meu enorme agradecimento por toda a sua disponibilidade e ensinamentos para a minha vida profissional futura.

Agradecer também ao Instituto Universitário Egas Moniz, por me ter acolhido durante 5 anos, proporcionando-me momentos e experiências únicas que levarei para a vida.

Aos meus pais, quero agradeço do fundo do meu coração a constante inspiração, força e confiança transmitida que sempre depositaram em mim e na realização dos meus objetivos. A ti mãe, um obrigado não chega, sem ti nada disto teria sido possível, a tua disponibilidade incansável, o teu apoio, o teu carinho, a tua persistência foi sempre transmitida, mesmo nos momentos mais difíceis, nunca me fizeste duvidar. A ti pai, por toda a leveza e serenidade que me conseguiste sempre transmitir ao longo destes 5 anos, tendo sempre uma palavra amiga para me dizer, demonstrando o enorme orgulho que sentias, fazendo-me cada vez ter mais ambição, obrigada.

À minha família, pelo apoio incondicional durante todo o meu percurso académico.

Ao Tomás pela motivação e apoio incondicional demonstrado ao longo destes 5 anos da minha vida, acreditando sempre em mim.

À Carlota, por ser a melhor parceira de box e amiga que podia pedir.

À Luana, por estar sempre presente e disponível para ajudar.

À Dra. Luísa Franco por ser um apoio e motivação constante.

Resumo

Como médicos dentistas, dedicamos o nosso trabalho a tratar os pacientes, mantendo as suas estruturas orais no mais elevado possível padrão de qualidade de saúde oral. No entanto, ainda permanece um elevado número de pacientes desdentados por reabilitar. A reabsorção da crista óssea alveolar é considerada um problema de saúde oral crónico e incapacitante com origem multifatorial. A dimensão destas alterações tem real importância na decisão do plano de tratamento. A reabilitação oral com implantes dentários seguida de colocação de uma reabilitação protética fixa implantossuportada aparafusada, simula a biomecânica dos dentes naturais no interior dos alvéolos. Os benefícios para este grupo de pacientes são a estimulação óssea intra-alveolar que impede a reabsorção contínua da crista óssea alveolar, e os benefícios psicológicos para a autoestima e melhoria da função mastigatória do paciente. A reabilitação de maxilares atroficos é acompanhada de algumas limitações, como por exemplo a reduzida espessura e altura da crista alveolar provocada pela reabsorção óssea, a presença dos seios maxilares que limita o cirurgião no planeamento da colocação dos implantes, que devem ter uma distribuição ântero-posterior adequada para suportar as forças oclusais de mastigação. De forma a contornar as limitações de volume ósseo para a instalação dos implantes dentários, existem duas abordagens distintas: a reversão do processo de reabsorção pela reconstrução óssea do volume ósseo perdido, através de diversas técnicas cirúrgicas associadas a diversos materiais de reconstrução e, a instalação de implantes dentários em locais anatómicos de ancoragem específica, como por exemplo os implantes inclinados, implantes pterigoides e implantes zigomáticos.

Objetivos: Esta revisão narrativa tem como objetivo a descrição e apresentação das diferentes opções de tratamento para reabilitação de maxilares atroficos, através de uma pesquisa bibliográfica, que será realizada através das bases de dados *MEDLINE-PubMed*, *Cochrane Library* e adicionalmente com procura manual de livros e artigos nas revistas científicas de referência da área.

Palavras-chave: reabsorção óssea; maxilares atroficos; reconstrução óssea; materiais de reconstrução óssea.

Abstract

As dentists, we dedicate our work to treating patients while maintaining their oral structures at the highest possible standard of oral health quality. However, there still remains a significant number of edentulous patients in need of rehabilitation. Alveolar bone ridge resorption is considered a chronic and debilitating oral health issue with multifactorial origins. The extent of these changes holds real significance in treatment planning decisions. Oral rehabilitation with dental implants followed by the placement of a screw-retained implant-supported fixed prosthesis simulates the biomechanics of natural teeth within the alveoli. The benefits for this group of patients include intra-alveolar bone stimulation, preventing continuous alveolar ridge resorption, and psychological benefits for patient self-esteem and improved masticatory function. The rehabilitation of atrophic maxillae comes with some limitations, such as reduced alveolar ridge thickness and height due to bone resorption, and the presence of maxillary sinuses that limit the surgeon's ability to plan implant placement with adequate anterior-posterior distribution to support occlusal masticatory forces. To overcome the limitations of bone volume for dental implant placement, there are two distinct approaches: reversing the resorption process through bone volume reconstruction using various surgical techniques and bone reconstruction materials, and the placement of dental implants in specific anchoring anatomical locations, such as tilted implants, pterygoid implants, and zygomatic implants.

Aim: This narrative review aims to describe and present the different treatment options for the rehabilitation of atrophic jaws, through a bibliographical search, which will be carried out through the MEDLINE-PubMed, Cochrane Library databases and additionally with a manual search for books and articles reference scientific journals in the area.

Keywords: bone ridge resorption; atrophic maxillae; bone reconstruction; bone reconstruction materials.

Índice Geral

Resumo	1
Abstract.....	3
Índice de figuras	7
Índice de tabelas	9
Lista de siglas.....	11
I. Introdução.....	13
II. Desenvolvimento.....	17
1. O paciente desdentado.....	17
1.1 Problemas associados aos pacientes desdentados	17
1.2 Reabilitação fixa implantossuportada	18
2. Fisiologia do paciente desdentado	19
2.1 Estrutura e densidade óssea.....	19
2.2 Reabsorção óssea maxilar e mandibular	24
2.3 Tecido ósseo.....	29
2.4 Remodelação óssea	31
3. Materiais de substituição óssea.....	32
3.1 Classificação dos materiais de substituição óssea.....	32
3.2 Classificação quanto à função dos biomateriais	36
4. Reabilitação de maxilares atróficos através de reconstrução óssea	37
4.1 Técnicas de Regeneração óssea guiada - ROG.....	40
4.2 Técnica interposicional - Osteotomia Le Fort I	42
4.3 Técnica de distração osteogénica	43
4.4 Técnica de reconstrução aposicional - Onlaygrafting	44
4.5 Técnica de elevação do pavimento do seio maxilar - Sinus-lift	47
5. Reabilitação maxilar atrófica através de implantes dentários	48
5.1 Reabilitação com implantes dentários convencionais - abordagem palatina	50
5.2 Implantes inclinados – Técnica All-on-four	52
5.3 Implantes subperiósteos	52
5.4 Implantes zigomáticos.....	53
5.5 Implantes pterigoides	57
5.6 Implantes transnasais	58

III.	Conclusão	61
IV.	Bibliografia	63

Índice de figuras

Figura 1: Representação dos quatro níveis da densidade óssea, descrita por Lekholm e Zarb. Adaptado de (Misch, 2005, pp.133).	20
Figura 2: Representação da densidade óssea, segundo Misch. Na figura está representado o osso de densidade tipo D1, mostrando maior proporção de osso cortical, até ao osso de densidade tipo D4, no qual se observa maior proporção de osso medular. Adaptado de (Misch, 2005, pp.134).	22
Figura 3: Imagem representativa do padrão de reabsorção do rebordo ósseo alveolar maxilar, segundo Atwood. Retirado de (Reich et al., 2011).	27
Figura 4: Classificação dos defeitos infra-ósseos segundo o número de paredes residuais. A)-defeito de uma parede óssea; B)- defeito de duas paredes ósseas; C)- defeito de três paredes ósseas; D)- cavidade interproximal. Adaptado de (Papanou, 2000).	28
Figura 5: Classificação da lesão com envolvimento de furca. A) Classe 1; B) Classe 2; C) Classe 3. Adaptado de (Papapanou, 2000).	29
Figura 6: Colheita de autoenxerto do ramo mandibular. A) Imagem intraoperatória da delimitação do bloco autógeno mandibular; B) Bloco autógeno mandibular após colheita; C) Defeito ósseo pré -maxilar; D) Ensaio do bloco no local receptor. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.	34
Figura 7: Aloenxerto ósseo fresco-congelado. Crista ilíaca; Sinus-lift. A) Bloco ósseo bicortical; B) Conversão do bloco partículas alógenas; C) Técnica Onlay-inlay no Sinus-lift; D) Preenchimento do seio maxilar com partículas alógenas. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.	35
Figura 8: Colocação de implante imediato. A) Gap vestibular no alvéolo pós-extração dentária; B) Xenoenxerto equino; C) Preenchimento do gap com partículas xenógenas; D) Recobrimento da zona enxertada com membrana de colagénio. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.	36
Figura 9: Etapas da formação óssea.	37
Figura 10: Regeneração óssea guiada. A) Defeito ósseo por periimplantite; B) Enxerto autógeno do ramo mandibular, enxerto xenógeno e membranas de L-PRF; C) Recobrimento do enxerto com membrana de PTFE e L-PRF; D) Reabertura aos 7 meses para instalação dos implantes. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.	41

Figura 11: Regeneração óssea guiada - ROG . A) Membrana de PTFE a recobrir o enxerto; B) Encerramento da ferida operatória sem tensão; C) Exposição precoce da membrana aos 2 meses. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.	42
Figura 12: Autoenxerto em bloco, Sínfise Mentoniana. A) Defeito ósseo pré-maxilar; B) Local de colheita do autoenxerto, sínfise mentoniana; C) Bloco ósseo cortical do mento; D) Reconstrução Autógena Onlaygrafting. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.	45
Figura 13: Aloenxerto ósseo tricortical de Crista Iliaca. A) Defeito ósseo pré-maxilar; B) Preparação do aloenxerto; C) Fixação dos blocos ósseos alógenos com técnica Onlaygrafting; D) Reabertura aos 5 meses para instalação dos implantes. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.	46
Figura 14: Aumento ósseo vertical posterior maxilar, Sinus-lift. A) Descolamento da membrana de Shneider; B) Elevação da membrana de Shneider; C) Partículas alógenas de Crista Iliaca; D) Preenchimento e compactação do substituto ósseo no seio maxilar. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.	47
Figura 15: Classificação da divisão do maxilar de Bedrossian 2011 representativa das zonas maxilares edêntulas. Retirado de (Weir, 2011).	49
Figura 16: Técnica de abordagem palatina com implantes convencionais. A) Planeamento da posição dos implantes convencionais; B) Reabilitação total com implantes zigomáticos e convencionais. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.	51
Figura 17: Técnica exteriorizada com implantes zigomáticos. A) Implantes anterior e posterior em posição exteriorizada; B) Reabilitação All-on-Four Zygoma Híbrido, com implantes zigomáticos e convencionais; C) Encerramento da ferida operatória, sutura 4-0 nylon; D) Reabertura aos 5 meses de cicatrização; E) Ortopantomografia do trabalho final; F) Reabilitação implantossuportada aparafusada. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.	54
Figura 18: Abordagem guiada pela anatomia Zigomática ZAGA. A- ZAGA 0, B- ZAGA 1, C-ZAGA 2, D- ZAGA 3, E- ZAGA 4. Imagem adaptada de Davó & David, 2019.	56
Figura 19: Reabilitação unilateral com implantes pterigoides, zigomáticos e convencionais. A) Posicionamento dos pilares angulados; B) Imagem radiográfica 3D dos implantes pterigoide, zigomático e convencional; C) Ortopantomografia da reabilitação final. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.	58

Índice de tabelas

Tabela 1: classificação de densidade óssea definida por Lekholm e Zarb (Lekholm 1985, cit. in Todisco e Trisi, 2005).	21
Tabela 2: Classificação de densidade óssea definida por Misch (Misch, 2005, pp.134)	23
Tabela 3: Técnicas cirúrgicas para reabilitação de maxilares sem utilização de enxertos ósseos.	49
Tabela 4: Correlação entre o volume ósseo maxilar existente e as técnicas cirúrgicas indicadas.....	50

Lista de siglas

BBM: *Bovine Bone Mineral*

D: Densidade

DE: Dispositivos Extraósseos

DI: Dispositivos Intraósseos

DO: Distração Osteogénica

HCL: Ácido Hidroclorídrico

HU: *Hounsfield Unit*

L-PRF: Leukocyte Platelet Rich Fibrin

PTFE: Politetrafluoretileno

RTG: Regeneração tecidular guiada

ROG: Regeneração óssea guiada

TC: Tomografia Computorizada

TMC: Taxas médias de complicações

3D: Três dimensões

I. Introdução

A perda dentária constitui um resultado complexo que reflete a história individual de doença dentária e consequentemente a prestação de tratamentos por serviços médicos especializados ao longo da vida (Petersen et al., 2005; Baelum et al., 2007). A perda dentária reflete não apenas a doença dentária, mas também as atitudes dos pacientes e profissionais de saúde da área, a relação entre médico dentista e o paciente, a disponibilidade e acessibilidade dos serviços médico dentários e as filosofias predominantes de atendimento clínico da medicina dentária (Baelum et al., 2007; (Fejerskov et al., 2013). É importante o clínico ter um conhecimento atualizado das tendências atuais que conduzem os pacientes ao edentulismo, para que possa realizar um correto diagnóstico e planejamento do tratamento.

O processo alveolar dos maxilares sofre uma alteração anatômica horizontal e vertical progressiva e previsível após a perda dentária. Devido a ausência de tratamentos dentários, o osso alveolar vai reabsorvendo, podendo mesmo ocorrer perda óssea basal, que pode ser mais acentuada se sofrer sobrecarga de dentaduras desajustadas (Spencer, 2018).

No maxilar, a perda óssea pode ser tão severa que, em determinados casos, como por exemplo, a espessura óssea do pavimento do seio maxilar poder chegar a ter cerca de um milímetro. Além disso, esta atrofia severa, favorece uma relação intermaxilar desfavorável de Classe III que se desenvolve principalmente devido à retrusão maxilar, o que complica ainda mais o posicionamento ideal dos implantes e confecção das reabilitações protéticas (Spencer, 2018).

Após a perda dentária, a reabsorção alveolar inerente que ocorre nos maxilares, está associada a alterações estéticas e funcionais bem como a uma dificuldade acrescida na reabilitação oral. Existem várias técnicas cirúrgicas e soluções de tratamento para reabilitar os maxilares atrofados, como por exemplo: o recurso a técnicas de enxertia óssea, a utilização de materiais substitutos ósseos e a colocação de implantes dentários endoósseos em estruturas anexas contrafortes com posicionamento variado. Esta última

técnica, foi inicialmente utilizada para reabilitação de pacientes portadores de grandes defeitos ósseos maxilares, sendo atualmente bastante descrita (Malaquias et al., 2013).

A reabsorção óssea da crista óssea alveolar dos maxilares é fisiológica e gradual após a perda dos dentes, podendo estar associada à dimensão anatômica do seio maxilar em direção ao rebordo alveolar, o que leva a uma desadaptação das dentaduras nas reabilitações orais, promovendo consequentemente uma alteração da dimensão vertical. Esta alteração da dimensão vertical pode originar uma menor retenção e estabilidade das dentaduras, acompanhada de alteração da fonética e da mastigação, além de comprometer a harmonia facial e autoestima dos indivíduos (Malaquias et al., 2013).

Apesar de nos dias de hoje haver recurso a várias técnicas que possibilitam a reabilitação de doentes com maxilares atróficos, este panorama ainda é considerado um desafio para os cirurgiões e consequente êxito da reabilitação, devido à limitação do uso de dentaduras, bem como a instalação de implantes dentários endoósseos convencionais, devido à reduzida disponibilidade óssea (Malaquias et al., 2013).

A reabsorção óssea severa maxilar, pode contraindicar o tratamento convencional com implantes dentários. Uma solução alternativa consiste em colocar implantes especiais em regiões anatômicas contrafortes, como por exemplo no osso zigomático. Esta técnica, introduzida por Branemark em 1988, permite reduzir o número de cirurgias associadas às técnicas de reconstrução óssea, oferecendo ao paciente uma solução permanente com menor custo associado (Candel- Martí et al., 2012). A reabilitação oral com implantes zigomáticos ou implantes pterigoides, requer volume ósseo suficiente na região anterior maxilar, com altura mínima de 10 mm e largura de 4mm, para permitir a colocação de 2 a 4 implantes convencionais e os implantes zigomáticos e, ou pterigoides. Se o volume ósseo na região pré-maxilar for insuficiente, então poderão estar indicadas previamente as técnicas de reconstrução óssea (Candel-Martí et al., 2012). Esses procedimentos cirúrgicos, visam aumentar o volume ósseo maxilar e melhorar a taxa de sucesso dos implantes.

Tulasne e colaboradores em 1985, descreveram a técnica de instalação de implantes pterigoides, que são ancorados no osso pterigoide ou região pterigomaxilar e paralelos à parede posterior do seio maxilar. Estes implantes permitem a ancoragem na região

posterior maxilar reabsorvida, sem recurso a cirurgias de elevação do pavimento do seio maxilar ou regenerações ósseas, alcançando estabilidade e elevadas taxas de sucesso a longo prazo (Candel et al., 2012b).

Nesta tese, iremos analisar as evidências atuais sobre reabilitação cirúrgica de maxilares atróficos e forneceremos uma visão abrangente sobre as técnicas disponíveis, com objetivo de fornecer aos clínicos uma orientação teórica para auxiliar a seleção da técnica cirúrgica mais adequada para cada caso clínico.

II. Desenvolvimento

1. O paciente desdentado

1.1 Problemas associados aos pacientes desdentados

A população de pacientes desdentados é considerada um dos grupos de pacientes mais suscetíveis, com problemas associados, devido a vários fatores como: atrofias severas maxilares provocadas por desdentação precoce e trauma ou lesões patológicas (Spencer, 2018).

O processo alveolar da mandíbula sofre uma alteração anatômica horizontal e vertical progressiva e previsível após a perda dentária. Com o tempo, o osso alveolar é reabsorvido podendo atingir em muitos casos o osso basal, como resultado da sobrecarga causada por próteses mal ajustadas (Spencer, 2018). Em casos mais severos, a perda óssea mandibular pode resultar na exposição das estruturas nervosas alveolares. Além disso, nos casos de atrofia óssea severa, pode originar uma relação intermaxilar de Classe III desfavorável, promovida pela retrusão maxilar, o que condiciona ainda mais o posicionamento ideal dos implantes na crista óssea alveolar e a confecção da reabilitação protética definitiva (Spencer, 2018).

O tabagismo, as doenças fisiológicas como a Diabetes não controlada, um sistema imunológico comprometido, a ingestão prolongada de medicação específica a nível da osteoporose, podem reduzir o nível da taxa de sucesso, tanto das cirurgias de reconstrução óssea, como as cirurgias de instalação de implantes convencionais e da subsequente reabilitação oral. O exame clínico é realizado com objetivo de avaliar a relação intermaxilar juntamente com a condição geral de saúde da cavidade oral, de forma a excluir qualquer patologia oral pré-existente (Spencer, 2018).

A reabsorção óssea alveolar dos maxilares é possível ser intensificada quando existem condições desfavoráveis, como a presença celas desdentadas posteriores bilaterais maxilares, associadas à utilização de dentaduras. Esta condição pode estar relacionada a vários fatores como, por exemplo, maior reabsorção óssea alveolar na região anterior da

maxila, conhecida como síndrome da combinação caracterizada por uma maior concentração de forças mastigatórias neste local, situação descrita por Kelly em 1972 (Malaquias et al., 2013).

A desdentação contínua dos maxilares é caracterizada por alguns aspetos, tais como: a reabsorção severa da região anterior maxilar, hiperplasia no palato duro, hipertrofia da tuberosidade, extrusão de dentes ântero-inferiores, reabsorção dos rebordos das cristas ósseas alveolares distais bilaterais, como a presença de outras características, nem sempre associadas, como a diminuição da dimensão vertical, discrepância no plano oclusal, reposicionamento anterior da mandíbula, hiperplasias de origem inflamatória e mudanças periodontais. A presença destas alterações ocorrem pelo motivo de a carga funcional mastigatória se concentrar na região anterior, a qual desencadeia uma desadaptação das dentaduras e agrava as condições para as reabilitações orais, principalmente quando se pretende reabilitar com implantes dentários endoósseos (Malaquias et al., 2013).

1.2 Reabilitação fixa implantossuportada

Como esperado, as reabilitações orais suportadas por implantes, melhoraram substancialmente a estabilidade e retenção das próteses convencionais, permitindo melhorar a função mastigatória e satisfação do paciente (Duong et al., 2022).

Esta técnica de reabilitação oral, envolve a utilização de implantes dentários endoósseos, como suportes fixos para próteses, permitindo a substituição dos dentes ausentes de uma forma mais funcional, estável e estética. Este método apresenta diversas vantagens sobre as alternativas tradicionais, como próteses removíveis e pontes fixas convencionais, tendo a capacidade de constituir uma solução mais duradora, natural e confortável (Juodzbaly & Kubilius, 2013).

A retenção das dentaduras mandibulares, constitui um desafio frequente para o paciente e para o médico dentista, devido ao reduzido volume ósseo da crista alveolar e à presença das inserções musculares. Nem sempre as condições ósseas anatómicas dos pacientes edêntulos, permite a reabilitação oral com um número adequado de implantes dentários para suporte de reabilitações implantossuportadas. Além das condições anatómicas

maxilares poderem ser insuficientes, as restrições de saúde em geral e as condições financeiras, também contribuem para a dificuldade de reabilitação oral. Nestes casos, tem-se indicado a instalação de dois implantes intermentonianos para melhor retenção e estabilidade de sobredentaduras (Aydin et al., 2017). As sobredentaduras podem ser retidas por meio de vários componentes protéticos, como pilares *Locator*, pilares bola, e que dependendo das condições próprias da oclusão de cada paciente, os pilares bola podem proporcionar boa retenção e maior eficácia mastigatória (Gutlapalli et al., 2013).

As reabilitações protéticas implantossuportadas fixas de arco completo, podem ser planeadas para serem cimentadas ou aparafusadas. Ambos os mecanismos de retenção têm algumas desvantagens inerentes. Foi desenvolvido um sistema de retenção e fixação para contornar as desvantagens inerentes da retenção das próteses através dos parafusos dos implantes e da cimentação, o sistema *Locator*. Este sistema requer uma instalação paralela dos implantes dentários e suprime os orifícios de acesso utilizados para os parafusos e utilização de cimento. O número de procedimentos cirúrgicos e protéticos necessários, são também reduzidos, facilitando a fabricação de uma prótese dentária fixa estética, de arcada completa suportada por implantes (Massad et al., 2019).

Um estudo realizado pela Universidade Médica de Varsóvia para avaliar a eficácia mastigatória de pacientes tratados com sobredentaduras completas inferiores implanto-suportadas, permitiu avaliar positivamente o resultado da terapia com implantes de titânio e sobredentaduras totais inferiores. Como resultados, a terapia descrita aumentou significativamente o conforto de vida dos pacientes desdentados. A diminuição da eficiência mastigatória indicada pelo resultado da pesquisa, deve ser compensada com a manutenção das próteses ou troca das próteses após cerca de cinco anos de uso (Okoński et al., 2011).

2. Fisiologia do paciente desdentado

2.1 Estrutura e densidade óssea

A estrutura e densidade óssea variam significativamente entre pacientes, sendo esses aspectos determinantes na seleção e estabilidade dos implantes dentários. O osso apresenta

diferentes funções por ser um tipo de tecido conjuntivo especializado, do qual se destacam a sua competência protetora, envolvendo órgãos vitais, tendo como exemplo o cérebro; atua como suporte, dando sustentação aos tecidos moles; além disso é um excelente reservatório de cálcio e de fatores de crescimento; do mesmo modo apresenta um papel importante ao nível do equilíbrio ácido-base do organismo (Junqueira & Carneiro, 2008; Kini & Nandeesh, 2012;). A qualidade do tecido ósseo, avalia-se através das propriedades mecânicas, estruturais, grau de mineralização da matriz óssea, como também através da constituição química e estrutural dos cristais minerais do tecido ósseo, bem como, através da capacidade de remodelação do próprio osso (Shapurian et al., 2006).

É consensual entre os clínicos, que a densidade óssea constitui um fator de relevo que origina diferenças nas taxas de sobrevivência dos implantes instalados nos maxilares, já que esta, está diretamente relacionada com a sua qualidade (Turkyilmaz et al., 2007). Cavallaro et al., 2009, descreveram as diferentes regiões, presentes na classificação de densidade óssea, a zona anterior da mandíbula descrita como a zona com maior densidade óssea, seguindo-se por ordem decrescente de densidade óssea a região posterior da mandíbula e anterior maxilar e posterior maxilar.

Lekholm e Zarb (1985) revelam a importância do comportamento mecânico do tecido ósseo como um fator fundamental na obtenção da osteointegração, através do qual originaram uma classificação para avaliar a qualidade óssea. Este método popular, atualmente conhecido para avaliação da qualidade óssea, é descrito como classificação de Lekholm e Zarb (Figura 1).

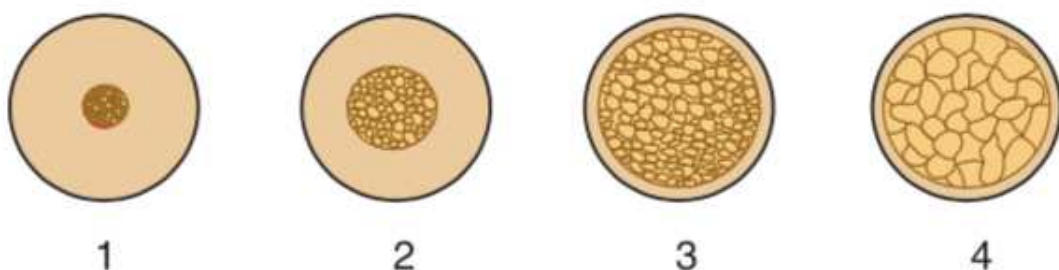


Figura 1: Representação dos quatro níveis da densidade óssea, descrita por *Lekholm e Zarb*. Adaptado de (Misch, 2005, pp.133).

2.1.1 Classificação óssea

Classificação da densidade óssea de Lekholm e Zarb

Esta classificação tem por base a avaliação radiográfica, que consiste em comparar a quantidade de osso cortical com a quantidade de osso trabecular, utilizando uma escala limitada de 1 a 4 (Lekholm e Zarb, 1985) (tabela 1 em anexo). O osso cortical é aproximadamente cerca de 10 a 20 vezes mais denso que o osso trabecular (Ravazi et al., 1995). Esta classificação tem sido questionada, devido apenas se referir à capacidade individual do clínico e também, apesar disso, apenas fornecer uma média aproximada do valor de todo o maxilar. Por essa razão, esta classificação tem sido questionada, por apresentar baixa objetividade e reprodutibilidade (Shapurian et al., 2006 ; (Todisco & Trisi, 2005).

Tabela 1: classificação de densidade óssea definida por *Lekholm e Zarb* (Lekholm 1985, cit. in Todisco e Trisi, 2005).

Nível de densidade óssea	Histologia
Osso tipo 1	Osso com uma espessa camada de osso cortical e uma ausência quase total de camada óssea trabecular.
Osso tipo 2	Osso com uma camada de osso cortical e uma camada de osso trabecular de alta densidade.
Osso tipo 3	Osso com uma fina camada de osso cortical e uma camada bem representativa de osso trabecular denso.
Osso tipo 4	Osso com uma fina camada de osso cortical com uma camada de osso trabecular de muito baixa densidade e largos espaços medulares.

Classificação da densidade óssea de Misch

Em 1988, surge uma outra classificação descrita por Misch, em que se baseia em avaliar através de imagens de tomografia computadorizada (TC), e a correlação com as unidades de *Hounsfield*, que se dividem em 5 tipos de nível de densidade óssea: osso tipo D1, corresponde a valores maiores que 1250 HU, osso tipo D2, corresponde a valores de 850 a 1250 HU, osso tipo D3, corresponde a valores de 350 a 850 HU, osso D4, corresponde a valores de 150 a 350 HU e osso D5 a valores menores que 150 HU.

Assim, para determinarmos o protocolo de plano de tratamento, precisamos avaliar a região mais crítica da densidade óssea que corresponde aos 7 a 10 mm da região crestal do osso, sendo essa determinante (Figura 2), (Tabela 2) (Misch, 2005, pp.136).

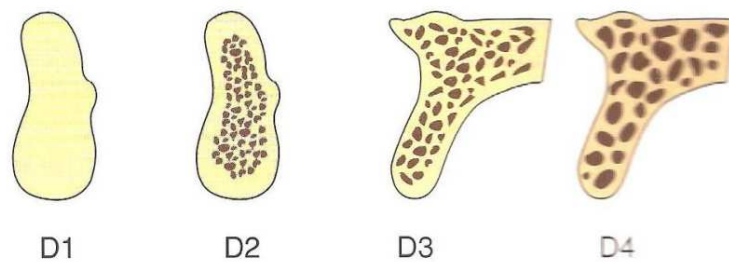


Figura 2: Representação da densidade óssea, segundo *Misch*. Na figura está representado o osso de densidade tipo D1, mostrando maior proporção de osso cortical, até ao osso de densidade tipo D4, no qual se observa maior proporção de osso medular. Adaptado de (Misch, 2005, pp.134).

Tabela 2: Classificação de densidade óssea definida por Misch (Misch, 2005, pp.134)

Nível de densidade óssea	Histologia	Sensação tátil
Osso tipo D1	Osso cortical denso.	Comparável a madeira de carvalho.
Osso tipo D2	Osso cortical poroso e trabecular denso.	Comparável a pinho branco ou madeira de abeto.
Osso tipo D3	Osso cortical poroso e fino e trabecular fino.	Comparável a madeira de balsa.
Osso tipo D4	Osso trabecular fino.	Comparável a espuma.
Osso tipo D5	Osso poroso com incompleta mineralização.	

Estas duas célebres classificações de Lekholm e Zarb e Misch, embora sejam facilmente utilizadas pelos clínicos, apresentam um considerável grau de subjetividade, tornando difícil estabelecer uma distinção clara entre os vários tipos de osso, principalmente no caso das tipologias intermédias (Shapurian et al., 2006).

2.1.2 Tecido ósseo cortical e esponjoso

Podemos dividir o tecido ósseo alveolar em dois tipos, classificando-o em: tecido ósseo cortical, o qual é considerado um tecido ósseo compacto, denso e sólido, mais duro e resistente, não exibindo praticamente espaços medulares, apenas pequenos canalículos

que constituem os canais de *Volkman e Havers* para a passagem de nervos e vasos sanguíneos. Frequentemente encontrado nas áreas de maior carga mastigatória, constituindo uma melhor base para a instalação de implantes devido à sua densidade. Este tecido ósseo cortical, envolve o tecido ósseo medular (Kini & Nandeesh, 2012; Mazzonetto, Netto & Nascimento, 2012); tecido ósseo medular ou esponjoso, em que é predominante o tipo de osso mais maleável, caracterizando-se por uma camada menos densa e com um aspeto mais poroso, constituinte do osso alveolar, apresentando vários espaços medulares de maior tamanho que o osso cortical, formados por trabéculas ósseas. Comumente encontrado em áreas menos sujeitas a *stress* ou carga mastigatória (Mazzonetto et al, 2012). A densidade e qualidade do osso esponjoso podem variar amplamente, condicionando a estabilidade primária dos implantes endoósseos (Mazzonetto et al, 2012).

2.2 Reabsorção óssea maxilar e mandibular

O grau de reabsorção óssea é influenciado a partir de diversos fatores, sendo eles de diferentes tipos como anatómicos, funcionais, metabólicos e protéticos que estão todos interrelacionados.

Dentro dos fatores anatómicos estes são influenciados pelo tamanho, forma, densidade dos rebordos ósseos e também pela espessura e o tipo de mucosa que os reveste. Já acerca dos fatores metabólicos, fazem parte as hormonas, as vitaminas e a atividade celular das células ósseas, tendo influência também o sexo do paciente, a sua idade e o seu estado de saúde. Nos fatores funcionais, referimo-nos às forças exercidas na mucosa, que dependem da frequência, intensidade, duração e da direção desta quando aplicada indiretamente ao osso, o que vai gerar atividade celular e, conseqüentemente, reabsorção ou formação de osso, sendo diferente de paciente para paciente. Por último, mas não menos importantes, são os fatores relacionados com a reabilitação protética onde temos de referir as possíveis técnicas, materiais, conceitos e princípios que são aplicados nas próteses (Heinz et al., 2015).

Sendo assim, o tecido ósseo pode ser reabsorvido devido a diversos fatores, contudo, os grandes responsáveis microscópicos pelo fenómeno de reabsorção óssea são as células conhecidas como osteoclastos. Os osteoclastos são células que estão posicionados em

pequenas fendas chamadas lacunas de reabsorção, que quando ocorre o processo de reabsorção óssea, vão degradar o tecido ósseo, criando um meio ácido entre o osso e a superfície celular que irá promover a dissolução mineral. Quando ocorre desmineralização óssea, os osteoclastos deixam estas lacunas ósseas, dando lugar às células fagocitárias que serão responsáveis pela limpeza da região, fagocitando os restos minerais existentes. De seguida, os osteoblastos deslocam-se para a região em que se deu a reabsorção para a síntese de novo osso (Heinz et al., 2015).

Quando presente uma atrofia severa maxilar, originária da reabsorção óssea, esta ocorre de forma diferente de indivíduo para indivíduo, apresentando uma aproximação a estruturas importantes, como o seio maxilar, a cavidade nasal e a cadeia nervosa proveniente do canal incisivo (Atwood, 2001; López López et al., 2015).

O tecido ósseo está sempre em constante remodelação, reabsorção e formação ao longo do período de vida derivado do seu metabolismo, seja o stress metabólico ou funcional, sendo os seus níveis de atividade os seguintes: o equilíbrio dinâmico entre osteoblastos osteoclastos e células antagonistas; o crescimento, originário do aumento dos osteoblastos em atividade, para compensar a reabsorção que está constantemente a ocorrer devido à remodelação deste crescimento; a atrofia, provocada pela diminuição da atividade osteoblástica e a reabsorção, causada pelo aumento da atividade osteoclástica (Atwood, 2001).

Julius Wolff (1836-1902), um cirurgião e anatomista alemão, afirma que o osso saudável tem a capacidade de se adaptar às condições de carga e *stress* a que é sujeito, tal como o contrário, quando não ocorre qualquer estímulo ou carga sobre um determinado osso, este torna-se frágil, ocorrendo também a sua reabsorção por falta de função, como por exemplo após a extração de um dente, perdendo este osso a sua utilidade (Clarke, 2008; Mazzonetto et al, 2012).

Classificação de Atwood

A Classificação de Atwood divide-se em 6 tipos, originada para classificar os diferentes graus de reabsorção óssea, havendo apenas necessidade de procedimentos regenerativos ósseos, para os graus 4, 5 e 6 de atrofia maxilar. O maxilar apresenta um modelo de

reabsorção centrípeta, ou seja, que ocorre da região mais externa para a mais interna, isto significa, a cortical óssea externa é reabsorvida em toda a sua extensão de forma centrípeta. De maneira que as principais causas desta reabsorção são as cirurgias ablativas e traumatismos, a doença periodontal e extrações dentárias precoces (Mazzonetto et al., 2012).

A reabsorção óssea vai aumentando com o tempo, sendo um processo irreversível e que ocorre no primeiro ano após ter sido realizada uma extração dentária, uma taxa média de reabsorção de 25%, existindo a cada ano uma perda óssea de 0,2mm, verificando-se diferenças de acordo com cada indivíduo (Mazzonetto et al., 2012). A necessidade de reconstrução do rebordo ósseo residual é ditada pelo grau de reabsorção do rebordo ósseo alveolar, ou seja, quanto maior nível de reabsorção, menos provável é a cirurgia de reconstrução óssea. As alterações decorrentes da reabsorção óssea, mais comuns no maxilar são: a pneumatização dos seios maxilares, a diminuição da altura do rebordo alveolar e também a diminuição da espessura do processo alveolar, e quando existe uma reabsorção extrema a espinha nasal anterior e os forames palatino maior e incisivo tornam-se bastante superficiais (Mazzonetto et al., 2012).

Atwood (1963) desenvolveu um sistema de classificação de reabsorção dos rebordos ósseos alveolares, para esclarecer e diferenciar as reabsorções maxilares existentes, dividindo-as em 6 tipos de reabsorção: Tipo I: quadro chamado fisiológico ou normal, em que o dente se encontra dentro do alvéolo (Reich et al., 2011); Tipo II: relacionado com o alvéolo pós-extração, que apesar das excelentes condições, possa existir a presença de bordos cortantes, e também ocorrem reações para a formação de novo osso no seu interior (Reich et al., 2011); Tipo III: o alvéolo encontra-se preenchido por novo osso formado recentemente, não sendo possível de se ver a forma prévia do alvéolo existente, devido ao facto de este se ter tornado mais arredondado derivado aos fenómenos de reabsorção que ocorreram no seu interior, não sendo visível ainda a perda de dimensão óssea (Reich et al., 2011); Tipo IV: começa a ser possível de observar um adelgaçamento da crista alveolar tornando esta fina, parecida a uma faca de extremidade fina, ou em lâmina de faca (Reich et al., 2011); Tipo V: deixa de se manifestar o bordo afiado da crista alveolar e passamos a ter uma região arredondada com perda de altura e espessura, logo um rebordo baixo e bem arredondado; (Reich et al., 2011); Tipo VI: é o nível mais elevado de reabsorção, onde já se encontra presente um nível extremo da mesma, caracterizando-

se por um osso bastante deprimido, em que até o osso basal, ou seja, aquele que se encontra após a região onde anteriormente existia um dente, se encontra reabsorvido (Reich et al., 2011), (Figura 3).

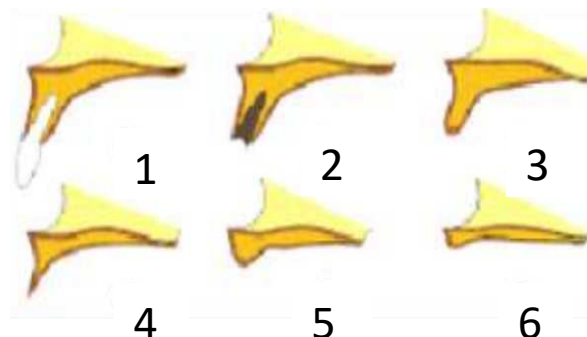


Figura 3: Imagem representativa do padrão de reabsorção do rebordo ósseo alveolar maxilar, segundo *Atwood*. Retirado de (Reich et al., 2011).

2.2.1 Defeitos ósseos, sua origem e classificação

Deve ser realizada uma avaliação clínica e radiográfica da extensão e severidade da perda do osso alveolar. A perda de osso alveolar, origina colapso periodontal em zonas específicas que resulta em três tipos de defeitos: defeitos supra-ósseos ou horizontais; defeitos infra-ósseos ou verticais e defeitos inter-radiculares ou de furca (Lang & Lindhe, 2015). Os defeitos supraósseos são caracterizados pela localização da base da bolsa que se encontra a nível cervical da crista óssea alveolar. Os defeitos infra-ósseos são determinados pela base da bolsa se localizar apicalmente relativamente à crista alveolar e podem ser infra-ósseos, com apenas um dente afetado, ou em forma de cratera, em que são afetadas duas superfícies radiculares adjacentes de forma semelhante. A classificação dos defeitos infra-ósseos é fundamentada através da sua morfologia, em termos de paredes ósseas remanescentes, largura do defeito, ou ângulo radiográfico, e a extensão topográfica em redor do dente. Desta forma, os defeitos infra-ósseos podem abranger uma, duas ou três paredes ou uma cavidade e a sua existência está associada à continuação de uma elevada profundidade das bolsas ósseas mesmo após tratamento (Papapanou & Tonetti, 2000).

Na zona interdentária geralmente encontramos defeitos que afetam apenas uma parede, sendo habitual observar-se com frequência a presença de uma parede proximal e a

destruição das paredes vestibular e lingual. Os defeitos de duas paredes também podem ser encontrados nas zonas interdentárias, com as paredes vestibular e lingual intactas e a destruição da parede proximal. Os defeitos de três paredes estão normalmente presentes nas zonas interproximais, onde existe uma parede interproximal e ambas as paredes vestibular e lingual estão intactas, mas também podem ser observados nas superfícies linguais ou palatinas, onde a parede lingual e as interproximais permanecem intactas, sendo menos frequente encontrar nas superfícies vestibulares dos dentes posteriores (Papapanou & Tonetti, 2000).

Assim, a reabsorção, ou perda óssea, são classificadas em perda óssea horizontal ou vertical, que podem ou não ter o envolvimento da furca, e dependendo da orientação que segue o desenvolvimento da degradação óssea. O grau de destruição é calculado através da quantidade óssea alveolar reabsorvida. A perda óssea horizontal ocorre ao longo da crista alveolar, em que o nível ósseo baixa no sentido perpendicular ao longo eixo do dente. A reabsorção vertical, apresenta uma relação oblíqua entre o osso alveolar e o longo eixo do dente, encontrando-se desta forma no plano apical. Estes designam-se defeitos infraósseos. Conforme a morfologia presente, estes são classificados de acordo com o envolvimento de uma parede, duas paredes, três paredes ou então a combinação destas (Figura 4) (Cohen & Goldman, 1958).

Quando se verifica a reabsorção do septo interdental face aos processos inflamatórios, o defeito não pode ser classificado pelo número de paredes que abrange, passando a denominar-se de cavidade interproximal (Cohen & Goldman, 1958).

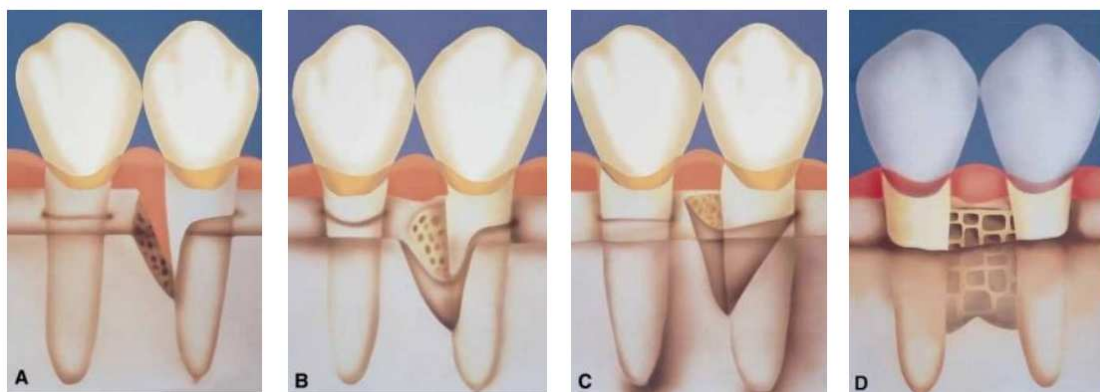


Figura 4: Classificação dos defeitos infra-ósseos segundo o número de paredes residuais. A)-defeito de uma parede óssea; B)- defeito de duas paredes ósseas; C)- defeito de três paredes ósseas; D)- cavidade interproximal. Adaptado de (Papanou, 2000).

É considerado também uma lesão periodontal o envolvimento da furca. Para conseguirmos quantificar o grau de desenvolvimento desta lesão, pode-se recorrer ao apoio de uma sonda de *Nabers*, classificando a lesão em quatro graus de severidade: De grau 1, a perda de tecido ósseo não ultrapassa 1/3 da largura do dente afetado, com perda de inserção na área da furca até 3 mm; De grau 2, verifica-se perda horizontal do tecido ósseo, com extensão da lesão maior do que 1/3, com perda de suporte e de inserção de nesta área maior de 3 mm, contudo, a sonda não atravessa de um lado ao outro da furca; e o grau 3, equivale ao maior grau de severidade da lesão de furca, com perda do tecido ósseo de suporte horizontal que abrange a área total da furca e onde a sonda atravessa a furca de um lado ao outro (Hamp et al., 1975)(Figura 5).

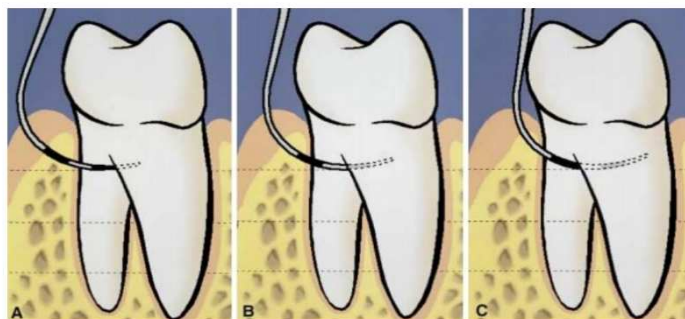


Figura 5: Classificação da lesão com envolvimento de furca. A) Classe 1; B) Classe 2; C) Classe 3. Adaptado de (Papapanou, 2000).

2.3 Tecido ósseo

O tecido ósseo é um tecido de elevada resistência, constituído pela matriz óssea e formado por diferentes tipos de células: osteócitos, osteoblastos e osteoclastos. O tecido ósseo é um tecido que apresenta na sua constituição interrupções existentes na matriz óssea, onde podemos encontrar predominantemente os osteócitos, um tipo de células de suporte com formato achatado, que desempenham como principal função a manutenção da matriz óssea. Os osteoblastos também são um tipo de células de suporte do tecido ósseo, provenientes da medula óssea e formados a partir das células mesenquimais desta, desempenhando a função essencial de síntese da matéria orgânica da matriz óssea, como o colagénio tipo I, glicoproteínas e proteoglicanas, e também a sua mineralização (Junqueira & Carneiro, 2008). Quando a matriz óssea ainda não se encontra calcificada junto aos osteoblastos ativos, esta denomina-se de Osteóide. Esta matriz deposita-se à

volta dos osteoblastos criando lacunas e pequenos canais, e quando o osteoblasto se encontra enclausurado por ela passa a chamar-se osteócito (Junqueira & Carneiro, 2008).

Por fim, as células responsáveis pela remodelação óssea chamadas células remodeladoras ou osteoclastos, provenientes da medula óssea, tem como função a reabsorção óssea, sendo células caracterizadas pelo seu grande tamanho, móveis e com diversos núcleos. Existem ainda presentes em todos os ossos e membranas conjuntivas que funcionam como revestimento destes (Junqueira & Carneiro, 2008). Externamente, a membrana encontramos o periósteo, caracterizado por ser uma bainha fibrosa de tecido conjuntivo que envolve o osso cortical, com exclusão das articulações que são revestidas por cartilagem, tem como função a nutrição, proteção e o auxílio na formação óssea e contém na sua constituição osteoblastos e osteoclastos, e também vasos sanguíneos e fibras nervosa (Kini & Nandeesh, 2012). Internamente, encontra-se o endósteo, que reveste a superfície interna do osso cortical e do osso esponjoso, bem como os canais vasculares existentes no osso, sendo importante por conter células osteogénicas, tendo funções idênticas ao periósteo e agindo de forma que haja um melhor crescimento e recuperação óssea (Kini & Nandeesh, 2012).

A matriz óssea também faz parte dos constituintes do tecido ósseo, sendo constituída por 69% de matéria inorgânica, na sua maioria e, por 22% de matéria orgânica. A matéria inorgânica é constituída por 99% de hidroxiapatite, ao contrário da matéria orgânica que é essencialmente constituída por 90% de colagénio, sendo a restante percentagem relativa a proteínas, como as proteoglicanas, sialoproteínas e glicoproteínas. Desta forma, a dureza do osso quando calcificado, é derivada aos minerais, como o complexo cálcio-fosfato, ou seja, a hidroxiapatite presente na matriz óssea, sendo esta o componente existente em maior quantidade (Kini & Nandeesh, 2012).

A osteogénese que se caracteriza pela formação de novo osso ou crescimento ósseo, é originada através do equilíbrio entre dois processos: formação de novo osso e parcial reabsorção do osso já existente. Assim, os ossos têm a capacidade de permanecer na mesma forma enquanto se dá o seu crescimento. Os osteoblastos e a matriz óssea são responsáveis pela osteogénese, sendo estes partes totalmente envolventes no processo de formação de novo osso que se divide em dois processos: a ossificação intramembranosa, caracterizado pela deposição e fixação de osso ao nível do tecido conjuntivo primário,

dando origem à formação de ossos como o crânio, a mandíbula e a clavícula. Este processo é responsável pela formação da maioria dos ossos craniofaciais, sendo também observado quando existem fraturas expostas, ocorrendo ao nível da sua cicatrização quando a imobilização é realizada com parafusos e placas metálicas; a ossificação endocondral, que decorre em ossos longos como a tíbia e o úmero, sendo o processo de ossificação endocondral, caracterizado pelo facto da cartilagem atuar como guia à formação óssea, ou seja, como precursor desta. Distintamente do processo intramembranoso, este vai ocorrer ao nível de fraturas que são imobilizadas para que haja a sua cicatrização (Kini & Nandeesh, 2012).

2.4 Remodelação óssea

Diferentes fatores fisiológicos e diferentes possíveis forças mecânicas levam a que o próprio osso altere a sua forma como resposta a ação destes fatores, sendo um tecido bastante versátil. Com isto, o osso tem propensão a alterar-se, sendo reabsorvido o osso já existente e depositando-se novo osso (Kini & Nandeesh, 2012). Esta remodelação óssea está presente durante toda a vida, não se verificando apenas quando há crescimento ósseo, através de um processo fisiológico que vai ocorrer ao mesmo tempo em diversos ossos. Este tipo de remodelação ao contrário da existente durante o crescimento ósseo é mais lento, sendo assim diferentes (Junqueira & Carneiro, 2008). O processo de remodelação óssea é, portanto, fundamental para manter a homeostase mineral, a integridade estrutural e a manutenção da resistência óssea (Kini & Nandeesh, 2012).

A remodelação óssea realiza-se por meio da interação entre os osteoblastos e os osteoclastos, dois tipos celulares diferentes, que em harmonia fazem a deposição e reabsorção óssea em simultâneo, sendo esta variável ao longo da vida. Existem 6 fases da remodelação óssea (Kini & Nandeesh, 2012): a Fase 1 ou de repouso, em que os fatores iniciadores do processo de remodelação ainda são desconhecidos; a Fase 2 ou de ativação, onde ocorre a chamada e ativação das células existentes na circulação que antecederem os osteoclastos, havendo a diferenciação e migração destas células já existentes, bem como a sua fusão com os osteoclastos, que por sua vez vão atacar a superfície óssea mineralizada; a Fase 4 ou de reabsorção, em que os osteoclastos deterioram a matriz óssea excretando enzimas lisossomais, como a catepsina k e iões de hidrogénio, dissolendo o

osso. Esta fase tem a duração de 2 a 4 semanas; a Fase 4 ou inversão da fase, em que são gerados sinais para que pare a reabsorção e se inicie a formação óssea (por fatores derivados da matriz óssea como TGF- β 3, IGF-1, IGF-2, proteínas morfogênicas ósseas, PDGF, ou mesmo fator de crescimento dos fibroblastos); Fase 5 ou fase de formação, em que os osteoclastos se libertam da superfície óssea e dão lugar aos osteoblastos para que estes iniciem a formação óssea, que leva entre 4 a 6 meses a estar completa; Fase 6 ou mineralização na qual se verifica maturação do trabeculado ósseo.

3. Materiais de substituição óssea

3.1 Classificação dos materiais de substituição óssea

Para além do osso autólogo, vários outros materiais têm sido utilizados na medicina dentária e nas cirurgias maxilo-faciais para substituir ou reconstruir defeitos ósseos, sendo o melhor material dependente de uma série de fatores, tais como a viabilidade do tecido nativo, bem como o tamanho, a forma e volume do defeito ósseo (Oryan et al., 2014). Em condições normais, os defeitos ósseos de pequenas dimensões, conseguem se regenerar naturalmente, porém, os defeitos associados a perda óssea extensa, infeção do tecido ósseo por causas periodontais ou doenças sistêmicas, fraturas e patologias, podem influenciar a cicatrização e regeneração do tecido ósseo, sendo necessário nesses casos intervenção cirúrgica e a utilização de um substituto ósseo (Kasahara et al., 2010). Defeitos ósseos de grandes dimensões, são geralmente tratados com osso autólogo, colhidos da crista ilíaca ou da calvária. O osso retirado do próprio paciente (autólogo) contém células osteogénicas capazes de formar novo tecido ósseo e a sua estrutura serve de suporte (scaffolds), tornando esse procedimento como *gold standard* do enxerto ósseo. Todavia, este procedimento apresenta algumas desvantagens como: um prognóstico incerto e um local de colheita de tecido ósseo, o que aumenta o risco de infeção e morbilidade.

Além disso, a quantidade e qualidade do osso dador pode ser insuficiente, derivado de problemas relacionados com a idade, localização ou distúrbios ou patologias que podem afetar a condição médica do paciente (Oryan et al., 2014). Para evitar complicações, outros substitutos ósseos são muitas vezes utilizados nas reconstruções de defeitos ósseos

de pequenas e médias dimensões e que se incluem: osso humano que não o do próprio paciente, ou seja, os aloenxertos, o tecido ósseo de outra espécie que não humana, os xenoenxertos e os materiais sintéticos com propriedades osteocondutoras e que podem ser reabsorvidos pelo organismo ou não, libertando substâncias que contribuem para a formação de novo osso, como materiais aloplásticos, onde se incluem as cerâmicas, os vidros bioativos, polímeros e a hidroxiapatita sintética.

Autoenxerto ósseo

Este tipo de enxerto é colhido do próprio indivíduo, sendo considerado o *gold standard* ao nível da cirurgia de enxertia óssea. É o único enxerto que possui as três propriedades importantes, a osteocondução, a osteoindução e a osteogénese, sendo biocompatível e não tóxico (Yazdi et al., 2013; López López et al., 2015). O autoenxerto, pode ser colhido de diferentes locais, extra-orais, como a calota craniana e a crista ilíaca, que é a mais comumente usada, ou intra-orais, como o ramo da mandíbula e a sínfise mandibular (Figura 6) (Chiapasco et al., 1999). O osso proveniente da crista ilíaca é muito utilizado quando é necessário um maior volume de osso nas reconstruções cirúrgicas, apesar do seu grau de reabsorção ser uma das suas desvantagens. O osso da calota craniana é outra opção, que, por sua vez, tem um menor grau de reabsorção com bons resultados clínicos, no entanto, devido ao procedimento ser mais invasivo, raramente é a escolha do paciente (Chiapasco et al., 2008). As principais vantagens dos autoenxertos prendem-se com o facto deste enxerto ser constituído por células vivas que são compatíveis a nível imunológico com o hospedeiro recetor e fundamentais às primeiras fases da osteogénese, caracterizado pelas três propriedades já descritas anteriormente (López López et al., 2015).

Como desvantagem, podemos citar a necessidade de um local de colheita diferente do local a aplicar, e a circunstância de o osso poder ser colhido a nível intra ou extra-oral. Sendo que colhido a nível extra-oral, exige necessidade de utilização de anestesia geral, o que leva a um maior tempo cirúrgico e a obrigatoriedade de internamento, causando também morbilidade pós-cirúrgica (Chiapasco et al., 1999).



Figura 6: Colheita de autoenxerto do ramo mandibular. A) Imagem intraoperatória da delimitação do bloco autógeno mandibular; B) Bloco autógeno mandibular após colheita; C) Defeito ósseo pré -maxilar; D) Ensaio do bloco no local receptor. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.

Aloenxerto ósseo

Estes enxertos são de origem humana mas com genótipo diferente, podendo ser colhidos de doadores multiorgânicos *post mortem*. São preparados e processados nos bancos de ossos, segundo critérios e regras muito restritos, sob vigilância e fiscalização das autoridades de saúde de cada país. Podem ser armazenados em temperatura ambiente ou em câmaras de congelação específicas. Apresentam como características principais, serem osteoindutores e osteocondutores ou seja, servem de estrutura mineral de suporte para a remodelação óssea (Rossi et al., 2012). O processamento dos aloenxertos ósseos, permite a máxima segurança na sua utilização sem que se verifiquem reações imunológicas e de contaminação. Através das diferentes formas de processamento, os aloenxertos podem ser classificados em: mineralizados, nos quais se enquadram os aloenxertos ósseos frescos-congelados, que após a sua colheita são descontaminados e desinfetados, sendo posteriormente congelados em embalagens próprias; e os aloenxertos ósseos liofilizados que podem permanecer embalados em vácuo; por fim temos os aloenxertos ósseos desmineralizados, que são representados pelos aloenxertos ósseos liofilizados desmineralizados. Tanto os aloenxertos ósseos liofilizados como os aloenxertos ósseos liofilizados desmineralizados são esterilizados através de raios *Gama*; sendo que estes últimos apresentam piores características biomecânicas pelo processamento através da desmineralização com ácido hidrocloreídrico (HCL), ou seja, ficam mais quebradiços, e com menor resistência à compressão (Borgonovo et al., 2013; Pereira et al., 2015). Os aloenxertos ósseos apresentam algumas vantagens tais como: apresentam grande disponibilidade e variedade; são osteocondutores e osteoindutores; não necessitam de local de colheita, contribuindo para uma menor morbidade e maior conforto e baixo custo para o paciente, são seguros na sua utilização pelo processamento a que são submetidos; podem ser veículos de antibioterapia durante o início da fase de incorporação

óssea; são totalmente remodelados; apresentam técnica cirúrgica semelhante aos autoenxertos. Os períodos de cicatrização óssea, não são considerados demasiados extensos, quando comparados com outros biomateriais, assemelhando-se aos tempos de cicatrização dos autoenxertos. Apesar de todas estas vantagens, a técnica cirúrgica é bastante sensível, pois requer do cirurgião o seguimento de um protocolo exigente no que se refere a assepsia e esterilização dos materiais, pois são facilmente sujeitos a contaminação (Figura 7) (Pereira et al., 2015).



Figura 7: Aloenxerto ósseo fresco-congelado. Crista ilíaca; *Sinus-lift*. A) Bloco ósseo bicortical; B) Conversão do bloco partículas alógenas; C) Técnica *Onlay-inlay* no *Sinus-lift*; D) Preenchimento do seio maxilar com partículas alógenas. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.

Xenoenxerto

Tipo de xenoenxerto é a osteocondução (Browaeys et al., 2007). Pelo motivo de termos um enxerto que provém de uma espécie diferente, é necessário cuidados adicionais para que não haja o risco de rejeição por parte do recetor, ou seja, deve ter baixa imunogenicidade, pois a matriz orgânica é diferente ao nível da antigenicidade da matriz do osso humano. Para tal, é necessário um tratamento e processamento químico que remova toda a matriz orgânica, deixando intacta a componente mineral que se assemelha ao tecido ósseo humano (Browaeys et al., 2007). A principal vantagem é que não é necessária área dadora. A utilização deste tipo de enxerto é muito útil quando são necessárias quantidades ilimitadas de substituto ósseo. Apresenta propriedades osteocondutoras (Mazzonetto et al, 2012). Uma das desvantagens é o seu elevado custo e a ausência de células viáveis fundamentais na primeira fase da osteogénese. Embora haja acesso a uma quantidade ilimitada de enxerto, este é recomendado apenas para pequenos defeitos, não solucionando defeitos ósseos de grandes dimensões (Figura 8) (Mazzonetto et al, 2012). Trata-se de um enxerto bastante utilizado na medicina dentária, proveniente de outras espécies animais, como por exemplo de origem porcina, equina, e bovina, sendo

mais habitual a utilização de enxerto bovino (Bovine Bone Mineral- BBM). A principal propriedade deste enxerto é a capacidade osteocondutiva.

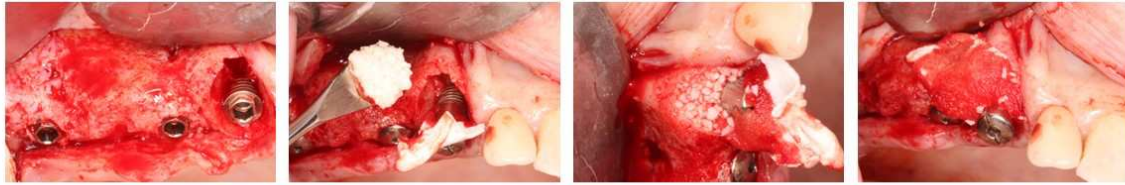


Figura 8: Colocação de implante imediato. A) *Gap* vestibular no alvéolo pós-extração dentária; B) Xenoenxerto equino; C) Preenchimento do gap com partículas xenógenas; D) Recobrimento da zona enxertada com membrana de colagénio. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.

Materiais aloplásticos

Estes enxertos, normalmente são produzidos em laboratório, ou seja, são sintéticos e produzidos com materiais biocompatíveis. Como exemplo destes materiais, podemos encontrar a hidroxiapatite, o fosfato beta tricálcico, os polímeros e o vidro bioactivo (Browaeys et al., 2007; Fardin et al., 2010).

Os materiais aloplásticos têm como característica a osteocondução, auxiliando a condução dos constituintes orgânicos no processo de formação e crescimento de novo osso, podendo ser reabsorvíveis ou não, apresentando-se em partículas pequenas ou em blocos, podendo ser ou não porosos (Mazzonetto et al., 2012). Não apresenta riscos imunológicos, promovendo redução do tempo operatório. Podem ser obtidas quantidades ilimitadas destes materiais para as regenerações ósseas (Gabriel Souza Pinto et al., 2010). Não promove qualquer tipo de osteoindução uma vez que não possui células vivas. Existe a possibilidade de alguma intolerância pelo paciente, mesmo sendo biocompatível, pelo que é preferível a utilização de materiais aloplásticos reabsorvíveis, pois existem estudos que apresentam reações a longo prazo causadas pela utilização de enxertos sintéticos não reabsorvíveis (Pinto et al., 2010).

3.2 Classificação quanto à função dos biomateriais

A escolha do material para utilização como enxerto ósseo, deve seguir algumas regras para melhorar o seu desempenho: deve ter um fornecimento ilimitado sem comprometer

a área dadora; deve promover a osteogênese; não deve apresentar resposta imunológica por parte do hospedeiro; deve revascularizar rapidamente; deve ativar a osteoindução; deve promover a osteocondução e deve ser substituído completamente por novo osso em quantidade e qualidade semelhante ao do hospedeiro (Figura 9) (Oryan et al., 2014) (Tabela 1).

OSTEOGÊNESE	• Responsável pela formação e desenvolvimento do tecido ósseo. • Materiais osteogênicos são derivados ou compostos por tecidos naturais envolvidos no crescimento ou reparação óssea
OSTEOINDUÇÃO	• É a capacidade de um material induzir a formação de novo osso, tendo influência direta na diferenciação ou maturação das células mesenquimais em células formadoras de osso. • (osteoprogenitoras → osteoblastos)
OSTEOCONDUÇÃO	• É a capacidade de um material de conduzir a formação do tecido ósseo sobre uma superfície ou dentro de poros.

Figura 9: Etapas da formação óssea.

Em síntese, existem vários materiais disponíveis para reconstrução dos defeitos ósseos, através dos quais, a seleção do material ideal depende de uma série de fatores, tais como: disponibilidade do material, dimensão do defeito ósseo, tamanho, forma e volume do local a reconstruir, biomecânica, manipulação, custos associados, questões éticas, características biológicas e complicações associadas (Oryan et al., 2014).

4. Reabilitação de maxilares atroficos através de reconstrução óssea

Quando o paciente necessita de reabilitar espaços desdentados e apresenta um nível de volume ósseo remanescente adequado considera-se como uma boa opção de tratamento, a instalação de implantes dentários, a qual atinge níveis de sucesso entre os 84% e os 97% (Adell et al., 1990); Leonhardt et al., (2002)). Por outro lado, quando o paciente apresenta atrofia óssea severa nos maxilares, aumenta a complexidade da reabilitação oral e a colocação de implantes dentários por si só fica dificultada (Adell, 1985).

Para contrariar as dificuldades atrás mencionadas sobre a colocação de implantes em maxilares atróficos, existe a técnica de instalação de implantes em regiões anatómicas contrafortes, a técnica de elevação do seio maxilar, as técnicas de lateralização do nervo alveolar inferior, a técnica de distração osteogénica e a utilização de enxertos ósseos para reconstrução cirúrgica. Hoje em dia, existe uma vasta variedade de técnicas e materiais de substituição óssea que estão ao alcance para uma melhor reabilitação.

Aghaloo & Moy em 2007, dividiram dois tipos de reconstrução óssea: as técnicas de elevação do pavimento do seio maxilar, a qual também se denomina de *Sinus-lift* e as técnicas de reconstrução das cristas alveolares.

Milinkovic & Cordaro, 2014, realizaram uma revisão sistemática onde apresentaram as distintas indicações para os diferentes tipos de procedimentos de aumento de volume ósseo comparando com a dimensão e o tipo de defeito.

Evidenciaram, que o recurso a procedimentos de regeneração óssea guiada (ROG), em conjunto com a utilização de implantes, apresenta um resultado positivo com uma taxa média de sobrevivência do implante de 92%, e com apenas 4,99% de taxas médias de complicações (TMC).

A utilização de enxertos ósseos para reconstrução de defeitos ósseos com objetivo posterior de reabilitação protética, é realizado em duas etapas: 1- período de cicatrização do enxerto, para que ocorra a revascularização do mesmo e posterior formação de tecido ósseo formado, de outro modo, aguardar também para que consigamos avaliar se ocorreu remodelação óssea necessária para quantificar o remanescente ósseo necessário para a reabilitação através da instalação tridimensional dos implantes (Lundgren et al., 2008). Quando não ocorre o período de cicatrização e o tempo de espera para avaliar a remodelação óssea quando comparado com a preparação instrumental de um leito implantar num enxerto ósseo integral, com a instrumentação num leito ósseo nativo, no enxerto não se verifica a reparação óssea por causa da falha na microvascularização, dando origem à morte celular.

Assim, na segunda fase cirúrgica (pós-reconstrução óssea) obtém-se níveis de taxa de sucesso de implantes mais elevadas, quando relacionadas com as taxas de sucesso de implantes instalados em conjunto à reconstrução óssea, alcançando-se assim, menos

retenção e estabilidade do enxerto, numa taxa que varia de 90% para 75%, sendo um valor ainda menor, 50% ao fim de 3 a 5 anos (Keller et al., 1994); (Nyström et al., 1997). Conclui-se que é possível a reabilitação de maxilares desdentados através de implantes dentários, realizados em uma ou duas fases cirúrgicas, apesar de que, através da literatura descrita, apresentou evidências de melhores resultados em duas fases cirúrgicas nas situações de baixa estabilidade primária dos implantes, em regenerações ósseas guiadas com utilização de barreiras, e também quando o médico dentista tem conhecimento de que o paciente realiza forças de mastigação excessivas sobre os pilares das próteses provisórias (Esposito et al., 2018)

Para reconstruir o volume ósseo perdido presente nos defeitos ósseos maxilares existem técnicas para aumento de volume ósseo vertical e ou/ volume ósseo horizontal.

A técnica de aumento de volume ósseo horizontal tem como objetivo o aumento da espessura do rebordo para que neste se consiga instalar um implante com o diâmetro apropriado. A literatura descrita apresenta as técnicas de elevação do pavimento do seio maxilar (sinus-lift); as técnicas de osteotomia ou interposicionais (ridge splitting), as técnicas de Regeneração óssea guiada (ROG); a técnica aposicional (onlay/veneer grafting); técnica de distração osteogénica; técnica de reconstrução com enxertos vascularizados e não vascularizados; as técnicas para preservação da crista alveolar; e a associação destas técnicas.

Encontram-se diferenças entre a técnica ROG e a técnica de regeneração tecidual guiada (RTG), em que a primeira visa regenerar o tecido ósseo e a segunda regenerar os tecidos periodontais, tais como, o ligamento periodontal, cemento e o tecido ósseo, mas ambas são técnicas de regeneração óssea.

A escolha da melhor técnica disponível deve ter em conta a vontade e o perfil do paciente bem como os recursos disponíveis para execução por parte do médico cirurgião, aliado à sua experiência técnica. A escolha da técnica mais adequada também depende da área a reabilitar.

4.1 Técnicas de Regeneração óssea guiada - ROG

As regras para a utilização de uma barreira para regeneração óssea guiada: esta tem de ser biocompatível, promovendo o crescimento de células osteogénicas e ocasionando manutenção da zona sobre o defeito, fácil manuseabilidade e com capacidade de integrar o tecido à sua volta oclucionando-o.

Como exemplos, de materiais para contenção das partículas na técnica ROG, temos as malhas de titânio, as placas reabsorvíveis, as placas metálicas e as barreiras reabsorvíveis ou não reabsorvíveis (Louis et al., 2008).

O local, a origem e o tipo do defeito ósseo são fatores importantes para avaliar e determinar a quantidade necessária de ganho de volume ósseo num defeito ósseo horizontal e ou vertical, de pequenas a médias dimensões. Assim, em situações em que os maxilares apresentam desdentação parcial unitária ou que afete múltiplos dentes o importante é que o volume necessário de tecido ósseo a colher a partir das áreas dadoras, seja proporcional à extensão da área a reabilitar, conseguindo obter a quantidade óssea necessária através da utilização de enxertos autógenos, sendo a fonte intra-oral (sínfise mentoniana, espinha nasal anterior, ramo da mandíbula, tuberosidade maxilar, região retromolar, parede lateral da fossa nasal e pilar canino), podendo a forma de apresentação, ser em blocos ou partículas (Le et al., 2010).

Em suma, a técnica de ROG envolve o uso estratégico de membranas de barreira para contenção dos materiais de enxertia óssea, criando, assim, um espaço isolado, promovendo o crescimento de novo osso numa área específica, comportando-se como uma barreira de proteção física, onde protege os fenómenos da remodelação óssea da infiltração dos tecidos moles. Este isolamento apresenta uma grande importância para promover a proliferação de células ósseas. Classificando-se também este tipo de técnica como uma cirurgia pré-protética, com taxas de sucesso de 95,8% a seis anos de acompanhamento (De Santis et al., 2012).



Figura 10: Regeneração óssea guiada. A) Defeito ósseo por periimplantite; B) Enxerto autógeno do ramo mandibular, enxerto xenógeno e membranas de L-PRF; C) Recobrimento do enxerto com membrana de PTFE e L-PRF; D) Reabertura aos 7 meses para instalação dos implantes. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.

As complicações possíveis causadas durante a cirurgia podem ser resolvidas através da utilização de membranas reabsorvíveis por estarem indicadas em lesões traumáticas de estruturas nervosas que decorreram intra-cirurgicamente, sendo nesses casos, um método de maior segurança para o cirurgião em comparação com a utilização de suturas (Farole & Jamal, 2008).

A utilização de membranas ainda é um tema bastante controverso e sensível em implantologia, por estas nas serem de fácil manuseamento, obrigando o médico cirurgião a ter conhecimento alargado e bastante experiência prática (Chiapasco et al., 1999).

Contrariamente, às membranas reabsorvíveis, as membranas não reabsorvíveis necessitam de uma segunda cirurgia para ser feita a sua remoção, sendo mais propícias a inflamação. A utilização de perióstio intacto ou da execução de retalho gengival palatino podem ser técnicas com bom funcionamento para recobrimento em alternativa às membranas (von Arx et al., 1996).

Para principal complicação da utilização de barreiras salienta-se a exposição precoce, que pode levar à contaminação do enxerto e posterior insucesso dos mesmos (Figura 11) (Tinti & Parma-Benfenati, 1998).



Figura 11: Regeneração óssea guiada - ROG. A) Membrana de PTFE a recobrir o enxerto; B) Encerramento da ferida operatória sem tensão; C) Exposição precoce da membrana aos 2 meses. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira

4.2 Técnica interposicional - Osteotomia *Le Fort I*

A técnica interposicional caracteriza-se pela divisão da crista óssea alveolar, sem remoção de tecido ósseo, com recurso a cinzéis e osteótomos com a finalidade de aumento da espessura da crista alveolar para permitir a instalação de implantes dentários endoósseos. Esta técnica pode ser realizada através de osteotomia da crista óssea alveolar, com a utilização de instrumentos de corte rotativo ou instrumentos de corte ultrassónicos (Khairnar et al., 2014).

A região considerada mais complexa para realização desta técnica, é a região que compreende a junção das duas tábuas ósseas corticais, por apresentar maior rigidez morfológica levando a um maior risco de fratura e possível destacamento por completo da tábua óssea vestibular, originando necrose óssea, constituindo o insucesso da técnica. Assim, existe um risco acrescido de destruição de toda a tábua óssea vestibular no caso de ocorrer infeção, considerada uma complicação pós-operatória, originando, assim, um defeito ainda maior do que o que existia inicialmente.

A instalação dos implantes pode ocorrer na mesma fase da realização da expansão das tábuas ósseas, sendo colocados no espaço promovido entre as duas paredes, o restante espaço residual deve ser preenchido com materiais substitutos ósseos. A presença de defeitos ósseos verticais e sagitais característicos de atrofia maxilar severa, causados pela desdentação dos maxilares, acresce dificuldade à reabilitação com implantes dentários. A técnica de osteotomia *Le fort I* executa o reposicionamento ântero- inferior ou posterior, e com regularidade, permitindo a reconstrução dos defeitos verticais e horizontais através de aplicação de enxertos interposicionais, para restituição da relação intermaxilar correta

(Marchetti et al., 2008). Estas técnicas foram descritas pela primeira vez por Keller e seus colaboradores em 1987 (Keller et al., 1987).

4.3 Técnica de distração osteogénica

A distração osteogénica (DO) é uma técnica alternativa que permite corrigir defeitos ósseos verticais e horizontais para aumento do volume ósseo com diversas utilizações clínicas (Ilizarov, 1989).

Esta técnica é utilizada nas reconstruções das cristas alveolares atroficas, sem recurso a enxertos ósseos, em que inicialmente é feita uma osteotomia para remoção de um fragmento ósseo para posterior imobilização deste. Em seguida, é utilizado um aparelho de distração, para que a distração se realize entre as duas partes do segmento, iniciando-se um período de latência de 4 a 7 dias. Quando a distração óssea estiver concluída, inicia-se a fase de consolidação óssea da crista alveolar, sendo a etapa seguinte a colocação dos implantes dentários quando esta fase terminar. Normalmente, a fase de consolidação tem uma duração de 5 a 18 semanas, podendo ser variável.

A utilização desta técnica permite aumentos de volume ósseo neoformado verticais compreendidos entre 3,5mm e 15,0mm, com 6,968 mm e 7,031mm de distração óssea total, tendo assim como maior aplicação nos aumentos de volume ósseo vertical mandibular (Adolphs et al., 2009).

Conclui-se assim que a técnica de distração da crista óssea alveolar, dependendo das indicações específicas para cada paciente, pode ser um procedimento viável e eficaz, apresentando pequenas complicações pós-operatórias.

Perdiik e colaboradores, 2012 realizaram um estudo sobre a distração osteogénica com aplicação de dispositivos intraósseos (DI) e dispositivos extraósseos (DE), no qual concluíram existir uma melhor qualidade de formação óssea, quando aplicados os dispositivos intraósseos, evidenciando um maior aumento de volume ósseo em altura em cerca de 9,8 mm. Assim os DI são mais favoráveis para o aumento de volume vertical.

Esta técnica apresenta algumas vantagens tais como: inexistência de morbilidade que possa existir numa zona dadora de enxerto; a técnica de distração apresenta os período de

latência, fase de distração e fase de consolidação; apresenta menor tempo total de tratamento por ser uma técnica mais reduzida; não reabsorção dos enxertos ósseos; elevado nível de vascularização do periósteo intacto; rápida regeneração da camada intermédia dando origem a tecido ósseo imaturo que através do processo de remodelação ativa vai maturar (Miloró et al., 2008).

Por outro lado, também apresenta algumas complicações, sendo as mais frequentes: o difícil deslocamento do segmento; desapropriada extensão dos tecidos moles; e a dificuldade em conseguir um suprimento sanguíneo na cirurgia. Outras dificuldades presentes são as possíveis infeções, a reabsorção óssea no período de consolidação; o difícil alinhamento dos segmentos e o incómodo para o paciente (Ettl et al., 2010).

4.4 Técnica de reconstrução aposicional - *Onlaygrafting*

No sentido de reverter a situação dos defeitos ósseos maxilares verticais e horizontais, cada vez mais, têm surgido técnicas com essa finalidade, utilizando materiais de substitutos ósseos para a regeneração dos mesmos (Nowzari & Aalam, 2007).

Branemark et al., 1975, com a finalidade de reabilitar pacientes portadores de defeitos ósseos com a utilização implantes dentários, para posterior reabilitação protética, sugeriu a colheita de crista ilíaca autógena para aplicação do autoenxerto em forma de blocos aposicionais.

Passado uns anos, em 1980, o autor indicou a utilização do bloco autógeno aposicional em forma de ferradura, facilitando a estabilidade primária do implante. Nesta técnica, a instalação do implante acontece na mesma fase cirúrgica, ou seja, simultaneamente, à colocação do bloco *onlay* autógeno (Brånemark et al., 1975). Com a continuação da implementação da técnica, e após se constatar alguns insucessos, sugeriu-se a divisão da técnica em duas fases cirúrgicas, com um período de intervalo de 5 a 8 meses para que ocorra cicatrização óssea na primeira fase, sendo realizada a instalação dos implantes na segunda fase cirúrgica (Battafarano et al., 2021).

A técnica cirúrgica de aplicação de blocos *onlay* apresenta princípios idênticos quando se utilizam materiais de substituição óssea, tais como, aloenxertos e xenoenxertos ósseos,

sendo os primeiros, eleitos como o material de preferência para aumento de volume horizontal e/ou vertical associados à reconstrução óssea. Os autoenxertos quando aplicados em forma de bloco, apresentam um menor período de cicatrização em comparação com as outras técnicas de regeneração óssea que utilizam outros substitutos ósseos. O período de cicatrização pode decorrer de quatro a seis meses, variando de acordo com a com o tipo de enxerto a utilizar, se é mais esponjoso ou cortical (Figura 12) (Andersson et al., 2010).



Figura 12: Autoenxerto em bloco, Sínfise Mentoniana. A) Defeito ósseo pré-maxilar; B) Local de colheita do autoenxerto, sínfise mentoniana; C) Bloco ósseo cortical do mento; D) Reconstrução Autógena Onlaygrafting. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.

O facto dos blocos serem mais esponjosos ou corticais, apresenta características estruturais diferentes e próprias de cada um, por exemplo: nos blocos ósseos esponjosos ocorre uma remodelação óssea na totalidade do bloco, devido à baixa densidade, enquanto que nos blocos ósseos corticais, a remodelação pode não acontecer na totalidade e em algumas regiões, num período de tempo igual. Outra diferença entre estes dois tipos de blocos, é o facto de os enxertos ósseos esponjosos ser mais facilmente revascularizados em toda a sua extensão e num período de tempo mais rápido, do que os enxertos autógenos corticais. Outros fatores importantes que influenciam a quantidade e a incorporação do enxerto, é a fisiologia do paciente e o seu metabolismo, nos quais, os fatores fisiológicos e metabólicos contribuem para que existam diferenças na regeneração óssea. Os enxertos ósseos corticoesponjosos *onlay*, originam um maior volume ósseo após a remodelação óssea, apresentando uma estrutura aparentemente mais densa, organizada e com menos osso trabecular, ao contrário dos enxertos ósseos corticais *onlay*, que apresentam menor volume ósseo trabecular, menos organizado e mais denso (Buchman & Ozaki, 1999). Assim, um bloco ósseo com presença de quantidade razoável de osso esponjoso tende a ser mais estruturalmente mais forte após a remodelação, do que um bloco ósseo totalmente cortical (Figura 13) (Burchardt, 1987).

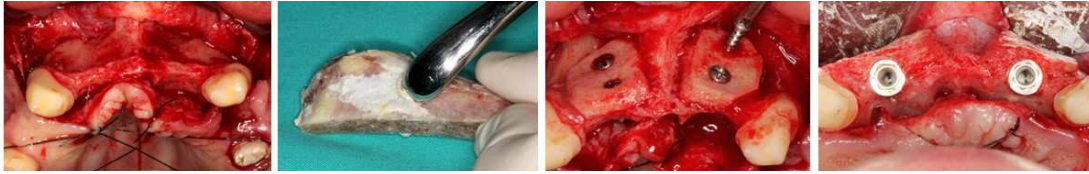


Figura 13: Aloenxerto ósseo tricortical de Crista Iliaca. A) Defeito ósseo pré-maxilar; B) Preparação do aloenxerto; C) Fixação dos blocos ósseos alógenos com técnica *Onlaygrafting*; D) Reabertura aos 5 meses para instalação dos implantes. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.

Para que ocorra uma boa regeneração óssea, é muito importante que os blocos ósseos estejam bem fixados ao leito recetor, deve ser realizada uma descorticalização do leito recetor para promover a revascularização do bloco, e facilitar a incorporação dos mesmos ao leito nativo (Andersson et al., 2010).

Os enxertos em bloco *onlay* podem ter origem intra-oral ou extra-oral, sendo colhidos mais frequentemente nas regiões extra orais (Anitua et al., 2014).

A correta indicação da utilização dos blocos ósseos *onlay*, refere que a dimensão total do enxerto tem de ser igual ou superior ao comprimento do implante planeado, e deste modo, a espessura do bloco deve corresponder à espessura total do processo alveolar, contando com o diâmetro do implante, só assim se consegue um suporte adequado para a instalação dos implantes dentários endoósseos. Os blocos são fixados ao leito recetor através de parafusos de fixação, ou através de arames metálicos, de forma a garantir a sua correta imobilização (Maestre-Ferrín et al., 2009).

Em casos de atrofia óssea maxilar severa, em que é necessária uma reconstrução tridimensional ou de contorno, a técnica de reconstrução aposicional é a mais indicada, mesmo em comparação com as técnicas de osteotomia e *ridge splitting*. As complicações associadas a esta técnica são idênticas às restantes técnicas, utilizadas nas reconstruções ósseas, como exemplo: a não incorporação dos blocos, a perda total dos blocos por reabsorção óssea. Na cirurgia de reconstrução óssea, o passo mais crucial para o sucesso é o correto encerramento da ferida operatória, para que não ocorra a exposição do enxerto (Jovanovic et al., 1992). Quando ocorre a infeção da zona enxertada, mais comumente na primeira fase de cicatrização, entre os 4 e os 6 meses, deve-se proceder à desinfeção do local e se necessário à drenagem e tratamento com antibiótico local e sistémico (Lundgren et al., 2008b).

4.5 Técnica de elevação do pavimento do seio maxilar - *Sinus-lift*

Tatum, em 1976, descreveu a técnica de elevação do pavimento do seio maxilar, também conhecida por *sinus-lift*, que tem como objetivo a reconstrução de defeitos ósseos verticais maxilares posteriores, para posterior instalação de implantes dentários endoósseos; esta região do seio maxilar pneumatizado, constitui ainda hoje um desafio para os cirurgiões (Parnia et al., 2018). O seio maxilar é composto pelo antro sinusal, onde estão alojados os septos intra sinusiais. O seio maxilar é delimitado pela membrana de *Schneider*, caracterizando-se por ser revestida por epitélio pseudoestratificado ciliado, é de espessura fina e aderida ao osso subjacente (Testori et al., 2019). O objetivo desta técnica é promover a regeneração dos substitutos ósseos, de forma a obter um volume de tecido ósseo neoformado e maturado para poder receber de forma firme e estrutural os implantes (Rapone et al., 2022). Existem várias formas de utilizar esta técnica, mas as mais comuns são: a técnica de abordagem transcrestal e a técnica da “janela lateral”.

Na técnica da “janela lateral”, utiliza-se instrumentos rotativos para efetuar uma janela óssea na parede vestibular do seio maxilar com reposicionamento da membrana de *Schneider* numa posição mais elevada com o objetivo de facilitar a colocação dos substitutos ósseos (Juzikis et al., 2018).

A abordagem transcrestal, utiliza osteótomos para realizar um acesso que permita também a elevação da membrana do seio maxilar através da compressão produzida pela pressão dos osteótomos e incorporação do enxerto pelo acesso criado (Elian & Barakat, 2018).

A complicação mais descrita na literatura é a perfuração da membrana de *Schneider*, numa taxa de 25%, tendo sido introduzida no mercado a cirurgia piezoelétrica de modo a reduzir esta complicação (Testori et al., 2019).



Figura 14: Aumento ósseo vertical posterior maxilar, *Sinus-lift*. A) Descolamento da membrana de *Shneider*; B) Elevação da membrana de *Shneider*; C) Partículas alógenas de Crista Ilíaca; D) Preenchimento e compactação do substituto ósseo no seio maxilar. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.

5. Reabilitação maxilar atrófica através de implantes dentários

Existem diversas alternativas para reabilitação de maxilares atróficos sem recurso a enxertos ósseos. Existem muitos pacientes que preferem optar por este tipo de reabilitação, por estar associado a um menor tempo de reabilitação total, no entanto existem alguns fatores que levam o cirurgião a decidir pelo tratamento mais adequado, e que são: a idade avançada do paciente e o nível de atrofia severa dos maxilares. Como técnicas cirúrgicas, temos a instalação de implantes em regiões anatômicas especiais contrafortes, como a apófise zigomática, o pilar canino e a apófise pterigóide (Branemark et al., 2001). As utilizações de implantes convencionais em pacientes com maxilares desdentados, com severa atrofia óssea, devem ser avaliados cuidadosamente de forma a que se possa ter uma previsão dos resultados do tratamento, através de uma avaliação pré-operatória das estruturas anatômicas (Jemt & Lekholm, 1995). Como meio diagnóstico de avaliação das estruturas anatômicas, a avaliação radiográfica prévia e, o conhecimento aprofundado das estruturas ósseas, é de extrema importância.

Em 2011, Bedrossian sugeriu a divisão do maxilar em três zonas através de radiografias, de forma a simplificar a seleção do médico cirurgião, pela melhor zona disponível para instalação dos implantes (Figura 7). Assim, a zona I corresponde à região pré-maxilar, a zona II, à região dos pré-molares e a zona III, à região dos molares. A ausência de alguma destas zonas, tem impacto direto na escolha da técnica cirúrgica a utilizar. Na presença das três zonas, I, II e III, a instalação indicada é a axial, se apenas as zonas I e II estiverem presentes a instalação adequada será os implantes distais inclinados (All-on-four), se estiver presente apenas a zona I está indicada a instalação de implantes zigomáticos, nos casos de ausência das três zonas a técnica mais adequada é a instalação de 4 implantes zigomáticos (Quad-zigoma) (Bedrossian & Bedrossian, 2019).

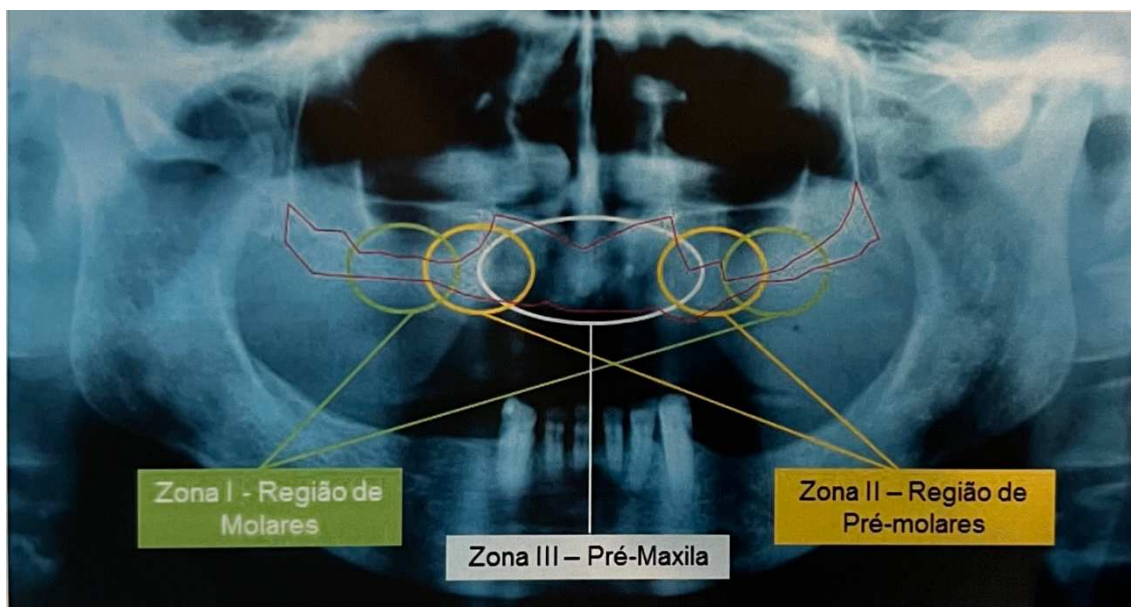


Figura 15: Classificação da divisão do maxilar de *Bedrossian* 2011 representativa das zonas maxilares edêntulas. Retirado de (Weir, 2011).

Encontram-se diversas técnicas cirúrgicas para a instalação de implantes em diferentes locais e ângulos específicos para reabilitação dos maxilares atróficos, descritos na tabela 3.

Tabela 3: Técnicas cirúrgicas para reabilitação de maxilares sem utilização de enxertos ósseos.

Maxila	Mandíbula
Implantes Curtos/ Estreitos	Implantes Curtos
All-On-Four-Concept	All-On-Four-Concept
Implantes Zigomáticos	
All-On-Four Híbrido	
All-on-four Híbrido+Pterygoid	
Quad-Zigoma	

A escolha da técnica cirúrgica é fortemente influenciada pela presença ou ausência de regiões anatómicas maxilares. A tabela 5, corresponde às regiões anatómicas maxilares relacionadas com as técnicas cirúrgicas mais indicadas.

Tabela 4: Correlação entre o volume ósseo maxilar existente e as técnicas cirúrgicas indicadas.

Presença de volume ósseo	Técnica cirúrgica
Zona I, II, III	Técnica Tradicional (Axial)
Zona I, II	All-on-Four
Zona I	Implantes Zigomáticos
Volume Ósseo Insuficiente	Quad-zigoma

5.1 Reabilitação com implantes dentários convencionais - abordagem palatina

Atualmente já se consegue através do correto diagnóstico e planeamento através de CBCT e *software* específico, prever o resultado do tratamento com a utilização de implantes convencionais para reabilitação de espaços edêntulos, no que respeita ao posicionamento e reabilitação protética (Lemos et al., 2021).

A forma anatómica das cristas ósseas alveolares atroficas, dificulta a instalação de implantes endoósseos convencionais, comprometendo o resultado estético ideal satisfatório das reabilitações prostodônticas (Gaudy et al., 2014). A reabilitação com implantes convencionais torna-se um desafio na presença de maxilares severamente atroficos, tanto na colocação de implantes convencionais na zona pré-maxilar, como na região maxilar posterior, devido à falta de volume ósseo na face vestibular, como na região posterior maxilar, pela reduzida ou inexistente quantidade de volume ósseo vertical respetivamente (Candel et al., 2012).

Assim, com o passar dos anos e o confronto com os desafios cirúrgicos, surgiram técnicas capazes de contornar esses desafios anatómicos. Uma das técnicas utilizadas para reabilitar casos de atrofia severa maxilar em volume horizontal, é a técnica da abordagem palatina, em que consiste na colocação dos implantes numa posição mais palatinizada, caracterizando-se por apresentar uma maior estabilidade, para o implante e tecidos, devido a este estar inserido na mucosa queratinizada, havendo assim menor risco de peri-implantite e de falência do mesmo ao longo do tempo (Figura 15)(Silva et al., 2023).

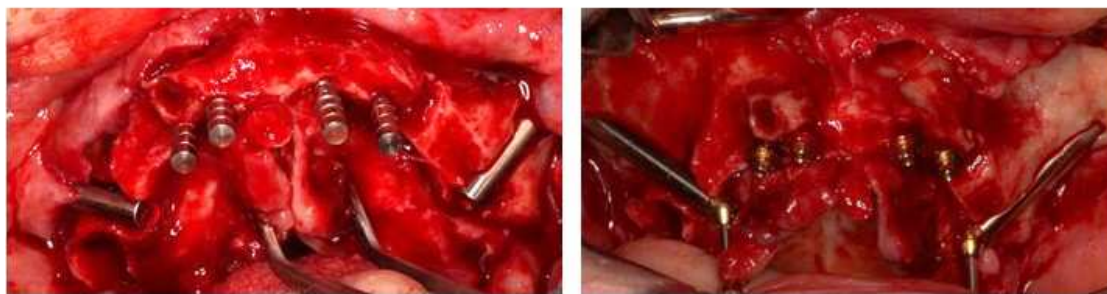


Figura 16: Técnica de abordagem palatina com implantes convencionais. A) Planeamento da posição dos implantes convencionais; B) Reabilitação total com implantes zigomáticos e convencionais. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.

Este implante é por norma mais comprido e de diâmetro menor do que o diâmetro dos implantes convencionais, confere menor tempo de tratamento, acompanhado de menor morbilidade e custo para o paciente. Esta técnica apresenta uma elevada taxa de sucesso quando comparada com a técnica convencional de instalação de implantes (Silva et al., 2023; Gaudy et al., 2014).

Tanto na técnica de abordagem palatina como na técnica *all-on-four* caso exista volume ósseo insuficiente na região pré-maxilar, a instalação de implantes transinusais pode ser uma alternativa viável para complementar estas duas técnicas. O implante transinusal normalmente apresenta maior comprimento, podendo chegar aos 25mm. É uma técnica cirúrgica menos invasiva, indicada antes da solução de reabilitação com implantes zigomáticos (de Carvalho et al., 2021).

Implantes transinusais são instalados com uma inclinação e direção específica na área molar permitindo serem ancorados numa região de maior densidade óssea, passando as três corticais ósseas: a cortical do osso alveolar; a cortical do pavimento do seio maxilar e a cortical da parede anterior do seio maxilar, conferindo-lhes maior resistência a forças da mastigação, possibilitando a sua colocação dos implantes em função imediata. (Aalam et al., 2023).

A técnica é descrita da seguinte forma: os implantes são colocados com uma inclinação mesial, com início na crista alveolar e, através da excução de uma janela lateral no seio maxilar e posterior elevação da membrana de *Shneider*, contactando com a parede lateral da cavidade nasal, o implante deve ficar ancorado no rebordo da abertura para o osso piriforme, realiza-se uma osteotomia que percorre o seio maxilar, encontrando-se assim

ancorado ao osso prístino. Posteriormente, a zona é encerrada (Aalam et al., 2023). A indicação para utilização deste tipo de técnica, consiste na existência de osso remanescente, de pelo menos 3 a 5mm de crista óssea, para que possa ocorrer estabilidade primária. Estes implantes estão indicados quando se verifica atrofia óssea maxilar nas zonas I e II da classificação da divisão da maxila por Bedrossian (Aalam et al., 2023).

5.2 Implantes inclinados – Técnica *All-on-four*

Em 1969, Branemark introduziu a técnica que utiliza quatro implantes para reabilitar maxilares atróficos desdentados, na qual são instalados dois implantes colocados na região anterior maxilar e dois na região posterior, estes últimos implantes são inclinados distalmente ao longo da parede anterior do seio maxilar, com o objetivo de proporcionar ancoragem ao implante em osso cortical, através da parede do seio maxilar e das fossas nasais. Como desvantagem quando ocorre a falência de algum destes dois implantes distais, a reabilitação protética fica comprometida (Messias et al., 2021). Esta técnica apresenta-se assim como uma solução alternativa à cirurgia de elevação pavimento do seio maxilar (Aparicio et al., 2014). Esta técnica também pode ser realizada com seis implantes, na qual, dois implantes ficam ancorados nas regiões intermédias. Conclui-se que através da colocação de quatro implantes dentários com determinadas características técnicas, é possível reabilitar um maxilar totalmente edêntulo, com uma reabilitação implantossuportada fixa aparafusada (Messias et al., 2021).

5.3 Implantes subperiósteos

Estes implantes são utilizados em casos de atrofia óssea severa, sendo a última alternativa antes de uma abordagem mais invasiva, como é o caso dos implantes zigomáticos. A sua ancoragem ocorre entre o periósteo e o osso alveolar residual apresentando dois a quatro elementos transmucosos que servem realizar a conexão passiva com a reabilitação protética. Estes caíram em desuso por apresentarem muitas complicações associadas, como fraturas e exposições. Com isto, surgiram os implantes subperiósteos individualizados, que apresentam uma infraestrutura de titânio personalizada à anatomia óssea individual de cada paciente, são muito eficazes em casos de atrofia óssea severa.

São obtidas as imagens e ficheiros do CBCT que permite visualizar o volume ósseo residual do paciente com exatidão. Com o avanço da tecnologia, o aparecimento de *scanners* intra-orais e o surgimento do sistema CAD/CAM permitiu visualizar e desenhar o implante ideal e a sua posterior reabilitação através de *softwares* digitais. Este sistema permitiu a confeção de implantes perfeitamente ajustados à anatomia óssea específica de cada paciente, como também o aparecimento das ligas personalizadas, aumentando o conforto do paciente (Carnicero et al., 2021).

O *software* CAD/CAM através da imagem de CBCT, permite obter o modelo ósseo virtual do paciente e, tornando este método de fabricação de implantes individualizados como único. Estes implantes são também indicados e utilizados em pacientes idosos, nos quais não estão indicadas cirurgias regenerativas ósseas (Mangano et al., 2020). As complicações associadas relatadas frequentemente são as infeções pós-operatórias, precoces e tardias; exposição do implante, presença de fistulas; reabsorção óssea e mobilidade e fratura do implante, levando ao insucesso da reabilitação (Cebrián Carretero et al., 2022).

5.4 Implantes zigomáticos

Os implantes zigomáticos, foram introduzidos em 1988, por Branemark, com o objetivo de se conseguir uma maior ancoragem a nível posterior maxilar e facilitar o processo de reabilitação protética. A sua fixação ocorre ao nível das apófises zigomáticas, daí se chamarem implantes zigomáticos, fixando-se na porção cortical oferecendo estabilidade primária aos implantes (Cordero et al., 2011).

A reabilitação com implantes zigomáticos pode ser realizada simultaneamente com a instalação de implantes convencionais para posterior reabilitação implantossuportada. Estes implantes convencionais instalados na região pré-maxilar, permitem melhor distribuição das forças de mastigação, evitando *cantellever* na reabilitação protética e posterior falência biomecânica dos implantes zigomáticos. É uma técnica alternativa à técnica *Onlaygrafting* de reconstrução e aumento de volume ósseo vertical (sinus-lift) (Pi Urgell et al., 2008)

Técnica intrasinusal

É a técnica clássica introduzida por Branemark para colocação de implantes zigomáticos, foi descrita como sendo realizada através fixação das espiras do implante em osso cortical maxilar estável. Estes implantes são colocados através do seio maxilar e são instalados apicalmente no osso zigomático o que leva a que a plataforma do implante fique sob o rebordo alveolar palatino, tornando a prótese mais estável nas regiões posteriores, com uma largura e menor. A taxa de sucesso desta técnica é de 98,3%. (Gracher et al., 2021) A complicação mais comum é a sinusite maxilar. (Lopes et al., 2021)

Técnica exteriorizada

O implante é introduzido externamente ao seio maxilar até se instalar no osso zigomático, este emerge mais coronalmente, assim a plataforma do implante fica perto do topo da crista residual e fora do seio maxilar, desta forma, o perfil protético é mais favorável. Na cirurgia a visualização da preparação instrumental fica mais favorecida (Figura 16) (Gracher et al., 2021).

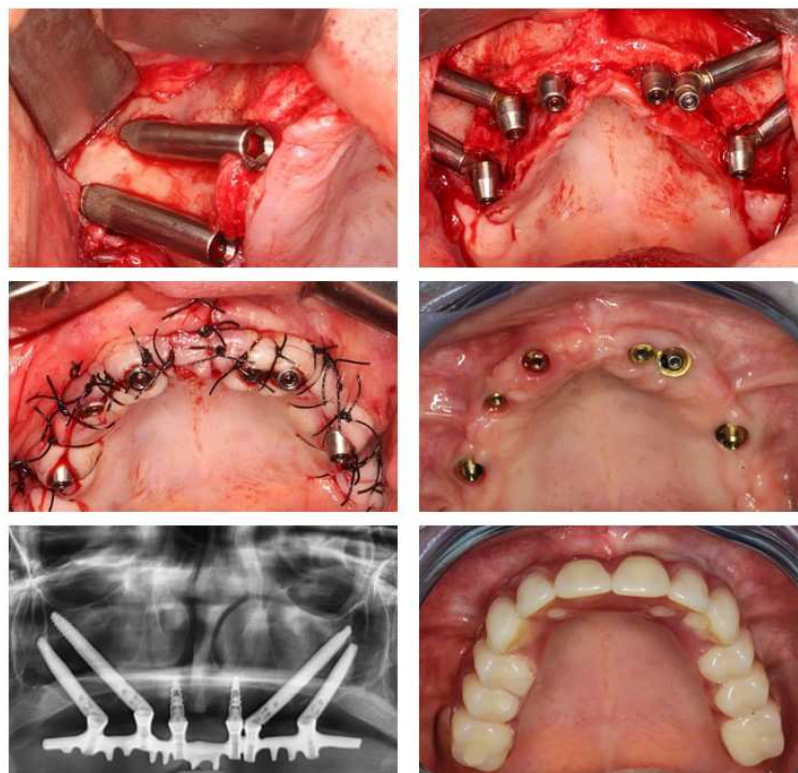


Figura 17: Técnica exteriorizada com implantes zigomáticos. A) Implantes anterior e posterior em posição exteriorizada; B) Reabilitação *All-on-Four Zygoma Híbrido*, com implantes zigomáticos e convencionais;

C) Encerramento da ferida operatória, sutura 4-0 *nylon*; D) Reabertura aos 5 meses de cicatrização; E) Ortopantomografia do trabalho final; F) Reabilitação implantossuportada aparafusada. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.

Técnica simplificada

Técnica que utiliza como guia a fenda sinusal lateral, localizada fora da parede do seio maxilar, para que o implante seja guiado através do maxilar até a sua instalação na zona da junção do rebordo orbitário lateral e do arco zigomático. A desvantagem desta técnica é a reduzida visualização do local da instalação no próprio osso zigomático pela técnica da fenda sinusal, com risco de perfuração da parede óssea posterior (Gracher et al., 2021).

Abordagem guiada pela anatomia zigomática - Zaga

Esta abordagem surgiu em 2011 com o objetivo de melhoramento da técnica extrasinusal, demonstrando as diversas posições em que o implante pode ser instalado. Esta técnica serve para ajudar o cirurgião a controlar a melhor trajetória em relação à anatomia do paciente, em consonância com o desenho mais favorável do implante (Aparicio, 2011). A abordagem Zaga, estabeleceu cinco grupos: Zaga 0: Está mantida a dimensão horizontal maxilar e a parede anterior do seio maxilar encontra-se plana. O corpo do implante apresenta um trajeto intra-sinusal e na sua instalação a cabeça do implante deve estar localizada na crista alveolar (Aparicio, 2011). Zaga 1- Está mantida a dimensão horizontal da maxila, mas a parede anterior encontra-se levemente côncava. A maior parte do corpo do implante apresenta um trajeto intra-sinusal e na sua instalação a cabeça do implante deve estar localizada na crista alveolar. A osteotomia é realizada por intermédio da parede (Aparicio, 2011); Zaga 2- a dimensão horizontal maxilar é mantida, e a parede anterior encontra-se côncava. A cabeça do implante está localizada na crista alveolar, contactando com o osso na parede lateral do seio maxilar, na crista alveolar e no osso zigomático (Aparicio, 2011); Zaga 3 - Está mantida a dimensão horizontal maxilar, mas a parede anterior encontra-se muito côncava. A cabeça do implante está localizada na crista alveolar e a osteotomia vai do palato à parte vestibular do osso alveolar. O corpo do implante passa a atravessar no osso zigomático. A parte média do corpo do implante apresenta uma trajetória extra-sinusal (Aparicio, 2011); Zaga 4 - O osso alveolar e o maxilar apresentam uma atrofia óssea severa horizontal e vertical. A plataforma do implante está localizada na zona vestibular à crista alveolar, não sendo necessário realizar

osteotomia. A maior parte do implante apresenta um trajeto extra-sinusal e por fora do maxilar, apenas permanecendo a ponta do implante em contacto em todos os lados com osso através da parede lateral do seio maxilar e no osso zigomático (Aparicio, 2011).

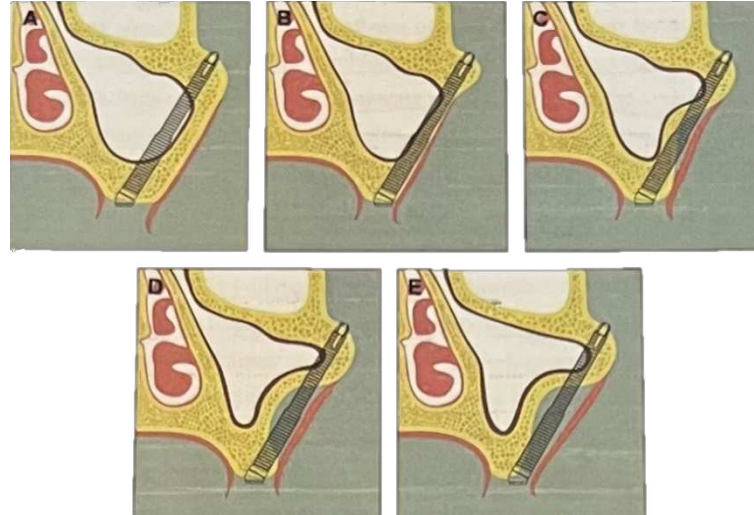


Figura 18: Abordagem guiada pela anatomia Zigomática ZAGA. A- ZAGA 0, B- ZAGA 1, C- ZAGA 2, D- ZAGA 3, E- ZAGA 4. Imagem adaptada de Davó & David, 2019.

Abordagem Quad-Zigoma

É uma técnica que consiste na colocação de 4 implantes zigomáticos com objetivo de suportar uma reabilitação oral implantossuportada aparafusada. A abordagem *Quad zigoma* caracteriza-se assim pela utilização de quatro implantes zigomáticos, dois de cada lado na região da maxila anterior (Wang et al., 2021).

A reabilitação oral de pacientes com atrofia maxilar severa com a abordagem Quad-Zigoma, tem indicação quando se verifica falência com as técnicas de reconstrução óssea ou com instalação de implantes convencionais (Aalam et al., 2022). Em relação à técnica, o implante zigomático mais posterior localiza-se na região do segundo pré-molar e, o implante mais anterior localiza-se na região situada entre o incisivo lateral e o canino, deste modo, a prótese termina na região do primeiro molar, originando um cantiléver.

Indicações dos implantes zigomáticos

A utilização de implantes zigomáticos está indicada em casos de: edentulismo total ou parcial, associado a atrofia severa maxilar, sem utilização de procedimentos reconstrução de volume ósseo; em reconstrução maxilar e maxilectomia, indicada para pacientes oncológicos, que através da instalação destes implantes, passam a ter suporte para as próteses obturadoras maxilares (Lopes et al., 2021). A utilização conjunta de quatro implantes zigomáticos associados a dois implantes pterigóides, pode contribuir para auxiliar o suporte das forças de mastigação, contribuindo para aumento da longevidade da reabilitação.

As complicações mais frequentes associadas à reabilitação oral com implantes zigomáticos, descritas na literatura são: a sinusite; a formação de fístula; a presença de infecção no seio maxilar e nos tecidos moles; hematoma facial ou periorbital; hiperplasia gengival; perfuração da cavidade orbitária; sangramento nasal que costuma cessar ao final do terceiro dia; alterações nervosas e sensoriais passageiras; enfisema subcutâneo e remoção do implante zigomático se o paciente apresentar dor continuada (Chrcanovic et al., 2016).

5.5 Implantes pterigoides

Tulsane em 1992, descreveu pela primeira vez os implantes pterigoides, como um tipo de implante que se instala na região posterior maxilar, podendo alterar a sua região conforme o comprimento e a angulação pretendida alocando-se na região pterigomaxilar ou no processo pterigoide (Candel et al., 2012).

Os implantes pterigóides devem apresentar no mínimo 13mm de comprimento para se conseguirem instalar no processo pterigoide, que é uma zona constituída por osso cortical denso ideal para retenção e estabilidade primária do implante (Araujo et al., 2019). Estes implantes surgem na região dos segundos e terceiros molares, apresentando como vantagem a redução dos *cantilevers* distais, ideias da perspectiva da reabilitação protética (Figura 17).



Figura 19: Reabilitação unilateral com implantes pterigoides, zigomáticos e convencionais. A) Posicionamento dos pilares angulados; B) Imagem radiográfica 3D dos implantes pterigoide, zigomático e convencional; C) Ortopantomografia da reabilitação final. Imagens cedidas pelo Doutor Eugénio Pereira.

Na técnica cirúrgica, o implante é ancorado com uma angulação distal de 35° a 55°, dependendo da localização do seio maxilar e da altura da tuberosidade, na região do processo pterigóide, no osso esfenóide apresentando um comprimento de 22 mm (Ali et al., 2014). Para a colocação dos implantes pterigoides, é necessário a utilização de brocas e osteótomos com sequência protocolada, para preparar e preservar o osso, diminuindo os riscos de hemorragia (Ali et al., 2014). Os implantes pterigoides estão indicados para reabilitação da região posterior maxilar atrófica, apresentando um nível de perda óssea aproximado à dos implantes convencionais com elevadas taxas de sucesso (Candel et al., 2012).

As complicações mais frequentes ocorrem na fase inicial da cicatrização óssea do implante, quando está a decorrer a neoformação óssea, no período de cicatrização do mesmo, antes de se exercer a carga funcional. A hemorragia intraoperatória foi descrita na literatura como a complicação mais comum (Araujo et al., 2019; Bidra et al., 2023).

5.6 Implantes transnasais

Surgiram como uma alternativa à técnica *Quad-Zigoma* com o objetivo de reabilitar também a região anterior maxilar em casos de atrofia óssea severa nesta região. Assim, o ápex do segundo implante fica instalado perto da órbita passando no seu trajeto pelo forame infraorbitário. Esta técnica é constituída pela utilização de dois implantes transnasais extralongos que podem ser utilizados em simultâneo com dois implantes zigomáticos permitindo aplicar-se carga imediata sem utilização de enxertos ósseos para suportar uma reabilitação implantossuportada (Camargo et al., 2021).

Para ser passível de reabilitação com implantes transnasais requer-se um volume ósseo de pelo menos 3mm no processo frontal maxilar e altura óssea mínima de 4mm entre o rebordo maxilar e as cavidades nasais (Almeida et al., 2021). Na descrição da técnica, são efetuadas duas incisões até distal dos primeiros molares, com ligeira direção para palatino, uma incisão na linha média e uma incisão na crista alveolar. O retalho é descolado por palatino e vestibular até à abertura piriforme de forma que fique visível a cavidade nasal, o forâmen orbitário e osso zigomático. A porção distal da mucosa nasal, deve ser solta exibindo a parede lateral e o pavimento da cavidade nasal (Camargo et al., 2021). Em relação à osteotomia esta pode ser executada de forma convencional ou de abordagem palatina, atravessando a parede lateral da cavidade nasal até contactar o processo frontal da maxila.

Após a instalação do implante transnasal é preconizado a utilização de enxerto ósseo em partículas na parede lateral e no pavimento da cavidade nasal para recobrir o aparecimento das espiras do implante, o que podia originar um aumento de risco de infeção e dificuldades na respiração (Camargo et al., 2021). Esta cirurgia pode ser realizada sob anestesia geral e anestesia infiltrativa com vasoconstritor (Camargo et al., 2021). As complicações mais comuns desta técnica cirúrgica, relatadas na literatura, são a parestesia da asa do nariz, a fístula oro-nasal e infeções em redor dos implantes transnasais (Almeida et al., 2021).

III. Conclusão

Ao realizar esta revisão bibliográfica consegui perceber que a reabilitação de maxilares atróficos continua nos dias de hoje a ser um desafio tanto para o médico cirurgião como para o paciente, devido à pouca disponibilidade óssea, afetando a autoestima dos indivíduos e a sua função mastigatória. Assim, a reabsorção da crista alveolar é considerada um problema de saúde oral crónico e incapacitante com origem multifatorial.

A reabilitação oral com implantes dentários seguida de colocação de uma reabilitação protética fixa implantossuportada aparafusada, simula a biomecânica dos dentes naturais no interior dos alvéolos. Os benefícios para este grupo de pacientes são a estimulação óssea intra-alveolar que impede a reabsorção contínua da crista óssea alveolar, e os benefícios psicológicos para a autoestima e melhoria da função mastigatória do paciente.

De forma a contornar as limitações de volume ósseo para a instalação dos implantes dentários, existem duas abordagens distintas: a reversão do processo de reabsorção pela reconstrução óssea do volume ósseo perdido, através de diversas técnicas cirúrgicas associadas a diversos materiais de reconstrução e, à instalação de implantes dentários em locais anatómicos de ancoragem específica, como por exemplo os implantes inclinados, implantes pterigoides e implantes zigomáticos.

Quanto mais cedo os pacientes procurarem ajuda do médico dentista para se reabilitarem, em casos de edêntulismo, menor reabsorção óssea irá ocorrer na crista óssea alveolar, devido a este processo ser contínuo e aumentando com o passar do tempo, restaurando assim a estética perdida, a função e a harmonia orofacial.

Através desta revisão narrativa foi possível descrever e apresentar as diferentes opções de tratamento para reabilitação de maxilares atróficos, assegurando que se elege o melhor plano de tratamento possível adequado e individualizado a cada paciente.

IV. Bibliografia

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 and Surgery*, 85(1), 51–56. <https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000000201>

Adell, R. (1985). Tissue integrated prostheses in clinical dentistry. *International Dental Journal*, 35(4), 259–265.

Adell, R., Eriksson, B., Lekholm, U., Brånemark, P., & Jemt, T. (1990). *A Long-Term Follow-up Study of Osseointegrated Implants in the Treatment of Totally Edentulous Jaws*.

Adolphs, N., Sproll, C., Raguse, J.-D., Nelson, K., Heberer, S., Scheifele, C., & Klein, M. (2009). Stable vertical distraction osteogenesis of highly atrophic mandibles after ablative tumour surgery of the oral cavity—A salvage pathway for mandibular reconstruction prior to oral rehabilitation with dental implants. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery: Official Publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 37(6), 320–326. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2009.01.003>

Aghaloo, T. L., & Moy, P. K. (2007). Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 22 Suppl, 49–70.

Ali, S. A., Karthigeyan, S., Deivanai, M., & Kumar, A. (2014). Implant rehabilitation for atrophic maxilla: A review. *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., & Arczas Junior, A. (2021). Extra-long transnasal implants as alternative for Quad Zygoma: Case report. *Annals of Medicine and*

Surgery (2012), 68, 102635. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2021.102635>

Andersson L, Kahnberg KE, Pogrel M. Oral and Maxillofacial Surgery. 1st edit. Andersson L, Kahnberg KE, Pogrel M, editors. United-Kingdom: Wiley-Blackwell; 2010.

Anitua, E., Alkhraisat, M. H., Miguel-Sánchez, A., & Orive, G. (2014). Surgical Correction of Horizontal Bone Defect Using the Lateral Maxillary Wall: Outcomes of a Retrospective Study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 72(4), 683–693. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2013.11.022>

Aparicio, C. (2011). A proposed classification for zygomatic implant patient based on the zygoma anatomy guided approach (ZAGA): A cross-sectional survey. *European Journal of Oral Implantology*, 4(3), 269–275.

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-Maxillo-Facial Surgery: Official Publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 47(4), 651–660. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2019.01.030>

Atwood, D. A. (2001). Some clinical factors related to rate of resorption of residual ridges. 1962. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 86(2), 119–125. <https://doi.org/10.1067/mpr.2001.117609>

Aydin, U., Bulut, A., & Bulut, Ö. (2017). *Assessment of maxillary and mandibular bone quality*. <https://doi.org/10.1594/ecr2017/C-219>

Baelum, V., van Palenstein Helderman, W., Hugoson, A., Yee, R., & Fejerskov, O. (2007). A global perspective on changes in the burden of caries and periodontitis: Implications for dentistry. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34(12), 872–906; discussion 940. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2007.01799.x>

Battafarano, G., Rossi, M., De Martino, V., Marampon, F., Borro, L., Secinaro,

A., & Del Fattore, A. (2021). Strategies for Bone Regeneration: From Graft to Tissue Engineering. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(3), 1128. <https://doi.org/10.3390/ijms22031128>

Bedrossian, E., & Bedrossian, E. A. (2019). Systematic Treatment Planning Protocol of the Edentulous Maxilla for an Implant-Supported Fixed Prosthesis. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J.: 1995)*, 40(1), 20–25; quiz 26.

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

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

Borgonovo, A. E., Marchetti, A., Vavassori, V., Censi, R., Boninsegna, R., & Re, D. (2013). Treatment of the Atrophic Upper Jaw: Rehabilitation of Two Complex Cases. *Case Reports in Dentistry*, 2013, e154795. <https://doi.org/10.1155/2013/154795>

Brånemark, P. I., Lindström, J., Hallén, O., Breine, U., Jeppson, P. H., & Ohman, A. (1975). Reconstruction of the defective mandible. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery*, 9(2), 116–128. <https://doi.org/10.3109/02844317509022776>

Browaeys, H., Bouvry, P., & De Bruyn, H. (2007). A literature review on biomaterials in sinus augmentation procedures. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 9(3), 166–177. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2007.00050.x>

Buchman, S. R., & Ozaki, W. (1999). The ultrastructure and resorptive pattern of cancellous onlay bone grafts in the craniofacial skeleton. *Annals of Plastic Surgery*, 43(1), 49–56. <https://doi.org/10.1097/00000637-199907000-00008>

Burchardt, H. (1987). Biology of bone transplantation. *The Orthopedic Clinics of North America*, 18(2), 187–196.

Candel, E., Peñarrocha, D., & Peñarrocha, M. (2012a). Rehabilitation of the atrophic posterior maxilla with pterygoid implants: A review. *The Journal of Oral Implantology*, 38 Spec No, 461–466. <https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-10-00200>

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), Artigo 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94980-1>

Cavallaro, J., Greenstein, B., & Greenstein, G. (2009). Clinical methodologies for achieving primary dental implant stability: The effects of alveolar bone density. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 140(11), 1366–1372. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2009.0071>

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>

Chiapasco, M., Abati, S., Romeo, E., & Vogel, G. (1999). Clinical outcome of autogenous bone blocks or guided bone regeneration with e-PTFE membranes for the reconstruction of narrow edentulous ridges. *Clinical Oral Implants Research*, 10(4), 278–288. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.1999.100404.x>

Chiapasco, M., Zaniboni, M., & Rimondini, L. (2008). Dental implants placed in grafted maxillary sinuses: A retrospective analysis of clinical outcome according to the initial clinical situation and a proposal of defect classification. *Clinical Oral Implants Research*, 19(4), 416–428. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2007.01489.x>

Chrcanovic, B. R., Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2016). Survival and Complications of Zygomatic Implants: An Updated Systematic Review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery: Official Journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 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: CJASN*, 3 Suppl 3(Suppl 3), S131–139. <https://doi.org/10.2215/CJN.04151206>

Cohen, D. W., & Goldman, H. M. (1958). The Infrabony Pocket: Classification and Treatment. *Journal of periodontology*. <https://doi.org/10.1902/jop.1958.29.4.272>

Cordero, E. B., Benfatti, C. A. M., Bianchini, M. A., Bez, L. V., Stanley, K., & de Souza Magini, R. (2011). The use of zygomatic implants for the rehabilitation of atrophic maxillas with 2 different techniques: Stella and Extrasinus. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 112(6), e49–e53. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2011.05.008>

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>

De Santis, D., Trevisiol, L., D'Agostino, A., Cucchi, A., De Gemmis, A., & Nocini, P. F. (2012). Guided bone regeneration with autogenous block grafts applied to Le Fort I osteotomy for treatment of severely resorbed maxillae: A 4- to 6-year prospective study. *Clinical Oral Implants Research*, 23(1), 60–69. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02181.x>

Duong, H., Roccuzzo, A., Stähli, A., Salvi, G. E., Lang, N. P., & Sculean, A. (2022). Oral health-related quality of life of patients rehabilitated with fixed and removable implant-supported dental prostheses. *Periodontology 2000*, 88(1), 201–237. <https://doi.org/10.1111/prd.12419>

Elia, S., & Barakat, K. (2018). Crestal endoscopic approach for evaluating sinus membrane elevation technique. *International Journal of Implant Dentistry*, 4(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s40729-018-0126-6>

Esposito, M., Grusovin, M. G., Chew, Y. S., Coulthard, P., & Worthington, H. V. (2018). Interventions for replacing missing teeth: 1- versus 2-stage implant placement. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2018(5), CD006698. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006698.pub3>

Ettl, T., Gerlach, T., Schüsselbauer, T., Gosau, M., Reichert, T. E., & Driemel, O. (2010). Bone resorption and complications in alveolar distraction osteogenesis. *Clinical Oral Investigations*, 14(5), 481–489. <https://doi.org/10.1007/s00784-009-0340-y>

Fardin, A. C., Jardim, E. C. G., Pereira, F. C., Guskuma, M. H., Aranega, A. M., & Júnior, I. R. G. (2010). Enxerto ósseo em odontologia: Revisão de literatura. *São Paulo*, 5(3).

Farole, A., & Jamal, B. T. (2008). A bioabsorbable collagen nerve cuff (NeuraGen) for repair of lingual and inferior alveolar nerve injuries: A case series. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery: Official Journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 66(10), 2058–2062. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2008.06.017>

Fejerskov, O., Escobar, G., Jøssing, M., & Baelum, V. (2013). A functional natural dentition for all – and for life? The oral healthcare system needs revision. *Journal of Oral Rehabilitation*, 40(9), 707–722. <https://doi.org/10.1111/joor.12082>

Friberg, B., Ekestubbe, A., Mellström, D., & Sennerby, L. (2001). Brånemark implants and osteoporosis: A clinical exploratory study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 3(1), 50–56. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2001.tb00128.x>

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

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>

Gutlapalli, N. J., Reddy, D. M., & Mikkilineni, H. (2013). Implant-supported overdentures. *Journal of the New Jersey Dental Association*, 84(3), 24–27.

Heinz, S., Romanoski, C. E., Benner, C., & Glass, C. K. (2015). The selection and function of cell type-specific enhancers. *Nature Reviews. Molecular Cell Biology*, 16(3), 144–154. <https://doi.org/10.1038/nrm3949>

Ilizarov, G. A. (1989). The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 238, 249–281.

Implantes transnasais: Técnica Vanderlim como alternativa à técnica Zygoma Quad em maxilas totais atróficas - série de 12 casos em carga imediata e acompanhamento de dois a 26 meses. (2021, novembro 21). *Revista ImplantNews*. <https://revistaimplantnews.com.br/implantes-transnasais>.

Jemt, T., & Lekholm, U. (1995). Implant treatment in edentulous maxillae: A 5-year follow-up report on patients with different degrees of jaw resorption. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 10(3), 303–311.

Jovanovic, S. A., Spiekermann, H., & Richter, E. J. (1992). Bone regeneration around titanium dental implants in dehiscence defect sites: A clinical study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 7(2), 233–245.

Junqueira, L. C. U., & Carneiro, J. (2008). Histologia básica. Em *Histologia básica* (pp. 524–524). <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-594191>

Juodzbalsys, G., & Kubilius, M. (2013). Clinical and radiological classification of the jawbone anatomy in endosseous dental implant treatment. *Journal of Oral & Maxillofacial Research*, 4(2), e2. <https://doi.org/10.5037/jomr.2013.4202>

Juzikis, E., Gaubys, A., & Rusilas, H. (2018). Uses of maxillary sinus lateral wall bony window in an open window sinus lift procedure: Literature review. *Stomatologija*, 20(1), 14–21.

Kasahara, T., Imai, S., Kojima, H., Katagi, M., Kimura, H., Chan, L., & Matsusue, Y. (2010). Malfunction of Bone Marrow Derived Osteoclasts and the Delay of Bone Fracture Healing in Diabetic Mice. *Bone*, 47(3), 617–625. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2010.06.014>

Keller, E. E., Eckert, S. E., & Tolman, D. E. (1994). Maxillary antral and nasal one-stage inlay composite bone graft: Preliminary report on 30 recipient sites. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery: Official Journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 52(5), 438–447; discussion 447–448. [https://doi.org/10.1016/0278-2391\(94\)90335-2](https://doi.org/10.1016/0278-2391(94)90335-2)

Keller, E. E., Van Roekel, N. B., Desjardins, R. P., & Tolman, D. E. (1987). Prosthetic-surgical reconstruction of the severely resorbed maxilla with iliac bone grafting and tissue-integrated prostheses. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 2(3), 155–165.

Khairnar, M. S., Khairnar, D., & Bakshi, K. (2014). Modified ridge splitting and bone expansion osteotomy for placement of dental implant in esthetic zone. *Contemporary Clinical Dentistry*, 5(1), 110–114. <https://doi.org/10.4103/0976-237X.128684>

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

Lang, N. P., & Lindhe, J. (2015). *Clinical Periodontology and Implant Dentistry, 2 Volume Set*. John Wiley & Sons.

Le, B., Rohrer, M. D., & Prasad, H. S. (2010). Screw «tent-pole» grafting

technique for reconstruction of large vertical alveolar ridge defects using human mineralized allograft for implant site preparation. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery: Official Journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 68(2), 428–435. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.04.059>

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

Leonhardt, A., Gröndahl, K., Bergström, C., & Lekholm, U. (2002). Long-term follow-up of osseointegrated titanium implants using clinical, radiographic and microbiological parameters. *Clinical Oral Implants Research*, 13(2), 127–132. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2002.130202.x>

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>

López López, A. M., Del Pozo, P. P., Muela, C. M., Caicoya, S. O., Cuéllar, C. N., & Salmerón Escobar, J. I. (2015). Maxillary sinus augmentation with bovine hydroxyapatite alone: A safe technique with predictable outcomes in patients with severe maxillary atrophy. *Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial*, 37(2), 87–92. <https://doi.org/10.1016/j.maxilo.2014.07.010>

Louis, P. J., Gutta, R., Said-Al-Naief, N., & Bartolucci, A. A. (2008). Reconstruction of the maxilla and mandible with particulate bone graft and titanium mesh for implant placement. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery: Official Journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 66(2), 235–245. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2007.08.022>

Lundgren, S., Sjöström, M., Nyström, E., & Sennerby, L. (2008a). Strategies in reconstruction of the atrophic maxilla with autogenous bone grafts and endosseous implants. *Periodontology* 2000, 47, 143–161. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.2008.00265.x>

Maestre-Ferrín, L., Boronat-López, A., Peñarrocha-Diago, M., & Peñarrocha-Diago, M. (2009). Augmentation procedures for deficient edentulous ridges, using onlay autologous grafts: An update. *Medicina Oral, Patologia Oral Y Cirugia Bucal*, 14(8), e402-407.

Malaquias, P. D. T. I. A. M., Ribeiro, I. L. H., Silveira, B. B. de B. da, Dias, S. L., & Bomfim, R. T. (2013). Reabilitação De Maxila Atrófica Com Implantes Zigomáticos: Relato De Caso. *ARCHIVES OF HEALTH INVESTIGATION*, 2(4), Artigo 4. <https://www.archhealthinvestigation.com.br/ArcHI/article/view/209>

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>

Mazzonetto, R., Netto, H. D., Nascimento, F. F. (2012). *Enxertos Ósseos em Implantodontia*. Nova Odessa-SP-Brasil: Napoleão Editora

Marchetti, C., Pieri, F., Corinaldesi, G., & Degidi, M. (2008). A long-term retrospective study of two different implant surfaces placed after reconstruction of the severely resorbed maxilla using Le Fort I osteotomy and interpositional bone grafting. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 23(5), 911–918.

Massad, J., Wicks, R., Ahuja, S., & Cagna, D. R. (2019). A Prosthesis Retention System for Full-Arch, Fixed, Implant-Supported Prosthesis. *Journal of Prosthodontics*, 28(4), e912–e916. <https://doi.org/10.1111/jopr.12972>

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>

Milinkovic, I., & Cordaro, L. (2014). Are there specific indications for the different alveolar bone augmentation procedures for implant placement? A systematic review. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43(5), 606–625. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2013.12.004>

Miloro M, Ghali G, Larsen P, Waite P. Principios de Cirurgia Bucomaxilofacial de Peterson. Volume 1. Cirurgia Pré-protética e Reconstructiva. 1ªEdição. Santos Editora, editor. São paulo: Santos Editora Com.Imp.Ltda.; 2008.

Nowzari, H., & Aalam, A.-A. (2007). Mandibular cortical bone graft part 2: Surgical technique, applications, and morbidity. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J.: 1995)*, 28(5), 274–280; quiz 281–282.

Nyström, E., Lundgren, S., Gunne, J., & Nilson, H. (1997). Interpositional bone grafting and Le Fort I osteotomy for reconstruction of the atrophic edentulous maxilla. A two-stage technique. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 26(6), 423–427. [https://doi.org/10.1016/s0901-5027\(97\)80006-9](https://doi.org/10.1016/s0901-5027(97)80006-9)

Okoński, P., Mierzwińska-Nastalska, E., & Janicka-Kostrzewa, J. (2011). Implant supported dentures: An estimation of chewing efficiency. *Gerodontology*, 28(1), 58–61. <https://doi.org/10.1111/j.1741-2358.2009.00303.x>

Oryan, A., Alidadi, S., Moshiri, A., & Maffulli, N. (2014). Bone regenerative medicine: Classic options, novel strategies, and future directions. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 9, 18. <https://doi.org/10.1186/1749-799X-9-18>

Papapanou, P. N., & Tonetti, M. S. (2000). Diagnosis and epidemiology of periodontal osseous lesions: Diagnosis and epidemiology of periodontal osseous lesions. *Periodontology 2000*, 22(1), 8–21. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0757.2000.2220102.x>

Parnia, F., Yazdani, J., & Maleki Dizaj, S. (2018). Applications of Mesenchymal

Stem Cells in Sinus Lift Augmentation as a Dental Implant Technology. *Stem Cells International*, 2018, 3080139. <https://doi.org/10.1155/2018/3080139>

Pereira, E., Messias, A., Dias, R., Judas, F., Salvoni, A., & Guerra, F. (2015). Horizontal Resorption of Fresh-Frozen Corticocancellous Bone Blocks in the Reconstruction of the Atrophic Maxilla at 5 Months. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 17 Suppl 2(Suppl 2), e444-458. <https://doi.org/10.1111/cid.12268>

Pi Urgell, J., Revilla Gutiérrez, V., & Gay Escoda, C. G. (2008). Rehabilitation of atrophic maxilla: A review of 101 zygomatic implants. *Medicina Oral, Patologia Oral Y Cirugia Bucal*, 13(6), E363-370.

Pinto, J. G. S., Ciprandi, M., Aguiar, R., Lima, P. V. P., Hernández, P. a. G., & Júnior, A. N. S. (2010). *Enxerto autógeno x biomateriais no tratamento de fraturas e deformidades faciais – uma revisão de conceitos atuais*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Enxerto-aut%C3%B3geno-x-biomateriais-no-tratamento-de-e-Pinto-Ciprandi/1ef29eec9e17c277b394c675922a8775d037d981>

Rapone, B., Inchingolo, A. D., Trasarti, S., Ferrara, E., Qorri, E., Mancini, A., Montemurro, N., Scarano, A., Inchingolo, A. M., Dipalma, G., & Inchingolo, F. (2022). Long-Term Outcomes of Implants Placed in Maxillary Sinus Floor Augmentation with Porous Fluorohydroxyapatite (Algipore® FRIOS®) in Comparison with Anorganic Bovine Bone (Bio-Oss®) and Platelet Rich Plasma (PRP): A Retrospective Study. *Journal of Clinical Medicine*, 11(9), 2491. <https://doi.org/10.3390/jcm11092491>

Reich, K. M., Huber, C. D., Lippnig, W. R., Ulm, C., Watzek, G., & Tangl, S. (2011). Atrophy of the residual alveolar ridge following tooth loss in an historical population. *Oral Diseases*, 17(1), 33–44. <https://doi.org/10.1111/j.1601-0825.2010.01699.x>

Rossi, A. C., Freire, A. R., Perussi, M. R., Caria, P. H. F., & Prado, F. B. (2012). Use of Homologous Bone Grafts in Maxillary Sinus Lifting. *International Journal of Odontostomatology*, 6(1), 19–26. <https://doi.org/10.4067/S0718-381X2012000100003>

Shapurian, T., Damoulis, P. D., Reiser, G. M., Griffin, T. J., & Rand, W. M. (2006). Quantitative evaluation of bone density using the Hounsfield index. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 21(2), 290–297.

Silva, A. C. da, França, G. N. M. de, Adeodato, T. C., & Moraes, J. C. C. (2023). Fatores que afetam a osseointegração: Uma revisão integrativa. *Brazilian Journal of Health Review*, 6(4), 18412–18423. <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n4-340>

Spencer, K. (2018). Implant based rehabilitation options for the atrophic edentulous jaw. *Australian Dental Journal*, 63(S1), S100–S107. <https://doi.org/10.1111/adj.12595>

Testori, T., Weinstein, T., Taschieri, S., & Wallace, S. S. (2019). Risk factors in lateral window sinus elevation surgery. *Periodontology 2000*, 81(1), 91–123. <https://doi.org/10.1111/prd.12286>

Tinti, C., & Parma-Benfenati, S. (1998). Vertical ridge augmentation: Surgical protocol and retrospective evaluation of 48 consecutively inserted implants. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 18(5), 434–443.

Todisco, M., & Trisi, P. (2005). Bone mineral density and bone histomorphometry are statistically related. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 20(6), 898–904.

Turkyilmaz, I., Tözüm, T. F., & Tumer, C. (2007). Bone density assessments of oral implant sites using computerized tomography. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34(4), 267–272. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2006.01689.x>

von Arx, T., Hardt, N., & Wallkamm, B. (1996). The TIME technique: A new method for localized alveolar ridge augmentation prior to placement of dental implants. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 11(3), 387–394.

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>.

Yazdi, F. K., Mostaghni, E., Moghadam, S. A., Faghihi, S., Monabati, A., & Amid, R. (2013). A comparison of the healing capabilities of various grafting materials in critical-size defects in guinea pig calvaria. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 28(5), 1370–1376. <https://doi.org/10.11607/jomi.2906>.