

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

REABILITAÇÃO DA MAXILA ATRÓFICA POSTERIOR: IMPLANTES CURTOS VERSUS ELEVAÇÃO DO SEIO MAXILAR E IMPLANTES DE COMPRIMENTO STANDARD

Trabalho submetido por
Beatriz Isabel Pulguinhas Gouveia
para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

julho de 2026

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

REABILITAÇÃO DA MAXILA ATRÓFICA POSTERIOR: IMPLANTES CURTOS VERSUS ELEVAÇÃO DO SEIO MAXILAR E IMPLANTES DE COMPRIMENTO STANDARD

Trabalho submetido por
Beatriz Isabel Pulguinhas Gouveia
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor João Gaspar

e coorientado por
Mestre Leonel Lima

julho de 2026

Agradecimentos

Ao meu orientador Prof. Doutor João Gaspar, pela partilha de conhecimento, disponibilidade e apoio, fundamentais para a concretização deste trabalho.

Ao meu coorientador Mestre Leonel Lima, pela colaboração, incentivo e pelo valioso contributo prestado.

À Egas Moniz School of Health and Science e a todos os docentes que fizeram parte destes cinco anos de formação, pelos conhecimentos transmitidos, pela dedicação e pelo papel fundamental no meu percurso académico e profissional.

À minha família pelo amor e por me incentivarem a concretizar os meus objetivos. Em especial aos meus pais por serem o meu porto seguro e exemplo de resiliência que me inspira diariamente. Sou grata pela confiança que sempre depositaram nas minhas capacidades e por todas as oportunidades que me proporcionaram.

Aos meus avós pelos ensinamentos e valores que me transmitiram ao longo da vida, muito do que sou devo a vós.

Ao Diogo, que caminhou ao meu lado ao longo destes cinco anos, pelo apoio incondicional e pelas palavras de incentivo. Agradeço o carinho, compreensão e por celebrar comigo cada conquista. A sua presença e companheirismo foram essenciais durante este percurso.

Aos meus amigos, pelos sucessos e dificuldades partilhadas, pela cumplicidade e por todas as memórias que tornaram estes anos tão especiais.

Declaração de Honra

Código | IMP-EM-EI-111_01

Declaro, por minha honra, que o presente trabalho académico é original e foi elaborado por mim próprio(a), não se tendo recorrido a quaisquer outras fontes, para além das indicadas, usadas, adotadas literalmente ou adaptados a partir dos seus originais (em fontes impressas, não impressas ou na internet) e encontram-se adequados, identificados e citados, com observância das convenções do trabalho académico em vigor.

Mais declaro que este Trabalho de Projeto Final Reabilitação da maxila atrófica posterior: Implantes curtos versus elevação do seio maxilar e implantes de comprimento standard não foi apresentado, para efeitos de avaliação, a qualquer outra entidade ou instituição, para além da(s) diretamente envolvida(s) na sua elaboração, e que os conteúdos das versões impressa e eletrónica são inteiramente coincidentes.

Declaro, igualmente, encontrar-me ciente de que a inclusão, neste texto, de qualquer falsa declaração terá consequências legais.

Data: 18/06/2026

Declaração Conflito de Interesses (DCI)

Código | IMP-EM-EI-110_01

Eu Beatriz Isabel Pulguinhas Gouveia, referente a Trabalho de Projeto Final Reabilitação da maxila atrófica posterior: Implantes curtos versus elevação do seio maxilar e implantes de comprimento standard, declaro que não possuo conflitos de interesses de ordem pessoal, comercial, académica, político ou financeiro.

Data: 18/06/2026

Declaração de Financiamento

Código | IMP-EM-EI-113_01

Eu Beatriz Isabel Pulguinhas Gouveia, referente a Trabalho de Projeto Final Reabilitação da maxila atrófica posterior: Implantes curtos versus elevação do seio maxilar e implantes de comprimento standard, declaro que o meu trabalho não se encontra financiado.

Declaração de Ética e Registo

Código | IMP-EM-EI-112_01

Eu Beatriz Isabel Pulguinhas Gouveia, referente a Trabalho de Projeto final Reabilitação da maxila atrófica posterior: Implantes curtos versus elevação do seio maxilar e implantes de comprimento standard declaro que o meu trabalho não necessita de aprovação da Comissão de ética sob o número ou identificação de registo: PT-434/25

Data: 18/06/2026

Declaração de Disponibilidade de Dados

Código | IMP-EM-EI-150

A presente Declaração de Disponibilidade de Dados reflete o compromisso do Instituto Universitário Egas Moniz em promover a transparência, a reprodutibilidade científica e o acesso aberto aos dados gerados no âmbito dos projetos a decorrer nesta IES, em conformidade com os princípios éticos e legais aplicáveis e com os princípios FAIR. Esta declaração estabelece as condições e as diretrizes para o acesso, o compartilhamento e a reutilização dos dados, garantindo que sejam utilizados de forma responsável e em benefício da comunidade científica e da sociedade.

A seguinte tabela apresenta diferentes opções de partilha de dados, incluindo exemplos de formatos e níveis de acessibilidade. Deverá selecionar a(s) opção(ões) que melhor se adequa(m) ao seu projeto, assegurando o cumprimento das diretrizes éticas e científicas aplicáveis.

Tabela 1: Exemplos de declarações de disponibilidade de dados. Onde aparece [nome do repositório, por exemplo, "pure"] deve ser preenchido

Disponibilidade de dados	Modelo de declaração de disponibilidade de dados	Política de partilha	Assinale com "X"
Dados disponíveis num repositório público que emite conjuntos de dados com DOIs	Os dados que apoiam as conclusões deste estudo estão disponíveis em [nome do repositório, por exemplo, "pure"] em http://doi.org/[doi] , número de referência [número de referência].	Partilha geral sem pedido	
Dados abertamente disponíveis num repositório público que não emite DOIs	Os dados que apoiam as conclusões deste estudo estão disponíveis em [nome do repositório] em [URL], número de referência [número de referência].	Partilha geral sem pedido	
Dados derivados de recursos do domínio público	Os dados que apoiam as conclusões deste estudo estão disponíveis em PubMed, Google Scholar, Scopus e Cochrane Library. Estes dados foram obtidos a partir dos seguintes recursos disponíveis no domínio público: PubMed (https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov), Google Scholar (https://scholar.google.com), Scopus (https://www.scopus.com)	Partilha geral sem pedido	X

Disponibilidade de dados	Modelo de declaração de disponibilidade de dados	Política de partilha	Assinale com "x"
	e Cochrane Library (https://www.cochranelibrary.com)		
Dados disponíveis no artigo ou nos seus materiais suplementares	Os autores confirmam que os dados que suportam as conclusões deste estudo estão disponíveis no artigo [e/ou] nos seus materiais suplementares.	Básico, partilhar a pedido	
Dados gerados numa instalação central de grande escala, disponíveis mediante pedido	Os dados em bruto foram gerados em [nome da instalação]. Os dados derivados que suportam as conclusões deste estudo estão disponíveis junto do autor correspondente [iniciais], mediante pedido.	Básico, partilhar a pedido	
Embargo dos dados devido a restrições comerciais	Os dados que suportam os resultados estarão disponíveis em [nome do repositório] em [URL / ligação DOI] após um embargo de [6 meses] a partir da data de publicação para permitir a comercialização dos resultados da investigação.	Básico, Partilhar a pedido	
Dados disponíveis a pedido devido a restrições de privacidade/éticas	Os dados que sustentam as conclusões deste estudo estão disponíveis mediante pedido ao autor correspondente, [iniciais]. Os dados não estão disponíveis ao público devido a [restrições, por exemplo, o facto de conterem informações que podem comprometer a privacidade dos participantes na investigação].	Básico, Partilhar a pedido	
Dados sujeitos a restrições de terceiros	Os dados que suportam as conclusões deste estudo estão disponíveis [junto de] [terceiros]. Aplicam-se restrições à disponibilidade destes dados, que foram utilizados sob licença para este estudo. Os dados estão disponíveis [através dos autores /	Básico, Partilhar a pedido	

Declaração de Disponibilidade de Dados

Código | IMP-EM-EI-150

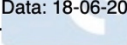
Disponibilidade de dados	Modelo de declaração de disponibilidade de dados	Política de partilha	Assinale com "x"
Dados disponíveis a pedido dos autores	Os dados que suportam as conclusões deste estudo estão disponíveis junto do autor correspondente, [iniciais do autor], mediante pedido razoável.	Básico, Partilhar a pedido	
Partilha de dados não aplicável - não foram gerados novos dados	A partilha de dados não é aplicável a este artigo, uma vez que não foram criados ou analisados novos dados neste estudo.	-	
Dados não digitais disponíveis	Os dados não digitais que suportam este estudo são conservados em [adicionar local].	Básicos	
Dados não disponíveis devido a restrições [éticas/legais/comerciais]	Devido à natureza da investigação, os dados de apoio [éticos/legais/comerciais] não estão disponíveis.	-	
Dados não disponíveis - consentimento do participante	Os participantes neste estudo não deram consentimento escrito para que os seus dados fossem partilhados publicamente, pelo que, devido à natureza sensível da investigação, os dados de apoio não estão disponíveis.	-	

O Orientando:  Data: 18/06/2026

Assinado por: João Rui Carvalho Gaspar

Num. de Identificação: BI13584226

Data: 18-06-2026 10:33:08 +01:00

O Orientador:  Data: 18/06/2026



Assinado por: Leonel Augusto Ferreira de Lima

Num. de Identificação: 14998265

Data: 2026.06.18 09:51:37 +0100

O Coorientador (se aplicável):  Data: 18/06/2026

RESUMO

A substituição de dentes perdidos é determinada por questões funcionais, estéticas, psicológicas e pelo impacto social associado ao edentulismo (Omar et al., 2003).

Nas últimas décadas, a colocação de implantes tornou-se uma metodologia de tratamento amplamente difundida e previsível para regiões parcialmente edêntulas ou em casos de reabilitação total dos maxilares. No entanto, em alguns casos, a ausência prolongada de dentes resulta numa extensa reabsorção da crista alveolar (Couso-Queiruga et al., 2021).

No caso da maxila posterior, estas alterações dimensionais podem levar os clínicos a equacionar recorrer a técnicas mais complexas e demoradas, como a elevação do seio maxilar (Boyne & James, 1980; Cucchi & Ghensi, 2014).

Contudo, apesar da previsibilidade destas técnicas, elas estão frequentemente associadas a algumas desvantagens, como aumento de custos, alta morbilidade, assim como complicações intra e pós-operatórias (Fontana et al., 2011). Em alternativa à elevação do seio maxilar para a colocação de implantes de comprimento *standard*, existe a possibilidade, em casos que apresentem suficiente altura óssea, de proceder à colocação de implantes curtos ou extra-curtos, que consistem numa alternativa menos invasiva (Anitua et al., 2025; Slotte et al., 2015).

Palavras-chave: Elevação do Seio Maxilar; Implantes Curtos; Cirurgia; Taxa de sobrevivência

ABSTRACT

The replacement of missing teeth is determined by functional, aesthetic, psychological considerations, as well as by the social impact associated with edentulism (Omar et al., 2003).

In recent decades, implant placement has become a widely used and predictable treatment method for partially edentulous regions, as well as for full-arch rehabilitation. However, in some cases, prolonged tooth loss results in extensive resorption of the alveolar ridge (Couso-Queiruga et al., 2021).

In the the posterior maxilla, these dimensional changes may lead clinicians to resort to more complex and time-consuming techniques, such as maxillary sinus floor elevation (Boyne & James, 1980; Cucchi & Ghensi, 2014).

However, despite the predictability of these techniques, they are often associated with certain drawbacks, such as increased costs, high morbidity, as well as intra and post-operative complications (Fontana et al., 2011). As an alternative to sinus floor elevation and placement of standard-length implants, it is possible, in cases with sufficient bone height, to place short or extra-short implants, which represent a less invasive alternative (Anitua et al., 2025; Slotte et al., 2015).

Keywords: Sinus Floor Elevation; Short Implants; Surgery; Survival Rate

Índice

1. Introdução	13
2. Desenvolvimento	15
2.1. Anatomia	15
2.1.1. Anatomia da maxila.....	15
2.1.2. Densidade óssea	16
2.1.3. Anatomia do Seio Maxilar	17
2.1.4. Vascularização e inervação do seio maxilar.....	19
2.1.5. Membrana de Schneider.....	21
2.1.6. Atrofia Maxilar	22
2.1.7. Etiologia da maxila atrófica	23
2.2. Implante dentário.....	23
2.2.1. Definição e classificação.....	23
2.2.2. Taxa de sucesso e Taxa de sobrevivência	25
2.2.3. Fatores que influenciam o sucesso dos implantes	25
2.2.4. Osteointegração	27
2.2.5. Estabilidade primária e secundária	28
2.2.6. Protocolo cirúrgico e carga dos implantes.....	29
2.3. Opções para reabilitação da maxila atrófica: Elevação do seio maxilar e implantes de comprimento <i>standard</i>	30
2.3.1. Elevação do seio maxilar	30
2.3.2. Materiais de enxerto	32
2.3.3. Elevação do pavimento do seio maxilar: Técnica da Janela Lateral..	33
2.3.4. Elevação do pavimento do seio maxilar: Técnica Transcrestal (Summers).....	37
2.3.4.1. Osseodensificação.....	39
2.3.5. Contraindicações e complicações associadas à elevação do seio maxilar.....	40
2.3.5.1. Perfuração da membrana de Schneider.....	43

2.4. Opções para reabilitação da maxila atrófica: Implantes Curtos.....	47
2.4.1. Diâmetro e comprimento.....	49
2.4.2. Relação coroa-implante e estabilidade	49
2.5. Implantes Curtos Versus Elevação do seio maxilar e implantes de comprimento <i>Standard</i>	50
3. Conclusão	57
4. Bibliografia.....	59

Lista de Figuras

Figura 1: Osso maxilar (Imagem gerada com recurso a ChatGPT).....	15
Figura 2: Classificação do tipo de osso segundo Lekholm e Zarb (1985) (Imagem gerada com recurso a ChatGPT)	16
Figura 3: Septo do seio maxilar (Cortesia do Mestre Leonel Lima)	19
Figura 4: Corte sagital do seio maxilar (Imagem gerada com recurso a BioRender)	20
Figura 5: Implantes curtos e Implantes de Comprimento Standard (Imagem gerada com recurso a ChatGPT)	24
Figura 6: Janela lateral óssea com preservação da integridade da membrana de Schneider (Cortesia do Prof. Doutor João Gaspar).....	34
Figura 7: Elevação do seio maxilar através da janela lateral (Bathla et al., 2018)	34
Figura 8: Elevação do seio maxilar com simultânea colocação de implantes (Cortesia do Prof. Doutor João Gaspar).....	36
Figura 9: Elevação do pavimento do seio maxilar com osteótomos (Summers, 1998)	38
Figura 10: Migração de um implante para o seio maxilar (Cortesia do Prof. Doutor João Gaspar).....	42
Figura 11: Perfuração da membrana de Schneider (Cortesia do Prof. Doutor João Gaspar).....	44

Lista de Tabelas

Tabela 1: Resolução de perfurações da membrana conforme a extensão da perfuração (Testori et al., 2008). 46

Tabela 2: Abordagens para a reabilitação com implantes de locais com altura óssea disponível reduzida..... 51

Tabela 3: Tabela comparativa entre implantes curtos e elevação do seio maxilar em conjunto com implantes de comprimento standard 55

Lista de Abreviaturas

CBCT - Tomografia computadorizada de feixe cónico (Cone Beam Computed Tomography)

1. Introdução

A reabilitação da maxila após longos períodos de perda dentária constitui, frequentemente, um desafio na implantologia. A reabsorção óssea e a pneumatização do seio maxilar conduzem a uma altura óssea insuficiente para a reabilitação com implantes (Alenezi et al., 2025). A margem mais inferior do seio maxilar encontra-se habitualmente próxima da região do primeiro molar, dificultando a reabilitação do setor posterior da maxila (Tian et al., 2016). De modo a restabelecer a função, estética e estabilidade funcional, foram introduzidas novas técnicas para colocação de implantes dentários (Buser et al., 2017).

Quando a altura óssea é insuficiente para a colocação de implantes de comprimento *standard* (8–15 mm) (Thoma et al., 2018), é possível recorrer a procedimentos cirúrgicos reconstrutivos mais complexos antes da colocação do implante, como a elevação do pavimento do seio maxilar. Estes procedimentos tornam o tratamento mais longo e dispendioso, além de aumentarem o risco de complicações no pós-operatório para o paciente (Fontana et al., 2011).

Em alternativa a este procedimento, surgiu a adaptação do comprimento do implante à anatomia existente, através da utilização de implantes mais curtos, constituindo um procedimento alternativo fiável, reduzindo o número e a complexidade dos procedimentos cirúrgicos, o tempo de tratamento e a morbilidade (Guljé et al., 2024).

Quando a altura óssea é inferior a 5 mm, é necessário realizar elevação do pavimento sinusal, uma vez que os implantes curtos apresentam valores entre 5mm (considerados implantes ultra curtos) ou 8mm (Stacchi et al., 2020), contudo, quando a altura disponível se encontra entre estes valores (5-8mm) é necessário tomar uma decisão baseada na evidência, comparando as abordagens aos dias de hoje (Stacchi et al., 2020).

Esta monografia tem como objetivo a elaboração de uma revisão da literatura sobre as estratégias mais utilizadas atualmente para a reabilitação da maxila posterior com altura óssea reduzida, comparando as técnicas de

elevação do seio maxilar associadas à colocação de implantes de comprimento *standard* com a utilização de implantes curtos. Para tal, serão analisadas as indicações clínicas, contraindicações, vantagens, limitações, taxas de sucesso e principais complicações descritas para cada abordagem, procurando identificar os fatores que influenciam a sua seleção e contribuir para uma tomada de decisão clínica baseada na evidência científica disponível. A metodologia de pesquisa foi efetuada com recurso a bases de dados como Pubmed, Cochrane Library e Scopus.

Esta monografia oferece contributos não apenas para a comunidade científica e para a prática em implantologia oral (ODS 10) mas também para a sociedade em geral, promovendo a clareza dos médicos dentistas sobre os temas abordados e, conseqüentemente, a correta explicação e compreensão dos doentes sobre os seus próprios tratamentos, promovendo decisões informadas e participativas (ODS 3) com base em dados científicos atuais (ODS 4).

2. Desenvolvimento

2.1. Anatomia

2.1.1. Anatomia da maxila

A maxila é um osso par, situado por baixo das cavidades orbitárias, por fora das fossas nasais e por cima da cavidade oral (Martins dos Santos et al., 2011). A maxila é constituída por quatro processos: processo alveolar, correspondente à parte inferior do osso; processo frontal, que se estende superiormente; processo zigomático e processo palatino, que forma o palato duro (Cawood & Howell, 1988). O processo alveolar apresenta uma grande variação de forma, largura e profundidade, o que influencia a complexidade técnica e o risco de complicações nos procedimentos de elevação do seio maxilar (Whyte & Boeddinghaus, 2019).

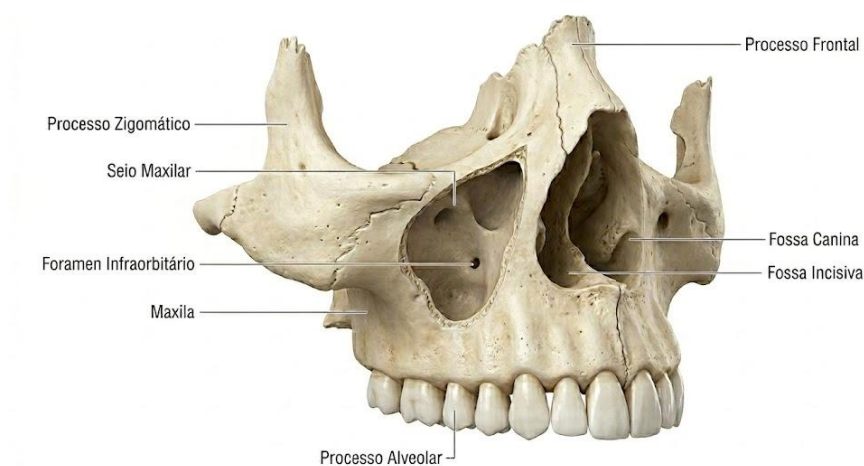


Figura 1: Osso maxilar (Imagem gerada com recurso a ChatGPT)

A maxila apresenta predominantemente osso trabecular com cortical fina, caracterizando-se frequentemente por menor densidade óssea quando comparada com a mandíbula (Buser et al., 2017; Ribeiro-Rotta et al., 2014).

2.1.2. Densidade óssea

A qualidade do tecido ósseo assume um papel determinante na previsibilidade e no sucesso clínico da reabilitação com implantes. O prognóstico do tratamento é multifatorial, sendo influenciado de forma concomitante pela técnica cirúrgica, pelo desenho macroestrutural do implante e pelas características biológicas intrínsecas do osso hospedeiro (Ribeiro-Rotta et al., 2014).

A avaliação da altura, largura e qualidade óssea do processo alveolar é feita preferencialmente por tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT) (H. Chan et al., 2014; Tozoğlu & Çakur, 2014). A qualidade óssea tem sido descrita através da classificação em quatro tipos, tomando por base a densidade óssea e a quantidade de osso cortical e trabecular disponível. A classificação introduzida por Lekholm e Zarb (1985), representada na Figura 1, define que o osso tipo I é constituído por uma larga cortical óssea ao redor do osso trabecular, com maior densidade, enquanto o osso tipo IV é descrito por uma fina cortical óssea rodeando o osso trabecular, com menor densidade (Lekholm, 1985; Tozoğlu & Çakur, 2014).

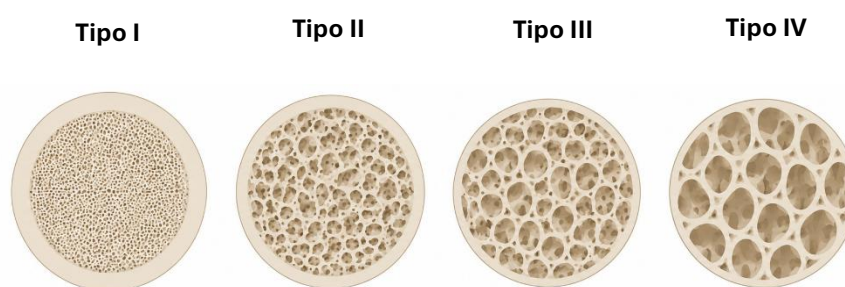


Figura 2: Classificação do tipo de osso segundo Lekholm e Zarb (1985) (Imagem gerada com recurso a ChatGPT)

O osso maxilar apresenta geralmente uma qualidade tipo III ou tipo IV segundo esta classificação, com, na melhor das hipóteses, uma fina camada de osso cortical duro. Na maxila posterior, a camada cortical está frequentemente ausente, sendo que até 90% da área da tuberosidade é constituída por osso tipo IV. É comum encontrar cavidades e variabilidade na densidade e

microarquitetura trabecular entre regiões maxilares e até dentro da mesma região anatômica, sendo que a qualidade do osso maxilar pode variar consideravelmente num único local (Lekholm, 1985; Summers, 1994).

Na região da maxila, o osso trabecular (esponjoso) localiza-se superiormente ao osso alveolar, onde se encontram os dentes, enquanto o bordo que constitui o pavimento do seio maxilar é predominantemente formado por osso cortical. O reconhecimento das características ósseas desta região anatômica apresenta grande relevância nos procedimentos de elevação do seio maxilar, uma vez que esta estrutura representa a primeira barreira encontrada pelo cirurgião durante a elevação da membrana de Schneider (Ribeiro-Rotta et al., 2014).

2.1.3. Anatomia do Seio Maxilar

O seio maxilar constitui o maior dos seios paranasais e é também o primeiro a iniciar o seu desenvolvimento. O seu crescimento vertical ocorre até aproximadamente aos 18 anos de idade. Após o nascimento, acompanha o desenvolvimento da maxila, atingindo a maturidade apenas após a erupção completa da dentição permanente. Variações anatômicas relacionadas com o tamanho e a forma dos seios maxilares são frequentes, sendo a assimetria uma característica comum (Whyte & Boeddinghaus, 2019).

O seio maxilar, contido no corpo da maxila, tem forma aproximadamente piramidal, com a base voltada para a cavidade nasal e o ápice direcionado para o osso zigomático. Apresenta quatro processos: alveolar (inferior), zigomático (lateral), palatino (entre o pavimento nasal e o teto da cavidade oral) e infraorbitário (superior). Anatomicamente, é delimitado por seis paredes: superior, anterior, posterior, medial, lateral e inferior (Whyte & Boeddinghaus, 2019).

A parede superior do seio, caracterizada por uma camada fina, faz parte do pavimento orbital, contém a artéria e o nervo infraorbitário. A parede anterior, côncava, apresenta o forâmen infraorbitário e a eminência canina. A parede posterior relaciona-se com a fossa pterigopalatina e com ramos nervosos e arteriais. A parede medial forma a parede lateral da cavidade nasal e, na sua porção mais superior, perto do nível do pavimento da órbita, contém o óstio do seio maxilar, localizado superiormente, que se abre para a metade posterior do infundíbulo etmoidal, não diretamente para a cavidade nasal. A parede lateral, voltada para a fossa infratemporal, é contínua na parte inferior à face vestibular da crista alveolar e contém o canal alveolar superior posterior, cuja identificação é essencial em cirurgias de elevação do seio. A parede inferior, ou pavimento do seio, está em íntima relação com o processo alveolar e com as raízes dos dentes posteriores maxilares, sendo que esta relação tem uma grande variabilidade. As margens anterior e posterior estão geralmente localizadas nas regiões do primeiro pré-molar e do segundo molar, e a margem mais inferior encontra-se normalmente próxima da região do primeiro molar, como referido anteriormente (Tian et al., 2016).

No seio maxilar, é frequente encontrar acidentes anatômicos, designados septos de Underwood, que são finas lâminas de osso cortical com origem geralmente no pavimento sinusal. Os septos do seio maxilar, representados na Figura 3, podem ter origem durante o desenvolvimento maxilar e dentário, sendo denominados septos primários, ou podem ser estruturas adquiridas resultantes da pneumatização do seio maxilar após a perda dentária - caso em que são designados septos secundários, que surgem devido à atividade dos osteoclastos na membrana de Schneider, causando reabsorção do processo alveolar (Cavalcanti et al., 2018; Maestre-Ferrin et al., 2010).

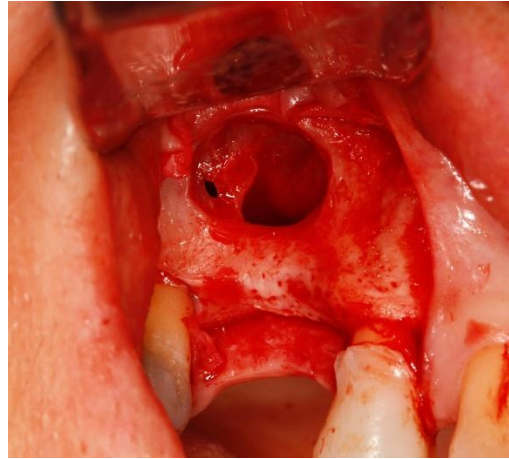


Figura 3: Septo do seio maxilar (Cortesia do Mestre Leonel Lima)

A elevação do seio maxilar pode ser frequentemente dificultada pela presença de septos sinusais. Quando existe uma divisão completa do seio provocada por um septo, pode ser necessária a criação de mais do que uma janela lateral durante o acesso ao seio, de forma a contornar essas estruturas anatômicas (Bathla et al., 2018).

A extensão ântero-posterior do seio, a localização e a morfologia dos septos, a largura e a forma do processo alveolar são características relevantes na avaliação de pacientes para extração de dentes posteriores, aumento do seio maxilar e possível colocação de implantes dentários (Whyte & Boeddinghaus, 2019).

2.1.4. Vascularização e inervação do seio maxilar

O seio maxilar, o processo alveolar e a dentição partilham a mesma inervação e suprimento vascular. A irrigação provém de três artérias principais: a artéria infraorbitária, a artéria nasal lateral posterior e a artéria alveolar superior posterior, todas ramos da artéria maxilar (Testori et al., 2019; Whyte & Boeddinghaus, 2019).

Na parede lateral da maxila, existe um canal horizontal que corresponde ao local de anastomose entre os ramos da artéria alveolar superior posterior e da artéria infraorbitária. Esta estrutura anatômica, designada artéria alveolar antral,

apresenta como principal função a irrigação da membrana de Schneider, do tecido periosteal e da parede ântero-lateral do seio maxilar (Rahpeyma & Khajehahmadi, 2014).

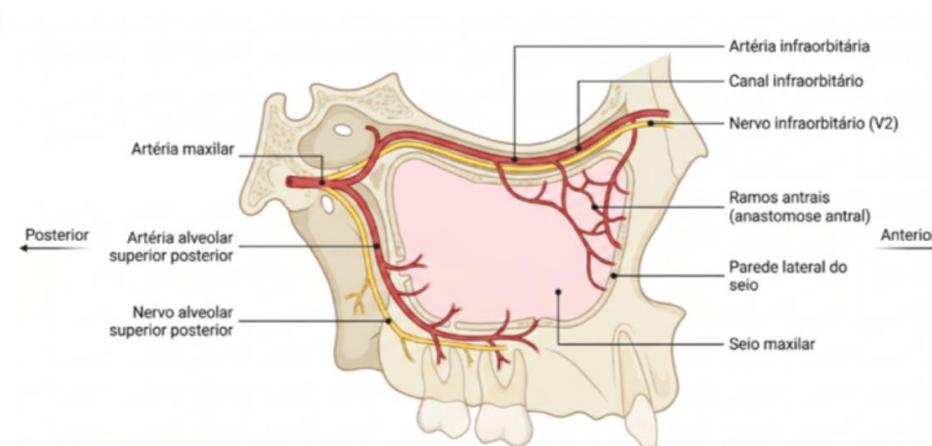


Figura 4: Corte sagital do seio maxilar (Imagem gerada com recurso a BioRender)

Quanto à sua localização anatômica, a artéria alveolar antral pode apresentar-se de forma intraóssea (localização predominante), submucosa (situada profundamente à membrana de Schneider) ou, ocasionalmente, subperiosteal (Rosano et al., 2011).

As artérias mencionadas devem ser identificadas em exames CBCT antes de procedimentos cirúrgicos, especialmente na abordagem lateral para elevação do seio maxilar, de modo a evitar complicações (Whyte & Boeddinghaus, 2019). A lesão destas estruturas pode causar hemorragia, má visibilidade cirúrgica, perfuração da membrana de Schneider, falha do enxerto e sinusite secundária (Chan & Wang, 2011; Rosano et al., 2011). Contudo, vasos de menor calibre que não se detetem através de exames tridimensionais, serão considerados sem relevância ou risco clínico (Whyte & Boeddinghaus, 2019).

A inervação do seio maxilar é fornecida pela divisão maxilar do nervo trigémio, salientando o plexo dentário superior formado pela junção dos nervos alveolares superiores. Este plexo inerva os dentes, gengivas e a membrana de Schneider e não é visível radiologicamente (Whyte & Boeddinghaus, 2019).

A drenagem linfática ocorre através do foramen infraorbitário e do óstio, o epitélio ciliado transporta o muco para o óstio, na parte superior do seio. O facto do óstio se posicionar numa posição elevada na parede medial reduz a

probabilidade do seu bloqueio durante procedimentos cirúrgicos (Van Den Bergh et al., 2000).

2.1.5. Membrana de Schneider

A membrana de Schneider é a camada de mucoperiósteo que reveste o seio maxilar (Danesh-Sani et al., 2016).

Radiologicamente, a mucosa normal do seio maxilar apresenta-se como uma fina camada periférica de tecido mole, lisa e contínua, revestindo internamente as paredes do seio (Danesh-Sani et al., 2016). As medições realizadas com tecnologias de imagem tridimensional tendem a sobrestimar a espessura da membrana, quando comparadas com a análise histológica (Monje et al., 2016).

A nível clínico, uma membrana saudável deverá apresentar uma coloração cinza escuro azulada (Van Den Bergh et al., 2000).

Histologicamente, é composta, de fora para dentro, por periósteo, lâmina própria altamente vascularizada e por epitélio colunar pseudoestratificado ciliado, com a função de transportar fluidos em direção ao óstio. A membrana possui glândulas seromucosas essenciais para a proteção e defesa do seio maxilar, contribuindo para a manutenção da integridade e função da mucosa sinusal. Para além disso, as células tronco localizadas predominantemente na camada composta por periósteo, possuem potencial osteogénico e desempenham um papel importante na cicatrização de enxertos ósseos utilizados em procedimentos de elevação do seio maxilar para aumento dos segmentos posteriores edêntulos antes da colocação de implantes (Danesh-Sani et al., 2016; Kalyvas et al., 2018; Kim et al., 2009).

Existe discussão na literatura sobre a espessura considerada normal da mucosa sinusal. Foi relatado que a espessura média da membrana é de aproximadamente 1 mm em pacientes saudáveis (Monje et al., 2016), sendo que valores superiores a 2–3 mm são considerados indicativos de espessamento patológico. A mucosa apresenta maior espessura na região anterior do que na posterior (Kalyvas et al., 2018). Se o espessamento ocorrer ao nível da camada

periosteal, isto tornará a membrana mais resistente e menos propensa a perfurações (Testori et al., 2019).

Condições como a periodontite e o tabagismo também podem contribuir para aumentar a espessura da membrana e reduzir a sua capacidade de alongamento (Monje et al., 2016). Foi reportado que a membrana apresenta uma capacidade elástica de até 132% do seu tamanho original numa dimensão e de 125% em duas dimensões (Pommer et al., 2009). O espessamento da mucosa do pavimento sinusal está igualmente associado a patologia dentária ou a intervenções clínicas, sendo que as causas mais frequentes incluem lesões inflamatórias periapicais, periodontite avançada, comunicações ou fístulas oroantrais e procedimentos cirúrgicos que provoquem perfuração e inflamação da membrana sinusal (Whyte & Boeddinghaus, 2019).

O conhecimento da anatomia constitui um requisito fundamental para a compreensão dos princípios envolvidos na realização de incisões apropriadas, assim como no planeamento e execução da técnica de elevação do seio maxilar (Bathla et al., 2018).

2.1.6. Atrofia Maxilar

A altura óssea é definida como a distância entre a crista alveolar e a margem do pavimento cortical do seio maxilar, sendo geralmente menor nas regiões molares e ainda mais reduzida em áreas edêntulas (Alemán et al., 2025).

A qualidade óssea na área da cirurgia para colocação de implantes pode afetar a estabilidade e o sucesso de um implante. Os médicos dentistas enfrentam frequentemente desafios na reabilitação da região posterior da maxila, devido não só à reduzida qualidade óssea, mas também à limitada disponibilidade de volume ósseo nesta área anatómica (Alemán et al., 2025). Os processos de remodelação que se seguem à extração dentária conduzem a uma redução da crista óssea (Thoma et al., 2018) tanto a nível vertical como horizontal (Cawood & Howell, 1988).

Uma dimensão reduzida da crista na região do seio maxilar pode diminuir o potencial regenerativo do pavimento do seio e está associada também a uma distância reduzida entre a artéria alveolar superior posterior e o pavimento/osso alveolar da cavidade sinusal (Khijmatgar et al., 2023).

2.1.7. Etiologia da maxila atrófica

O volume e a dimensão do seio maxilar tendem a aumentar gradualmente com a perda dentária e o envelhecimento, devido à pneumatização do seio e a uma diminuição progressiva da dimensão da crista óssea residual, promovendo a atrofia do processo alveolar da maxila posterior (Khijmatgar et al., 2023).

A pneumatização do seio e a reabsorção do osso alveolar após extração dentária contribuem para a diminuição da altura óssea disponível. Estudos com CBCT indicam que cerca de 30% da perda de altura se deve à pneumatização sinusal e cerca de 70% à remodelação óssea alveolar (Cavalcanti et al., 2018). A perda da altura da crista é mais acentuada na região do primeiro molar e pode ser amplamente evitada por técnicas de preservação alveolar (Cavalcanti et al., 2018).

2.2. Implante dentário

2.2.1. Definição e classificação

Os implantes dentários representam uma solução terapêutica previsível e amplamente aceite para a substituição de dentes perdidos. São dispositivos, geralmente em titânio, colocados cirurgicamente no osso maxilar ou mandibular, com a função de substituir a raiz do dente natural e servir de suporte a uma prótese. A reabilitação de uma arcada dentária é fundamental para restabelecer a função mastigatória, preservar a saúde oral e satisfazer as exigências estéticas do paciente (Silva et al., 2022).

A estabilidade dos implantes dentários depende do processo de osteointegração. O conceito de osteointegração foi descrito por Brånemark na década de 1950, com base em estudos histológicos que demonstraram a capacidade de um biomaterial estabelecer uma ligação direta e estável com o tecido ósseo. Este fenómeno caracteriza-se pela existência de um contacto íntimo entre a superfície do implante e o osso em remodelação, sem a interposição de tecido mole e na ausência de sinais inflamatórios. Como resultado, é possível obter uma transferência direta das cargas funcionais para o osso, proporcionando a estabilidade necessária para suportar reabilitações protéticas fixas (Branemark, 1983).

Em relação ao seu comprimento, os implantes dividem-se em:

- Implantes curtos: Atualmente, não existe consenso na literatura relativamente ao comprimento que define um implante curto. Diferentes autores têm utilizado limiares distintos, embora exista um entendimento geral de que se classificam implantes curtos quando a altura é $< 8\text{mm}$ (Stacchi et al., 2020).
- Implantes de comprimento *standard*: Os implantes com comprimento $\geq 8\text{ mm}$ são classificados como implantes de comprimento *standard*, embora esta classificação dependa da definição adotada para os implantes curtos (Alemán et al., 2025; Thoma et al., 2018).



Figura 5: Implantes curtos e Implantes de Comprimento Standard (Imagem gerada com recurso a ChatGPT)

2.2.2. Taxa de sucesso e Taxa de sobrevivência

Na implantologia, enquanto a sobrevivência apenas sugere que o implante permanece no local, o sucesso requer critérios mais exigentes, como a inexistência de complicações de natureza clínica ou biológica (Albrektsson et al., 1986). A taxa de sobrevivência é definida pela presença do implante no período de exame de acompanhamento, mesmo que o seu estado não seja descrito. Por outro lado, um implante é classificado como bem-sucedido se cumprir com os seguintes critérios: ausência de mobilidade, ausência de dor, ausência de infecção, ausência de radiotransparência peri-implantar e perda óssea marginal inferior a 1,2 mm no primeiro ano após a colocação e a 0,2mm a cada ano seguinte (Albrektsson et al., 1986).

A maxila posterior atrófica é a localização que está associada à taxa mais elevada de falha de implantes a longo prazo, devido ao tipo de osso e cargas oclusais exercidas nesta localização (Mazor et al., 2024).

2.2.3. Fatores que influenciam o sucesso dos implantes

Para a colocação de implantes, recomenda-se que a espessura óssea vestibular e palatina em torno do implante seja de, pelo menos, 1 a 1,5 mm, de modo a assegurar a estabilidade do osso marginal e favorecer o sucesso do tratamento a longo prazo (Stacchi et al., 2020).

O estado de saúde do paciente é outro fator crítico relacionado com as abordagens cirúrgicas. Certas condições médicas, tais como a diabetes não controlada e radioterapia de cabeça e pescoço, podem afetar a osteointegração do implante ao diminuir a resposta imunitária e a vascularização no local da cirurgia, interferindo assim na cicatrização (Alemán et al., 2025).

A experiência clínica do operador constitui um fator relevante para o sucesso dos procedimentos de elevação do seio maxilar e de colocação de implantes dentários. Neste sentido, o recurso a meios complementares de diagnóstico avançados e a guias cirúrgicas pode desempenhar um papel importante para um melhor diagnóstico, planeamento e execução, aumentando

a precisão e previsibilidade dos tratamentos cirúrgicos, independentemente do comprimento dos implantes utilizados (Alemán et al., 2025).

Durante o período de cicatrização (3 a 9 meses), podem ocorrer complicações pós-operatórias como inchaço, fístulas, supuração, deiscência precoce ou tardia da ferida cirúrgica e osteomielite. Estas complicações podem causar a falha do implante, na maioria dos casos devido a infecção. Nos casos em que ocorre deiscência precoce da ferida de implantes submergidos, a sua origem pode estar em suturas com tensão insuficiente, adaptação incorreta do retalho ou uso prematuro de uma prótese que exerça demasiada pressão no local. Casos de infecção pós-operatória tardia dos tecidos moles podem dever-se à retenção de material de sutura ou ao aperto insuficiente da tampa de cicatrização (Esposito et al., 1998).

A realização de radiografias intraorais imediatamente após a colocação do implante e durante as consultas de acompanhamento constitui uma ferramenta fundamental para a monitorização do processo de osteointegração e para a deteção precoce de possíveis falhas implantares. Através da avaliação radiográfica, é possível identificar áreas de radiotransparência ao redor do implante, sugerindo a ausência de contacto direto entre a superfície implantar e o tecido ósseo adjacente. Adicionalmente, podem ser observados sinais de perda óssea marginal, os quais podem indicar comprometimento da estabilidade do implante. Contudo, estes achados radiográficos devem ser complementados com uma avaliação clínica, particularmente no que diz respeito à presença de mobilidade implantar. A deteção de mobilidade constitui um dos indicadores clínicos mais fiáveis de falha da osteointegração, confirmando o insucesso do implante (Esposito et al., 1998).

A radiologia e a sondagem permitem diagnosticar outras condições que podem surgir após a colocação de implantes, nomeadamente a mucosite peri-implantar, que se caracteriza por um processo inflamatório restrito aos tecidos moles peri-implantares, manifestando-se clinicamente por sinais como dor e edema, sem evidência de perda óssea de suporte. Por outro lado, a peri-implantite corresponde a uma infecção dos tecidos peri-implantares, associada a sintomas como dor, supuração ou exsudação, formação de fístulas, desconforto oclusal e perda óssea peri-implantar progressiva. Atualmente, o diagnóstico de

peri-implantite é estabelecido quando se verifica uma profundidade de sondagem ≥ 6 mm, acompanhada de hemorragia à sondagem e/ou supuração, associada a uma perda óssea peri-implantar superior a 3,0 mm. Esta condição requer vigilância clínica e intervenção terapêutica adequadas, de forma a prevenir a progressão da doença e a eventual falha do implante (Bechara et al., 2017).

O biótipo gengival do paciente pode influenciar a sobrevivência e o sucesso do implante. Uma espessura vertical de 3 mm dos tecidos moles está associada à estabilidade do osso crestal em torno dos implantes. Os tecidos moles podem prevenir a recessão gengival e a peri-implantite, protegendo o osso subjacente da infiltração bacteriana (Linkevicius et al., 2009). Foi demonstrada uma relação entre o sucesso do implante e a quantidade de mucosa queratinizada disponível ao seu redor, provavelmente devido ao facto do tecido queratinizado se apresentar mais resistente aos processos inflamatórios destrutivos induzidos pela microbiota oral (Esposito et al., 1998).

2.2.4. Osteointegração

A osteointegração é definida como a ligação estrutural e funcional direta entre o osso vivo e a superfície de um implante submetido a carga funcional, caracterizando-se pela ausência de micromovimentos capazes de comprometer a sua estabilidade. Este processo resulta de uma complexa cascata biológica desencadeada imediatamente após a inserção do implante, envolvendo fenómenos de hemostasia, inflamação, proliferação celular e remodelação óssea. A formação inicial de um coágulo de fibrina desempenha um papel fundamental, constituindo o suporte para o recrutamento celular e para o desenvolvimento dos mecanismos que conduzem à regeneração óssea e à osteointegração (Peev et al., 2024).

O processo de osteointegração está comprometido se a estrutura óssea se apresentar instável, sendo essencial avaliar as condições ósseas e sistémicas de cada paciente previamente à colocação de implantes (Trindade et al., 2016). Estudos evidenciaram taxas de sucesso mais baixas em implantes com

superfície maquinada, inseridos em áreas caracterizadas por osso de baixa qualidade, o que reforça a importância do tratamento de superfície e das condições ósseas locais no prognóstico implantar (Dias et al., 2019).

As paredes ósseas do seio maxilar, bem como a membrana de Schneider, são ricas em células osteoprogenitoras e têm uma influência significativa na formação de osso novo. A avaliação histológica confirmou uma relação inversa, ou seja, a formação óssea diminui à medida que a distância em relação à parede do seio aumenta. A formação óssea na cavidade sinusal começa nas paredes do seio, aproximando-se gradualmente do ápice dos implantes (Khijmatgar et al., 2023).

Na presença de micromovimentos devido a reduzida estabilidade primária, uma cápsula de tecido fibroso pode formar-se em redor do implante, originando a falha do processo de osteointegração (Szmukler-Moncler et al., 1998), após distinguir a mobilidade entre um pilar desaparafusado e a mobilidade inerente ao implante, deve-se suspeitar que este se encontra rodeado por uma cápsula de tecido fibroso em vez de osteointegrado (Esposito et al., 1998).

Adicionalmente, sugere-se que a presença de um som abafado à percussão do implante com um instrumento metálico pode estar associada à encapsulação por tecido mole, enquanto um som mais claro e ressonante pode indicar uma osteointegração bem-sucedida. Embora seja um teste subjetivo, pode fornecer indicações úteis ao operador (Esposito et al., 1998).

2.2.5. Estabilidade primária e secundária

O desenvolvimento da estabilidade do implante ocorre através de uma estabilidade mecânica inicial, estabilidade primária, devido ao contacto entre a superfície do implante e as paredes da osteotomia preparada (Berglundh et al., 2003; Lekholm, 1985). Segue-se então uma série de processos de cicatrização, incluindo necrose e subsequente reabsorção do osso traumatizado em torno do corpo do implante, formando osso novo e obtendo estabilidade biológica (estabilidade secundária), permitindo a carga protética. A estabilidade secundária está dependente da estabilidade primária, remodelação óssea e

características da estrutura do implante selecionado (Berglundh et al., 2003; Lekholm, 1985).

A densidade óssea alveolar e a espessura do osso cortical estão significativamente associadas à estabilidade primária do implante (Gaspar et al., 2025). A estabilidade primária desempenha um papel fundamental no desenvolvimento da estabilidade secundária após a colocação de implantes dentários. Durante as primeiras semanas de cicatrização, verifica-se uma diminuição gradual da estabilidade mecânica inicial, particularmente entre a segunda e a terceira semana pós-operatória, devido aos processos de remodelação óssea que ocorrem na interface osso-implante. Posteriormente, a formação de novo tecido ósseo promove um aumento progressivo da estabilidade secundária, tornando-se este fenómeno mais evidente a partir da quinta semana após a cirurgia (Raghavendra et al., 2005).

Há uma forte correlação entre os valores de torque de inserção e obtenção de estabilidade primária. Uma técnica utilizada para obtenção de maior estabilidade primária consiste na subpreparação da osteotomia, ou seja, numa osteotomia mais reduzida relativamente ao diâmetro do implante. Esta técnica é normalmente realizada omitindo a utilização da última broca no protocolo de perfuração recomendado pelo fabricante, resultando num aumento dos valores de torque inicial. No entanto, uma compressão óssea excessiva pode originar microfissuras e áreas de necrose óssea, comprometendo o processo de remodelação óssea e afetando negativamente o desenvolvimento da estabilidade secundária (Gaspar et al., 2025).

2.2.6. Protocolo cirúrgico e carga dos implantes

Tem sido sugerido que a adoção de um protocolo cirúrgico em duas fases na colocação de implantes curtos pode ser uma abordagem prudente, uma vez que tradicionalmente tem sido associada a taxas de sucesso mais elevadas. Contudo, a evidência indica que não existem diferenças estatisticamente significativas nas taxas de sucesso entre implantes curtos colocados segundo protocolos de uma fase ou de duas fases cirúrgicas (Shah, 2015), sendo que,

atualmente, a estabilidade primária parece ser a base que determina o protocolo de carga sobre o implante (Gaspar et al., 2025).

Os avanços no desenvolvimento de superfícies implantares permitiram reduzir progressivamente os períodos de cicatrização necessários para a osteointegração, possibilitando a implementação de protocolos de carga protética precoce, evoluindo posteriormente para protocolos de carga imediata. Nestes protocolos, a prótese é colocada imediatamente após a inserção do implante ou num curto intervalo de tempo subsequente (Gaspar et al., 2025).

Em relação à carga em implantes curtos, observou-se que implantes com 6 mm de comprimento utilizados para suportar coroas unitárias e submetidos a carga após sete semanas apresentaram níveis de perda óssea marginal reduzidos, comparáveis aos verificados em implantes de 10 mm de comprimento, ao longo de um período de acompanhamento de cinco anos (Rossi et al., 2015). Outro estudo concluiu também que implantes curtos, com dimensões de 5 mm × 5 mm apresentaram resultados clínicos comparáveis aos de implantes convencionais de maior comprimento colocados em osso aumentado, após um período de três anos de carga funcional (Al-Hashedi et al., 2014).

2.3. Opções para reabilitação da maxila atrófica: Elevação do seio maxilar e implantes de comprimento *standard*

2.3.1. Elevação do seio maxilar

Na região posterior da maxila atrófica, a disponibilidade óssea residual é frequentemente insuficiente para permitir a colocação de implantes de comprimento *standard*. Perante esta limitação, o clínico deve selecionar a abordagem terapêutica mais adequada para compensar a perda óssea e aumentar a altura e o volume de osso disponível para a reabilitação implanto-suportada. Uma abordagem frequentemente utilizada é a elevação do pavimento do seio maxilar, permitindo assim a colocação simultânea ou diferida de implantes de comprimento *standard*. Ao aplicar esta técnica, é possível atingir

taxas de sobrevivência superiores a 90% em avaliações a longo prazo, sendo este método considerado o *gold-standard* (Schiegnitz et al., 2022). A colocação de implantes longos com comprimentos compreendidos entre 11mm e 15 mm, após procedimentos de elevação do seio maxilar, tem sido uma intervenção frequente em casos de atrofia alveolar maxilar severa e pneumatização do seio maxilar (Alemán et al., 2025). A elevação do pavimento do seio maxilar tem como objetivo aumentar a quantidade de osso disponível ao redor do implante, de modo a obter um contacto osso-implante suficiente para satisfazer os requisitos funcionais dos implantes dentários, permitindo a sua osteointegração, estabilidade primária adequada e resultados clínicos previsíveis a longo prazo (Scaini et al., 2025).

Foram propostas várias técnicas para reabilitar setores com perda de osso nativo na região posterior da maxila através da elevação do seio maxilar. A elevação da membrana de Schneider pode ser efetuada através de duas abordagens principais: a abordagem lateral, que implica a criação de uma janela óssea na parede lateral do seio maxilar, e a abordagem transcresta, que promove a elevação do pavimento sinusal através de osteótomos. Esta última surgiu como uma alternativa menos invasiva à técnica clássica da janela lateral, sendo particularmente indicada em situações com maior altura óssea residual (Tatum, 1986).

Estes procedimentos podem ser realizados previamente ou em simultâneo com a instalação dos implantes, dependendo das características anatómicas e das condições clínicas do paciente. Embora permaneça controversa a influência da altura óssea residual disponível antes da elevação do seio maxilar na taxa de sobrevivência dos implantes após o procedimento (Chao et al., 2010; Gao et al., 2023; Park et al., 2019), mediante um planeamento adequado e uma execução cirúrgica criteriosa, é possível realizar a colocação simultânea de implantes durante a cirurgia de elevação do seio maxilar em regiões com apenas 1 a 2 mm de altura óssea residual (Peleg et al., 2006).

2.3.2. Materiais de enxerto

Os biomateriais de enxerto, frequentemente utilizados em procedimentos de elevação do seio maxilar, são capazes de regenerar tecidos duros, aumentando o volume ósseo e permitindo a colocação de implantes. Como alternativa ao enxerto ósseo autógeno, podem ser utilizados substitutos ósseos, tais como aloenxertos, xenoenxertos, materiais aloplásticos e agentes bioativos, quer como material único, quer combinados entre si ou com osso autógeno, para alcançar uma regeneração eficaz (Khijmatgar et al., 2023).

O osso autógeno é geralmente considerado o material de enxerto de referência, devido às suas excelentes propriedades osteoindutoras, osteocondutoras e osteogénicas (Nkenke & Stelzle, 2009). Uma das principais preocupações com o enxerto ósseo autógeno era a necessidade de cirurgia no local dador e a elevada e imprevisível taxa de reabsorção. Para superar estas desvantagens, foram propostas diferentes formas de biomateriais, incluindo ossos alogénicos, xenogénicos e sintéticos. Em particular, o mineral ósseo bovino desproteinizado é provavelmente uma das opções mais promissoras, devido à sua baixa taxa de substituição, capacidade superior de manutenção do espaço e elevadas propriedades osteocondutoras. O osso autógeno misturado com mineral ósseo bovino desproteinizado revela-se como uma das opções mais previsíveis para o preenchimento com enxerto ósseo após elevação da membrana de Schneider (Gao et al., 2023).

A combinação de xenoenxerto e enxerto autógeno apresenta o melhor desempenho para altura óssea residual <4 mm, enquanto osso autógeno e a combinação entre agentes bioativos e xenoenxerto apresenta o melhor desempenho quando a altura óssea ≥4 mm (Khijmatgar et al., 2023).

A integridade da membrana de Schneider tem sido frequentemente associada a uma melhor cicatrização do enxerto (Monje et al., 2016).

Em relação ao posicionamento do enxerto, o preenchimento excessivo do seio maxilar com material de enxerto ósseo pode originar um aumento excessivo da pressão sobre a membrana de Schneider, comprometendo a sua vascularização e podendo conduzir à necrose tecidular. Além disso, o excesso

de material enxertado pode dificultar a drenagem e ventilação fisiológica do seio maxilar, favorecendo o desenvolvimento de processos inflamatórios ou infecciosos, como a sinusite. Em casos mais severos, poderá ocorrer deslocação ou perda do material de enxerto para o interior da cavidade sinusal, comprometendo a estabilidade do enxerto e o sucesso do procedimento cirúrgico (Bathla et al., 2018).

2.3.3. Elevação do pavimento do seio maxilar: Técnica da Janela Lateral

A técnica convencional de elevação do seio maxilar através da janela lateral foi descrita inicialmente por Boyne e James em 1980, consistindo na preparação de uma janela óssea na parede lateral do seio maxilar para elevação da membrana de Schneider e colocação de material de enxerto (Wallace et al., 2007).

A intervenção consiste na realização de uma incisão crestal e, frequentemente, duas incisões de descarga verticais com posterior elevação de um retalho de espessura total na zona de colocação do implante, prosseguindo para a preparação da janela óssea e efetuando o levantamento cuidadoso da membrana de Schneider, medição da janela óssea, colocação de enxerto ósseo entre o pavimento do seio maxilar e da membrana, aplicação de membrana de colagénio reabsorvível sobre a janela e o enxerto, posterior reposicionamento do retalho e sutura para encerramento por primeira intenção (Gao et al., 2023; Park et al., 2019). As incisões verticais devem ser de espessura total na gengiva queratinizada e de espessura parcial na mucosa alveolar, para evitar lesões do nervo infraorbitário (Testori et al., 2019).

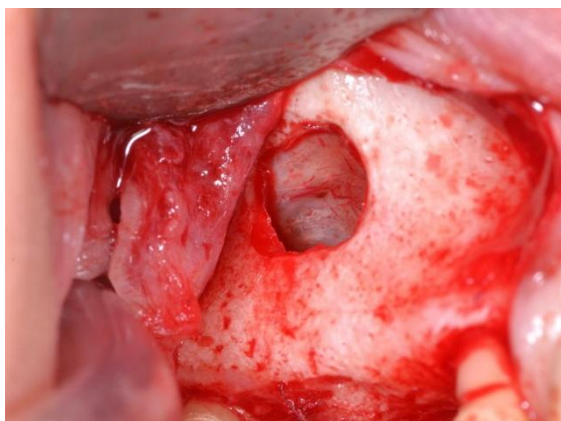


Figura 6: Janela lateral óssea com preservação da integridade da membrana de Schneider (Cortesia do Prof. Doutor João Gaspar)

Em casos que apresentem uma dimensão vestibulo-palatina favorável, a redução da espessura cortical, previamente ao contorno da abertura da janela lateral, aparenta ser um procedimento mais seguro para preservação da integridade da membrana (Stacchi et al., 2020).

A preparação do contorno da janela pode ser realizada com brocas rotatórias ou dispositivos piezoelétricos (Wallace et al., 2007). No entanto, a osteotomia piezoelétrica apresenta como principal vantagem a possibilidade de realizar a abertura óssea de forma precisa e minimamente traumática, preservando a integridade da membrana sinusal. Esta segurança deve-se ao facto do equipamento piezoelétrico atuar seletivamente sobre tecidos mineralizados, interrompendo a sua ação quando entra em contacto com tecidos moles ou não mineralizados (Bathla et al., 2018).

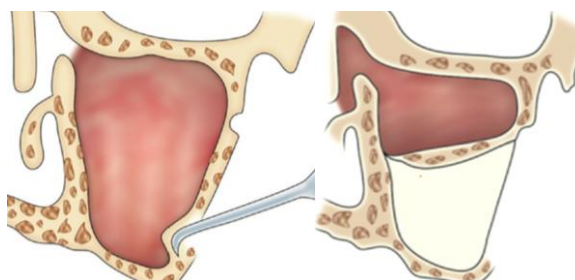


Figura 7: Elevação do seio maxilar através da janela lateral (Bathla et al., 2018)

Foi demonstrado que uma janela lateral de menores dimensões pode alcançar taxas de igual sucesso clínico, comparando com uma janela óssea de

dimensões superiores. As dimensões habitualmente descritas para uma pequena janela óssea variam entre 6-8 mm de comprimento e 4–6 mm de altura. Associa-se um maior número de perfurações da membrana em casos de maior área da janela realizada para o acesso à membrana de Schneider. Uma ampla janela lateral influencia negativamente a vascularização e a remodelação óssea na área do enxerto devido à destruição do osso lateral, fonte significativa de irrigação sanguínea, que contribui para a formação óssea. Uma janela de menor diâmetro e a realização do procedimento num curto período de tempo podem apresentar maior potencial osteogénico, maior aposição mineral, maior taxa de formação óssea, promovendo um melhor pós-operatório para o paciente, diminuindo edema, desconforto e dor (Baldini et al., 2017; Gao et al., 2023).

Um descolamento completo da membrana contribui para a redução da tensão exercida sobre esta, diminuindo consequentemente o risco de perfuração (Stacchi et al., 2020). Adicionalmente, a cuidadosa elevação da membrana, com consequente exposição das paredes ósseas vestibular e palatina do pavimento do seio maxilar, é fundamental para assegurar uma vascularização rápida e previsível do enxerto, bem como para promover a colonização por células osteoprogenitoras mesenquimais. A elevação da membrana da parede palatina do seio assume particular importância devido à presença da artéria nasal lateral posterior, localizada na parede medial do seio, que pode atuar como uma fonte adicional de irrigação sanguínea para o enxerto (Stacchi et al., 2020).

Esta cirurgia é classicamente realizada previamente à cirurgia para colocação de implantes dentários. No entanto, os implantes podem ser colocados simultaneamente no mesmo procedimento cirúrgico, se houver altura e qualidade óssea que permita a obtenção de estabilidade primária (Raghoobar et al., 2019; Ribeiro-Rotta et al., 2014). Embora estudos não revelem diferenças significativas no sucesso pós-cirúrgico entre as técnicas abordadas, a cirurgia num único passo demonstra-se menos invasiva, permite a diminuição do tempo total de tratamento, apresentando, portanto, um custo-benefício clínico superior (Raghoobar et al., 2019).

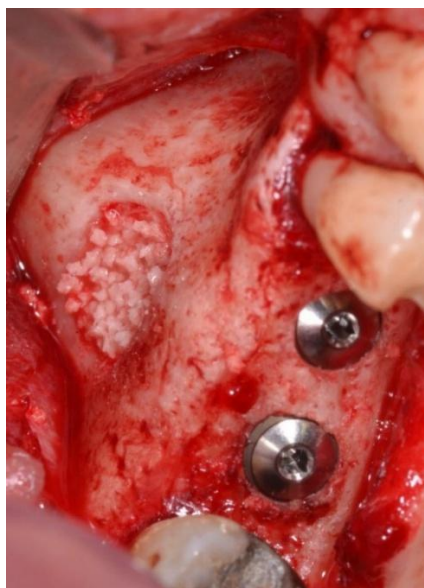


Figura 8: Elevação do seio maxilar com simultânea colocação de implantes (Cortesia do Prof. Doutor João Gaspar)

A distância vestibulo-palatina do seio maxilar tem influência na formação de novo osso na maxila, sendo esta formação mais previsível em seios maxilares mais estreitos (Stacchi et al., 2020). Nesta abordagem, após a colocação de enxerto ósseo através da janela lateral é comum observar uma rápida diminuição da altura óssea nos primeiros 6 meses após a intervenção cirúrgica (Gao et al., 2023). O tabagismo, a falta de manutenção profissional e o tipo de materiais de enxerto ósseo foram variáveis explicativas para as alterações da altura óssea. Alguns estudos defendem uma forte correlação entre o tabagismo e resultados cirúrgicos, sendo reconhecido como um dos fatores de risco significativos que pode influenciar negativamente a taxa de sobrevivência e o sucesso dos implantes dentários, apresentando valores superiores de perda óssea comparado a não fumadores. Nestes casos, a maior pressão na cavidade sinusal realizada por fumadores promove uma maior reabsorção do enxerto ósseo, diminuindo a sua altura. Associa-se ainda a nicotina a alterações no microbioma peri-implantar, influenciando a osteointegração dos implantes dentários, afetando negativamente o sucesso da intervenção (Guan et al., 2023; Park et al., 2019; Pimentel et al., 2018).

As complicações associadas ao pós-operatório podem ser minimizadas através de uma seleção criteriosa dos casos, da adequada prescrição de

antibióticos profiláticos, da execução rigorosa da técnica cirúrgica e da gestão rápida e apropriada de quaisquer complicações intraoperatórias e pós-operatórias que possam surgir (Testori et al., 2019).

A abordagem através da janela lateral resulta em taxas de sobrevivência dos implantes elevadas, mas está também associada a um aumento da morbilidade dos doentes, incluindo edema e dor pós-operatórios, tal como perfurações da membrana sinusal (Thoma et al., 2018).

2.3.4. Elevação do pavimento do seio maxilar: Técnica Transcrestal (Summers)

A técnica transcrestal (abordagem crestal ou fechada) é um procedimento menos invasivo para aumento da quantidade de osso disponível na maxila posterior, uma vez que o clínico aproveita o local da osteotomia preparado para a colocação do implante, sem a necessidade de realizar outro procedimento (Summers, 1994).

Esta técnica foi inicialmente descrita por Summers em 1994 e, classicamente, estava limitada a casos com altura óssea residual > 5 mm. Através desta técnica, se houver 6 mm de altura de osso residual, é expectável um aumento de 3 a 4mm, sendo possível a posterior colocação de um implante de 10 mm (Summers, 1994).

A abordagem transcrestal está associada a menor visibilidade do campo operatório, não permitindo confirmar diretamente se a elevação do pavimento sinusal se realizou sem perfuração da membrana, o que representa uma verdadeira limitação e restringe a manipulação de instrumentos (Gao et al., 2023; Stacchi et al., 2020). Esta técnica surgiu devido à maior invasividade da técnica da janela lateral, procurando, com esta abordagem, preservar maior quantidade de osso nativo e reposicioná-lo de forma vantajosa (Summers, 1998). A elevação do seio maxilar através da crista óssea descrita por Summers, tinha por base a utilização de osteótomos com extremidade côncava e de diâmetro crescente para expansão do leito (Summers, 1998).

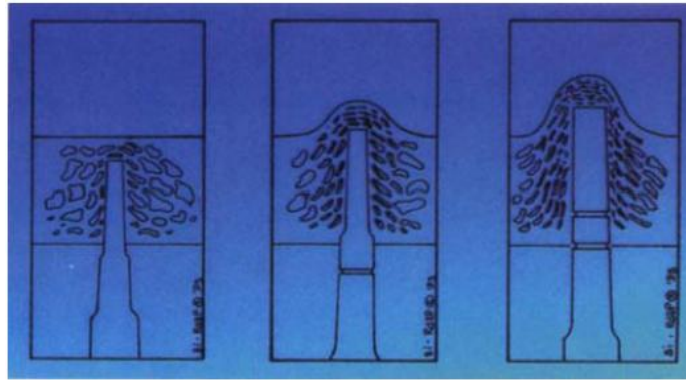


Figura 9: Elevação do pavimento do seio maxilar com osteótomos (Summers, 1998)

O procedimento inicia-se com uma incisão crestal seguida de um retalho mucoperióstico de espessura total para exposição da crista alveolar. A osteotomia é então iniciada com uma broca piloto e progressivamente alargada através da utilização de brocas ou osteótomos, até uma distância segura do pavimento sinusal. Seguidamente, é introduzido o material de enxerto e procede-se à fratura controlada do pavimento do seio maxilar através de um osteótomo com diâmetro inferior ao do implante a colocar. Este momento é habitualmente identificado pela alteração do som produzido durante a percussão do instrumento. Por fim, procede-se à elevação da membrana com osteótomo de maior calibre, mantendo o material de enxerto e permitindo a elevação do pavimento sinusal (Bathla et al., 2018).

O osso autógeno é reposicionado junto à membrana de Schneider, proporcionando uma fonte contínua de células viáveis e proteínas osteogénicas. Além disso, o fragmento ósseo reposicionado beneficia do suprimento vascular proveniente da membrana sinusal, o que contribui para a manutenção da sua viabilidade biológica. (Summers, 1998).

2.3.4.1. Osseodensificação

Em áreas com menor densidade óssea, pode ser necessária a adoção de estratégias cirúrgicas específicas com o objetivo de melhorar a estabilidade primária dos implantes e promover uma osteointegração adequada (Gaspar et al., 2025). Os métodos tradicionais de enxerto transcrestal do seio maxilar estão associados a um procedimento menos invasivo, mas tradicionalmente é necessária uma altura óssea residual de pelo menos 5 mm (Mazor et al., 2020). A técnica de osseodensificação para elevação do seio maxilar, através de abordagem transcrestal, é uma técnica de osteotomia não subtrativa que envolve a utilização de brocas específicas de modo a compactar e densificar o osso disponível ao longo das paredes intervencionadas e a nível apical, através da expansão do leito (Huweis & Meyer, 2017), aumentando assim a estabilidade primária dos implantes e facilitando a sua osteointegração, nomeadamente em osso de menor densidade. Estas brocas foram concebidas para serem utilizadas a alta velocidade, num processo lento e gradual, de modo a preservar o colagénio, aumentar a plasticidade óssea e promover a densificação do osso trabecular, compactando-o (Gaspar et al., 2025).

Com a técnica de osseodensificação, não é necessária uma subpreparação acentuada da osteotomia para obtenção de estabilidade primária adequada. Na maxila, recomenda-se que a diferença entre o diâmetro da osteotomia e o diâmetro do implante não exceda 0,5 mm. (Huweis & Meyer, 2017). Estas brocas densificadoras executam uma instrumentação no sentido anti-horário, o que proporciona um efeito de retorno elástico, condensando osso autógeno, que exerce uma pressão controlada sobre a membrana de Schneider no sentido apical e lateral que, por sua vez, é elevada juntamente com os autoenxertos introduzidos entre a membrana e o pavimento do seio maxilar (Huweis et al., 2018).

A utilização de brocas de osseodensificação para elevação do pavimento do seio maxilar através da técnica transcrestal mostra-se previsível em cenários clínicos de aumento da altura óssea, apresentando resultados com um aumento vertical de até 10 mm, mesmo em casos com apenas 2 mm de altura disponível na maxila posterior (Huweis et al., 2018). A elevação do seio maxilar através

desta técnica tem sido amplamente estudada e é considerada previsível para o aumento de altura óssea disponível na maxila posterior, não afetando negativamente em termos de remodelação óssea marginal ou de vascularização (Huweis et al., 2018; Mazor et al., 2024). A associação da técnica transcrestal com a osseodensificação apresenta uma elevada taxa de sobrevivência dos implantes colocados, na ordem dos 97% (Huweis et al., 2018).

A aplicação da técnica de osseodensificação para elevação do seio maxilar é segura e reduz os riscos de perfuração da membrana sinusal, apresentando-se como uma alternativa segura à técnica clássica da janela lateral ou à técnica de osteótomos de Summers (Gaspar et al., 2024).

Num ensaio clínico randomizado em casos com altura óssea residual inferior a 4mm, a osseodensificação obteve resultados de eficácia iguais à técnica da janela lateral na elevação do seio maxilar com colocação simultânea de implante, mas apresentou melhores resultados ao nível da qualidade de vida, duração da cirurgia, edema pós-operatório e necessidade de toma de analgésicos. Além disso, quando efetuada a comparação, a presença de sintomas pós-operatórios reportados pelos pacientes foi significativamente superior no grupo da técnica de janela lateral (Gaspar et al., 2024).

2.3.5. Contraindicações e complicações associadas à elevação do seio maxilar

A sinusite crónica caracteriza-se pela presença de uma membrana de Schneider espessa e esponjosa, sendo que esta condição constitui uma contraindicação para a elevação do seio maxilar e deve ser identificada durante os exames radiológicos pré-operatórios, nomeadamente numa tomografia computadorizada. As condições alérgicas como rinite alérgica grave e a presença de infeção aguda ativa dos seios paranasais, também podem conduzir a alterações reativas crónicas da mucosa e, por conseguinte, podem igualmente constituir uma contraindicação para este procedimento (Bathla et al., 2018; Van Den Bergh et al., 2000).

As hemorragias durante o procedimento de elevação do seio maxilar são pouco frequentes, uma vez que as principais artérias não se localizam, habitualmente, na área intervencionada. No entanto, pequenos vasos sanguíneos podem ser lesionados durante a cirurgia. Quando estes vasos ficam expostos na membrana de Schneider, a hemorragia tende a estancar espontaneamente ou pode ser controlada com ligeira pressão através de uma compressa (Van Den Bergh et al., 2000). Contudo, variações anatómicas podem aumentar o risco de complicações hemorrágicas. Na região posterior da maxila, artérias de maior calibre, nomeadamente a artéria alveolar superior posterior e a artéria infraorbitária, localizadas na parede ântero-lateral do seio maxilar e responsáveis pela formação da artéria alveolar antral, podem representar um risco significativo. Quando o diâmetro destes vasos é superior a 3 mm, existe maior probabilidade de ocorrer hemorragia grave (Rahpeyma & Khajehahmadi, 2014; Whyte & Boeddinghaus, 2019).

Existem diversas técnicas para controlar a hemorragia na cirurgia de elevação do seio maxilar, destacando-se entre elas:

- Pressão direta sobre o ponto de hemorragia
- Utilização de um vasoconstritor local
- Aplicação de cera hemostática para osso
- Utilização de cauterizador (com cuidado junto das membranas)
- Sutura do vaso na porção proximal ao ponto de hemorragia (Testori et al., 2019).

A utilização de um vasoconstritor demonstra maior eficácia no controlo do sangramento dos tecidos moles que pode ocorrer durante a realização de incisões de libertação previamente à elevação do retalho mucoperióstico. Por outro lado, a eletrocauterização revela-se mais eficaz no controlo da hemorragia óssea proveniente da parede lateral após a sua osteotomia, contudo, a sua utilização deve ser efetuada com cuidado, de modo a evitar danos na membrana (Testori et al., 2019).

Algumas das complicações pós-operatórias mais frequentes são: sinusite paranasal aguda ou crónica, fístula oro-antral, perda de material de enxerto e migração do implante para o seio (Park et al., 2019). A migração do implante para o seio maxilar é geralmente causada por uma estabilidade primária

inadequada ou devido à perda de osso de suporte consequente a uma infecção (Testori et al., 2019). Não se verificou associação entre a migração do implante e a realização prévia de enxerto ósseo. Nos casos em que ocorre migração do implante para o seio maxilar, está indicada a sua remoção (Manor et al., 2018).

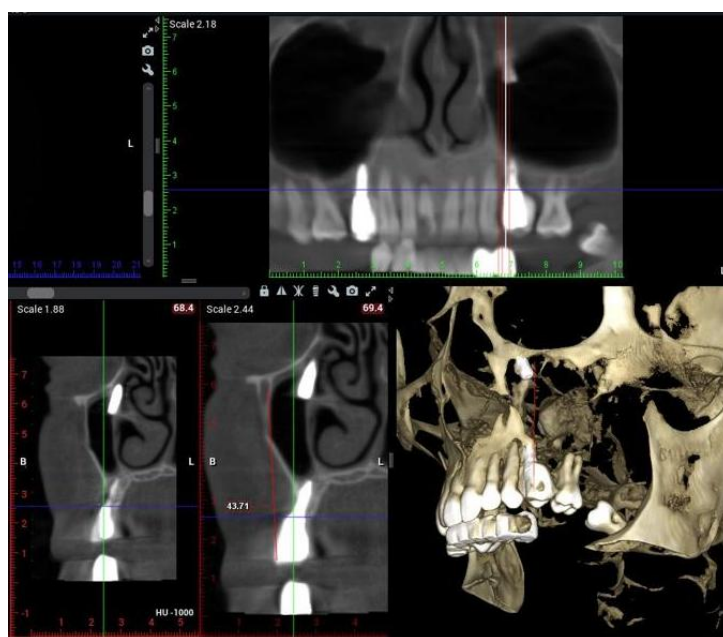


Figura 10: Migração de um implante para o seio maxilar (Cortesia do Prof. Doutor João Gaspar)

A infecção constitui uma complicação pós-operatória relevante da cirurgia de elevação do seio maxilar. Esta pode manifestar-se sob a forma de infecção do seio maxilar, frequentemente associada à exacerbação de uma patologia sinusal pré-existente, ou como infecção do material de enxerto, resultante da sua contaminação bacteriana. Esta última encontra-se frequentemente associada à presença de perfurações da membrana sinusal que não foram identificadas ou adequadamente tratadas durante o procedimento cirúrgico (Testori et al., 2019).

A infecção do enxerto sinusal é a forma mais comum de infecção observada após uma cirurgia de elevação do seio maxilar. Neste caso, os sinais e sintomas incluem febre, dor intensa, sensibilidade local, edema facial, formação de abscesso, aparecimento de fístula, supuração da ferida cirúrgica e possível perda

do material. Estas manifestações surgem geralmente nas duas a três semanas após a cirurgia (Testori et al., 2019).

2.3.5.1. Perfuração da membrana de Schneider

Os danos na membrana de Schneider são descritos na literatura como a complicação mais frequente associada aos procedimentos de elevação do seio maxilar (Mazor et al., 2024). A integridade da membrana é considerada um dos requisitos para o sucesso da elevação do seio maxilar para posterior colocação de implantes. Quando ocorre a sua perfuração, os materiais de enxerto ou implantes podem migrar para o seio maxilar. Os materiais de enxerto podem ser eliminados através do óstio, ou podem obstruir este canal, impedindo a sua drenagem e originar sinusite pós-operatória, aumentando, consequentemente, o risco de infecção e a ineficácia do tratamento reabilitador (Danesh-Sani et al., 2016).

Perfurações na membrana sinusal durante procedimentos de elevação do seio são mais prováveis em mucosas finas, uma vez que a presença de uma mucosa mais espessa apresenta resistência superior à instrumentação (Whyte & Boeddinghaus, 2019). A espessura da membrana de Schneider foi referida como um fator anatómico fundamental que influencia a perfuração da membrana sinusal (Monje et al., 2016).

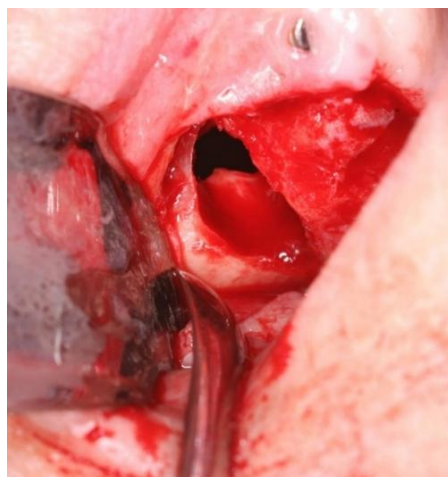


Figura 11: Perfuração da membrana de Schneider (Cortesia do Prof. Doutor João Gaspar)

Aspetos anatómicos como uma cavidade sinusal estreita, septos sinusais ou uma membrana de Schneider muito fina ($<1\text{mm}$) são fatores que aumentam a probabilidade de perfuração da membrana (Stacchi et al., 2020). Outros fatores de risco para a perfuração da membrana de Schneider incluem a altura óssea residual. Existe uma correlação estatística significativa entre a altura do osso disponível e a perfuração da membrana, no sentido em que quanto menor a altura óssea disponível, maior a probabilidade de ocorrer uma perfuração da membrana, devido a dificuldades técnicas e cirúrgicas (Mazor et al., 2020). Adicionalmente, a técnica utilizada, a experiência do operador e a presença de septos sinusais, representam fatores anatómicos e cirúrgicos que afetam o sucesso destes tratamentos (Mazor et al., 2020; Monje et al., 2016; Park et al., 2019).

Após a elevação do pavimento sinusal, a colocação tardia ou imediata do implante, seja em local cicatrizado ou colocação imediata, não influencia a prevalência da taxa de perfuração da membrana sinusal (Mazor et al., 2024).

A rutura da membrana durante a abordagem através de janela lateral tem sido associada à utilização de determinados instrumentos. Instrumentos rotatórios apresentam uma taxa de perfuração mais elevada (30 %) em comparação com instrumentos ultrassónicos piezoelétricos (7 %) (Monje et al., 2016). Além disso, os instrumentos piezoelétricos têm sido associados a menor

risco de hemorragia durante a preparação da janela lateral para a maioria dos cirurgiões (Testori et al., 2019).

A reparação das perfurações da membrana de Schneider é essencial para garantir a contenção do material de enxerto e permitir a conclusão do procedimento cirúrgico. Neste contexto, têm sido descritas novas técnicas para o tratamento de perfurações extensas da membrana de Schneider. As principais abordagens propostas incluem: a interrupção do procedimento cirúrgico, adiando a intervenção até à cicatrização da perfuração; a utilização de um enxerto ósseo em bloco estabilizado, sem tentativa de reparação da membrana ou ainda a reparação da perfuração através da aplicação de membranas de colagénio, permitindo a continuação do procedimento (Testori et al., 2008).

As perfurações da membrana sinusal, mesmo quando reparadas, podem comprometer a formação óssea e reduzir a taxa de sobrevivência dos implantes colocados simultaneamente ao procedimento de elevação do seio maxilar. Este risco parece ser mais significativo em perfurações superiores a 5 mm, nas quais a utilização de membranas reabsorvíveis para a sua reparação tem sido associada a uma menor formação óssea e a um aumento da probabilidade de falha do implante (Gao et al., 2023; Proussaefs et al., 2003). No caso de perfurações mais extensas (>10 mm) (Danesh-Sani et al., 2016), a abordagem indicada para manter o posicionamento do enxerto, denominada técnica de Loma Linda, consiste na utilização de uma membrana de colagénio reabsorvível de grandes dimensões, inicialmente estabilizada na face externa e, posteriormente, dobrada para o seu interior, de forma a criar uma nova parede superior, contendo completamente o material do enxerto. A membrana é dobrada sobre o enxerto na parede lateral, de modo a criar uma barreira externa. Desta forma, torna-se possível concluir um procedimento que, de outra forma, teria de ser interrompido, prevenindo a dispersão do enxerto particulado para a cavidade sinusal (Proussaefs & Lozada, 2003; Testori et al., 2008).

Tabela 1: Resolução de perfurações da membrana conforme a extensão da perfuração (Testori et al., 2008).

Extensão da perfuração	Abordagem para resolução da perfuração
Pequena	• Frequentemente reparada através da membrana ou formação de coágulo, não exigindo procedimento separado; objetivo de conter o enxerto é alcançado biologicamente. • Se a perfuração ainda se encontrar visível: matriz de fibrina rica em leucócitos e plaquetas (L-PRF).
> 5 mm	• Aplicação de uma membrana reabsorvível que mantém a forma. • Cria-se um novo limite superior para o compartimento do enxerto; a estabilidade é proporcional à área de cobertura sobre a membrana intacta.
> 10 mm	• Aplicação de uma membrana extensa com parte dela dobrada superiormente sobre a parede lateral; estabilização adicional por dobragem e posterior sutura interna. • Reparações não estabilizadas tornam-se imprevisíveis.
Reparação instável / não conseguida	• Colocar membrana barreira bioabsorvível sobre a janela para evitar a proliferação de tecido mole para o enxerto e favorecer regeneração óssea. • Após cicatrização (opcional), recesso cirúrgico para avaliação do enxerto e eventual colocação de implante.

2.4. Opções para reabilitação da maxila atrófica: Implantes Curtos

Os implantes curtos podem ser definidos como implantes dentários com comprimento reduzido, geralmente igual ou inferior a 8 mm, desenvolvidos para possibilitar a reabilitação oral em áreas com altura óssea limitada, evitando ou minimizando a necessidade de procedimentos cirúrgicos de regeneração óssea. Os primeiros implantes *standard* Brånemark tinham 10 mm de comprimento, mas, devido ao aumento de casos de maxilares atróficos, foram introduzidos implantes de menor comprimento (Karthikeyan et al., 2012).

Apesar dos primeiros estudos terem demonstrado taxas de falha superiores dos implantes curtos em comparação com implantes mais longos, o desenvolvimento de implantes de maior diâmetro contribuiu para melhorar a estabilidade e o sucesso clínico em situações de reduzida quantidade e qualidade óssea (Karthikeyan et al., 2012). Além disso, melhorias da macro e microestruturas dos implantes curtos tiveram igualmente um papel importante na obtenção de melhores resultados clínicos a longo prazo (Stacchi et al., 2020).

Os implantes mais curtos podem superar as desvantagens da elevação do seio maxilar, evitando procedimentos de aumento ósseo primário ou simultâneo (Thoma et al., 2018), especialmente em casos de sinusite, quistos maxilares, largos vasos sanguíneos ou casos que apresentem anatomia anormal do seio maxilar (Yan et al., 2019).

Os implantes dentários mais curtos apresentam elevadas taxas de sobrevivência (Rossi et al., 2015; Sahrman et al., 2016), e não parecem exercer um impacto negativo nos resultados biológicos. Estes resultados podem ser avaliados através dos níveis ósseos marginais e das suas alterações ao longo do tempo, bem como de outros parâmetros, tais como a profundidade de sondagem, hemorragia à sondagem, mucosite peri-implantar e peri-implantite (Thoma et al., 2018).

Segundo alguns autores, os médicos devem evitar recorrer a procedimentos de elevação do seio maxilar nos casos em que a altura óssea remanescente na maxila seja de 5 a 7 mm (Thoma et al., 2018). A escolha de implantes curtos e a dispensa da cirurgia de aumento reduzirão o tempo de

tratamento, os custos e a morbidade para o paciente, o que poderá conduzir a uma maior adesão e satisfação do mesmo (Schiegnitz et al., 2022). Os pacientes tendem a apresentar níveis elevados de satisfação quando submetidos a tratamentos implantológicos utilizando abordagens minimamente invasivas, sobretudo quando apresentam contraindicações relativas à colocação de implantes, como diabetes controlada ou condições sistêmicas temporárias. Nesses casos, a utilização de implantes curtos associada a procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos constitui uma alternativa mais adequada e prática para a reabilitação protética (Pommer et al., 2014).

Os implantes curtos apresentaram uma redução significativa na perda óssea marginal em comparação com implantes mais longos após elevação do seio maxilar. As alterações no nível ósseo marginal são úteis para avaliar o sucesso do tratamento com implantes, sendo a manutenção de um osso marginal estável considerada um aspeto fundamental para o sucesso clínico a longo prazo (Alenezi et al., 2025; Alemán et al., 2023; Yan et al., 2019).

Para além da taxa de sobrevivência dos implantes, a taxa de complicações biológicas e técnicas é considerada um elemento fundamental na escolha da estratégia de tratamento (Thoma et al., 2018). Doentes da população geriátrica apresentam habitualmente doenças sistêmicas que podem prejudicar a cicatrização, pelo que é expectável que estes doentes evitem procedimentos de elevação do seio maxilar se houver alternativa da sua função mastigatória ser restaurada com menos intervenções cirúrgicas. Nestes casos, a colocação de implantes curtos apresenta-se então como uma alternativa segura e eficaz. Doentes ansiosos ou com fobias poderão igualmente beneficiar de tratamento com um único procedimento cirúrgico em vez de uma abordagem mais complexa (Alemán et al., 2023). Contudo, em casos excepcionais de pacientes que apresentem simultaneamente hábitos parafuncionais e má qualidade óssea, a preferência deve ser efetuar elevação do seio maxilar em vez de colocar implantes curtos, uma vez que permite e uma potencial melhoria das condições biomecânicas da reabilitação (Stacchi et al., 2020).

Estes fatores sublinham a necessidade de um plano de tratamento personalizado, que tenha em conta os riscos e preferências individuais de cada paciente, otimizando simultaneamente os resultados (Alemán et al., 2025).

2.4.1. Diâmetro e comprimento

O aumento do diâmetro do implante promove um melhor contato com as lâminas cortical vestibular e lingual, aumentando a superfície de contacto osso-implante e, conseqüentemente, melhorando a distribuição das tensões no osso circundante (Petrie & Williams, 2005). Além disso, o aumento do diâmetro favorece uma distribuição mais uniforme das forças oclusais, conferindo maior estabilidade ao implante (Himmlová et al., 2004). O ajuste do diâmetro não influencia os níveis de marcadores osteoimunológicos e microbiológicos nos tecidos peri-implantares, nem as taxas de sobrevivência dos implantes (Schiegnitz et al., 2022).

Como os implantes curtos têm uma área de superfície de contacto osso-implante reduzida devido ao seu comprimento, o aumento do diâmetro ajuda a compensar essa limitação, melhorando a estabilidade primária e o processo de osteointegração dos mesmos. Posto isto, independentemente do comprimento, diâmetros superiores (≥ 5 mm) são mais favoráveis para a reabilitação da maxila posterior do que implantes com menor diâmetro (Cruz et al., 2018), sendo recomendada, sempre que as condições anatômicas o permitam, a utilização de implantes mais largos nesta região de modo a otimizar a estabilidade e previsibilidade do tratamento (Karthikeyan et al., 2012).

A análise comparativa entre implantes curtos com diâmetros diferentes demonstrou que a aplicação de cargas oblíquas gera níveis mais elevados de tensão no osso cortical, enquanto as cargas axiais estão associadas a menores concentrações de tensão. Verificou-se ainda que o aumento do diâmetro do implante promove uma distribuição mais favorável das tensões no tecido ósseo, independentemente do tipo de conexão do implante (Yang et al., 2023).

2.4.2. Relação coroa-implante e estabilidade

Na maioria dos casos, a relação clínica coroa-implante é maior nos implantes curtos, em comparação com os implantes de comprimento *standard*. Isto resulta de um comprimento intraósseo reduzido dos implantes curtos e de

um aumento do comprimento da coroa, necessário para compensar a altura reduzida da crista alveolar atrófica (Schiegnitz et al., 2022). Uma relação coroa-implante elevada parece estar mais frequentemente associada a complicações protéticas do que a complicações cirúrgicas ou à diminuição da taxa de sucesso dos implantes. Além disso, um aumento do comprimento da coroa muitas vezes não produz um resultado estético desejável (Schiegnitz et al., 2022; Thoma et al., 2018).

Além disso, uma maior relação coroa-implante pode gerar maiores braços de alavanca, sugerindo que exista uma tendência para taxas mais elevadas de complicações protéticas nos implantes curtos em comparação com os implantes de comprimento *standard*. Estas podem incluir afrouxamento de parafusos, *chipping* do revestimento cerâmico da prótese ou fratura total da cerâmica, devido a uma maior sobrecarga e tensão nos componentes protéticos (Alenezi et al., 2025; Thoma et al., 2018). Assim sendo, apesar do menor custo inicial, os implantes curtos podem gerar maiores custos de retratamento ao longo do tempo devido à frequência superior de falhas técnicas (Cruz et al., 2018).

A taxa de falha de implantes associada à presença de mobilidade da coroa foi superior no grupo dos implantes curtos. Este achado poderá estar relacionado com a ocorrência de fraturas do osso peri-implantar derivadas da proporção coroa-implante, mais do que com uma perda óssea marginal propriamente dita excessiva (Rossi et al., 2015).

Contudo, o aumento da relação coroa-implante e a sua influência nas taxas de sobrevivência do implante é ainda hoje um tema controverso em vários estudos (Blanes et al., 2007; Sahrman et al., 2016).

2.5. Implantes Curtos Versus Elevação do seio maxilar e implantes de comprimento *Standard*

Se a altura óssea residual na maxila posterior for >8 mm, na maioria dos casos não é necessário realizar o procedimento de aumento do seio maxilar (Thoma et al., 2018). Se a altura estiver entre 5 e 8 mm, pode ser realizada uma elevação transcrestal do pavimento do seio maxilar e, quando a altura óssea

residual for <5 mm, recomenda-se geralmente a abordagem lateral (Danesh-Sani et al., 2016; Zitzmann & Schärer, 1998). Em alternativa aos procedimentos regenerativos, pode realizar-se a adaptação do implante à anatomia existente, através da utilização de implantes mais curtos (Guljé et al., 2019) (Tabela 2).

Tabela 2: Abordagens para a reabilitação com implantes de locais com altura óssea disponível reduzida.

Altura óssea disponível	Plano de tratamento
< 5 mm	Elevação do seio maxilar através da técnica de janela lateral e colocação de implante de comprimento <i>standard</i>; (Danesh-Sani et al., 2016; Zitzmann & Schärer, 1998). Abordagem crestal; Osseodensificação (Huweis et al., 2018).
≥ 5 mm e < 8 mm	Implante curto - Evitar procedimento de elevação do seio maxilar (Thoma et al., 2018) Elevação do seio maxilar através da abordagem crestal e colocação de implante comprimento <i>standard</i> (Gao et al., 2023; Summers, 1994; Tatum, 1986). Elevação do seio maxilar através da abordagem lateral e colocação de implante comprimento <i>standard</i>; (Scaini et al., 2025).
≥ 8 mm	Colocação de implante com comprimento <i>standard</i>, na maioria dos casos não é necessário realizar o procedimento de elevação do seio maxilar (Thoma et al., 2018)

Diversos estudos demonstraram que a elevação do seio maxilar associada à colocação de implantes de comprimento convencional e a utilização de implantes curtos apresentam taxas de sucesso semelhantes, não tendo sido identificadas diferenças estatisticamente significativas entre ambas as abordagens. (Alemán et al., 2025; Bechara et al., 2017; Guljé et al., 2024; Schiegnitz et al., 2022; Thoma et al., 2018).

Em relação à carga, Dias et al. (2019) relataram que, após um ano de carga funcional, os implantes curtos apresentaram taxas de sobrevivência superiores às observadas em implantes de maior comprimento colocados após procedimentos de aumento da crista alveolar. A influência a longo prazo de uma maior relação coroa-implante e de uma maior altura da coroa nos resultados biológicos e técnicos de implantes curtos ainda não foi demonstrada (Thoma et al., 2018). Alguns estudos indicam um maior risco de complicações protéticas/mecânicas (como afrouxamento de parafusos ou fraturas cerâmicas) nos implantes curtos, devido à proporção coroa-implante mais desfavorável, não demonstrando influência significativa de qualquer parâmetro biológico nos resultados a longo prazo de implantes dentários mais curtos na região posterior da maxila (Thoma et al., 2018). Estes resultados sugerem que os implantes curtos podem constituir uma alternativa previsível e eficaz face a intervenções cirúrgicas reconstrutivas mais complexas, particularmente em situações de reabsorção óssea acentuada (Dias et al., 2019).

Implantes curtos apresentaram menor perda óssea comparado a implantes *standard* com elevação do seio maxilar, sendo este fator determinado por diversos elementos: estabilidade do osso crestal, qualidade dos tecidos moles circundantes e trabalho elaborado pelo prostodontista posteriormente à cirurgia (Alemán et al., 2025). A técnica com implantes curtos é associada a uma maior simplicidade e a um menor tempo cirúrgico. É considerado um procedimento menos invasivo, resultando em menor dor e desconforto pós-operatório para o paciente a curto prazo (Thoma et al., 2018).

Os implantes curtos apresentam custos de tratamento iniciais e totais significativamente mais baixos. Em termos comparativos, os custos médios podem ser quase metade dos custos associados a elevação do seio maxilar e implantes de comprimento *standard* (Thoma et al., 2018). Assim, tem sido proposto que a utilização de implantes curtos constitui uma alternativa terapêutica mais económica, rápida e clinicamente aceitável em comparação com a colocação de implantes de maior comprimento em osso previamente submetido a procedimentos de elevação do pavimento sinusal, particularmente na reabilitação de maxilas edêntulas e atróficas (Al-Hashedi et al., 2014).

A reabilitação com implantes de comprimento *standard* colocados em áreas enxertadas pode estar associada a taxas relevantes de falha. No que diz respeito às complicações, os implantes curtos foram responsáveis por aproximadamente um terço das complicações técnicas observadas, enquanto os procedimentos de elevação do seio maxilar apresentaram um aumento substancial das complicações cirúrgicas. Adicionalmente, os implantes convencionais demonstraram um risco cerca de três vezes superior de complicações durante a inserção quando comparados com implantes curtos (Al-Hashedi et al., 2014).

Segundo alguns estudos, as taxas de sucesso da colocação de implantes curtos na maxila posterior situaram-se entre 86.67% e 94.74%, comparando com a colocação de implantes de comprimento *standard* e elevação do seio maxilar com valores entre 90% a 100%. As taxas de sobrevivência apresentadas foram 86.67% a 97.73% para os implantes curtos e de 100% para implantes *standard* após procedimentos de elevação do seio maxilar, concluindo que não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre os dois grupos em termos de taxa de sucesso ou sobrevivência (Alemán et al., 2025).

Na comparação entre implantes curtos e implantes de comprimento convencional associados à elevação do seio maxilar, a literatura demonstra resultados globalmente favoráveis para ambas as abordagens. Num estudo com cinco anos de acompanhamento, Thoma et al. (2018) compararam implantes curtos de 6 mm com implantes de 11 a 15 mm colocados após elevação do seio maxilar pela técnica da janela lateral, observando taxas de sobrevivência de 98,5% e 100%, respetivamente, sem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (Thoma et al., 2018).

Relativamente à perda óssea marginal, diversos estudos reportaram resultados mais favoráveis para os implantes curtos. Schiegnitz et al. (2022) verificaram, após cinco anos de acompanhamento, uma perda óssea marginal média de $0,70 \pm 0,72$ mm no grupo dos implantes curtos e de $0,96 \pm 0,91$ mm no grupo submetido a elevação do seio maxilar com colocação de implantes de comprimento *standard*, diferença que se revelou estatisticamente significativa (Schiegnitz et al., 2022). De forma semelhante, Rossi et al. (2021) observaram, ao fim de um ano, valores de perda óssea marginal de $0,21 \pm 0,35$ mm nos

implantes curtos e de $0,58 \pm 0,44$ mm nos implantes *standard* colocados após elevação do seio maxilar, verificando-se diferenças significativas entre os grupos (Rossi et al., 2021).

Estes resultados são corroborados pela revisão sistemática e meta-análise de Alenezi et al. (2025), que concluiu que os implantes curtos estão associados a uma redução significativa da perda óssea marginal e das complicações biológicas quando comparados com a elevação do seio maxilar associada à colocação de implantes de comprimento convencional (Alenezi et al., 2025; Esposito et al., 2019; Guljé et al., 2024).

Contudo, no que respeita às complicações técnicas, os resultados tendem a favorecer a abordagem com elevação do seio maxilar. Complicações como fratura ou afrouxamento do parafuso protético, fratura da cerâmica (*chipping*), perda da coroa ou perda de retenção foram mais frequentes nos implantes curtos. Thoma et al. (2018) reportaram taxas de complicações técnicas de 47,7% para os implantes curtos e de 30,4% para os implantes convencionais colocados após elevação do seio maxilar (Thoma et al., 2018).

Comparando implantes curtos com implantes de comprimento *standard* colocados em combinação com elevação do seio, outro estudo constatou que todos os pacientes estavam total ou parcialmente satisfeitos com a função e a estética, com uma satisfação ligeiramente superior no grupo dos implantes curtos. De um modo geral, tanto os implantes curtos em osso nativo como os de comprimento *standard* colocados em combinação com elevação do seio parecem atingir elevados níveis de satisfação dos pacientes (Bechara et al., 2017). No entanto, tendo em conta vários critérios (Tabela 3) como a técnica cirúrgica, o pós-operatório e o custo do tratamento, os doentes parecem preferir implantes curtos (Bechara et al., 2017; Schiegnitz et al., 2022). A colocação de implantes curtos obteve melhores resultados em relação à qualidade de vida relacionada com a saúde oral em comparação com os procedimentos de elevação do seio (Schiegnitz et al., 2022).

Tabela 3: Tabela comparativa entre implantes curtos e elevação do seio maxilar em conjunto com implantes de comprimento *standard*

Critério de Comparação	Implantes Curtos	Implantes Comprimento <i>standard</i> após elevação do seio maxilar
Sobrevivência e sucesso	Resultados clínicos previsíveis a longo prazo (Alemán et al., 2025).	Desempenho clínico comprovado e consolidado na literatura (Alemán et al., 2025).
Morbilidade	Procedimento menos invasivo, resultando em menor dor, edema e hematomas (Thoma et al., 2018).	Maior morbidade pós-operatória com relatos de dor moderada e inchaço (Thoma et al., 2018).
Tempo de tratamento	Duração cirúrgica reduzida e tempo total de reabilitação mais célere (Schiegnitz et al., 2022).	Tempo cirúrgico prolongado devido à complexidade do enxerto e períodos de cicatrização (Schiegnitz et al., 2022).
Custos económicos	Investimento inicial e custos totais significativamente inferiores (Thoma et al., 2018).	Custos elevados associados aos materiais de enxerto e técnica cirúrgica avançada (Thoma et al., 2018).
Complicações biológicas	Riscos reduzidos; evita estruturas sensíveis, infecções sinusais e indicado em casos de doença sistémica (Pommer et al., 2014).	Maior incidência de complicações como perfuração da membrana, sinusite e hemorragia (Mazor et al., 2024).
Complicações protéticas	Maior risco de afrouxamento de parafusos e fraturas cerâmicas (Alenezi et al., 2025). Relação coroa-raiz desfavorável, esteticamente menos satisfatórias (Schiegnitz et al., 2022).	Menor frequência de complicações técnicas e mecânicas na prótese (Cruz et al., 2018).
Perda óssea marginal	Descritos menores valores de perda óssea (Alemán et al., 2025).	Perda óssea ligeiramente superior, podendo ser influenciada pela qualidade do tipo de enxerto (Cruz et al., 2018).
Biomecânica	Maior concentração de tensões no osso cortical e componentes devido à proporção coroa-implante (Schiegnitz et al., 2022).	Distribuição de forças mais eficiente e favorável para a reabilitação protética (Schiegnitz et al., 2022).
Qualidade de vida	Preferência inicial do paciente devido à simplicidade e recuperação rápida (Bechara et al., 2017).	Melhoria significativa da função oral a longo prazo, apesar da invasividade inicial

3. Conclusão

A análise anatômica através de exames imagiológicos permite determinar o grau de atrofia da maxila com base na altura óssea residual disponível, bem como estabelecer a necessidade de recorrer a procedimentos de elevação do seio maxilar. Esta informação é fundamental para o planejamento de uma reabilitação protética funcional e esteticamente adequada, devendo ser complementada pela avaliação do estado de saúde sistêmica do doente, do risco de complicações pós-operatórias, dos custos associados e da duração prevista do tratamento.

Em casos com necessidade de aumento da altura óssea disponível na maxila posterior, existem diferentes abordagens para elevação do seio maxilar, cada uma com as suas vantagens e desvantagens inerentes, ficando ao critério do clínico a tomada de decisão com base na evidência atual.

O sucesso ou o fracasso do tratamento com implantes é influenciado por vários fatores. Para além das condições sistêmicas do doente, um planejamento adequado constitui um requisito fundamental para a previsibilidade do tratamento. Entre os fatores que podem influenciar os resultados clínicos destacam-se a experiência do cirurgião, o desenho do implante, a preparação da osteotomia, a ocorrência e gestão de intercorrências intraoperatórias, bem como o desenho da reabilitação protética.

Apesar dos procedimentos de elevação do seio maxilar continuarem a constituir uma técnica previsível e bem documentada para a reabilitação da maxila posterior atrofica, os implantes curtos têm demonstrado resultados clínicos e taxas de sobrevivência comparáveis em casos selecionados, representando uma alternativa menos invasiva.

Nos doentes em que está contraindicada a elevação do seio maxilar, os implantes curtos apresentam-se como uma alternativa válida. A preferência dos pacientes por implantes curtos está frequentemente relacionada com a menor morbilidade pós-operatória, a redução dos custos e a diminuição do tempo total do tratamento. Contudo, esta abordagem pode estar associada a determinadas

limitações biomecânicas e estéticas, particularmente em situações que exijam coroas protéticas de maior altura.

A literatura atual sugere que não existe uma abordagem universalmente superior, mas sim que esta decisão deve ser tomada com base no doente e nos achados clínicos de cada caso.

Um aspeto identificado ao longo da presente revisão da literatura é a inexistência de consenso relativamente à definição de implante curto. Este fator compromete a comparação dos resultados. Assim, a definição de critérios consensuais para a classificação dos implantes de acordo com o seu comprimento constitui um passo importante para a padronização da investigação nesta área, permitindo a realização de comparações mais rigorosas entre estudos e contribuindo para o fortalecimento da evidência científica que sustenta a tomada de decisão clínica.

Concluindo, a evidência científica disponível suporta a utilização da cirurgia de elevação do seio maxilar associada à colocação de implantes de comprimento convencional, bem como da reabilitação com implantes curtos, como opções terapêuticas previsíveis e eficazes para o tratamento da maxila posterior atrófica. Neste contexto, é fundamental que o médico dentista possua um conhecimento aprofundado das indicações, contraindicações, vantagens e limitações de cada abordagem para melhor as aplicar na sua prática clínica. Estudos futuros serão fundamentais para consolidar a evidência científica existente e verificar se efetivamente as taxas de sucesso são semelhantes, contribuindo para um melhor plano de tratamento e intervenções com resultados clínicos mais previsíveis.

4. Bibliografia

- Albrektsson, T., Zarb, G., Worthington, P., & Eriksson, A. R. (1986). The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 1(1), 11–25.
- Alemán, B. O., Rivera-Velazquez, I., Jana-Hernández, Z., Rivas-Tumanyan, S., Guerrero-Rodríguez, L. M., & Elias-Boneta, A. R. (2025). Long-Term Outcomes of Short versus Long Dental Implants with Sinus Lift in Atrophied Posterior Maxillae: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Puerto Rico Health Sciences Journal*, 44(1), 54–62.
- Alenezi, A. T., Alkandari, M., Alkandari, M., Alkhashan, D., Albakheet, F., Owayed, A. S., Jamaan, A. H., Mathoud, A., Alsulaili, B., Alrashidi, A., Alsaleh, S. A., Alajmi, Y., Aldhafeeri, R., Alsaffar, A., Alharbi, T., & Abdelaziz, A. (2025). Effectiveness of Short Implants Versus Long Implants With Sinus Floor Elevation in Patients With Atrophic Posterior Maxilla: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.89103>
- Al-Hashedi, A. A., Taiyeb Ali, T. B., & Yunus, N. (2014). Short dental implants: an emerging concept in implant treatment. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 45(6), 499–514. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a31539>
- Anitua, E., Montalvillo, A., & Alkhraisat, M. H. (2025). Prospective controlled study comparing 5.5-mm long implants with longer implants to support fixed partial prosthesis in the premolar-molar regions: 12 months follow-up. *BDJ Open*, 11(1), 98. <https://doi.org/10.1038/s41405-025-00392-y>
- Bathla, S., Fry, R., & Majumdar, K. (2018). Maxillary sinus augmentation. *Journal of Indian Society of Periodontology*, 22(6), 468. https://doi.org/10.4103/jisp.jisp_236_18
- Bechara, S., Kubilius, R., Veronesi, G., Pires, J. T., Shibli, J. A., & Mangano, F. G. (2017). Short (6-mm) dental implants versus sinus floor elevation

- and placement of longer (≥ 10 -mm) dental implants: a randomized controlled trial with a 3-year follow-up. *Clinical Oral Implants Research*, 28(9), 1097–1107. <https://doi.org/10.1111/clr.12923>
- Berglundh, T., Abrahamsson, I., Lang, N. P., & Lindhe, J. (2003). De novo alveolar bone formation adjacent to endosseous implants. *Clinical Oral Implants Research*, 14(3), 251–262. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2003.00972.x>
- Blanes, R. J., Bernard, J. P., Blanes, Z. M., & Belser, U. C. (2007). A 10-year prospective study of ITI dental implants placed in the posterior region. II: Influence of the crown-to-implant ratio and different prosthetic treatment modalities on crestal bone loss. *Clinical Oral Implants Research*, 18(6), 707–714. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2006.01307.x>
- Boyne, P. J., & James, R. A. (1980). Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *Journal of Oral Surgery (American Dental Association : 1965)*, 38(8), 613–616.
- Branemark, P.-I. (1983). Osseointegration and its experimental background. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 50(3), 399–410. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(83\)80101-2](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(83)80101-2)
- Buser, D., Sennerby, L., & De Bruyn, H. (2017). Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. *Periodontology 2000*, 73(1), 7–21. <https://doi.org/10.1111/prd.12185>
- Cavalcanti, M. C., GUIRADO, T. E., SAPATA, V. M., COSTA, C., PANNUTI, C. M., JUNG, R. E., & CÉSAR NETO, J. B. (2018). Maxillary sinus floor pneumatization and alveolar ridge resorption after tooth loss: a cross-sectional study. *Brazilian Oral Research*, 32. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0064>
- Cawood, J. I., & Howell, R. A. (1988). A classification of the edentulous jaws. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 17(4), 232–236. [https://doi.org/10.1016/S0901-5027\(88\)80047-X](https://doi.org/10.1016/S0901-5027(88)80047-X)

- Chan, Suarez, F., Monje, A., Benavides, E., & Wang, H. (2014). Evaluation of maxillary sinus width on cone-beam computed tomography for sinus augmentation and new sinus classification based on sinus width. *Clinical Oral Implants Research*, 25(6), 647–652. <https://doi.org/10.1111/clr.12055>
- Chan, H., & Wang, H.-L. (2011). Sinus Pathology and Anatomy in Relation to Complications in Lateral Window Sinus Augmentation. *Implant Dentistry*, 20(6), 406–412. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e3182341f79>
- Chao, Y., Chen, H., Mei, C., Tu, Y., & Lu, H. (2010). Meta-regression analysis of the initial bone height for predicting implant survival rates of two sinus elevation procedures. *Journal of Clinical Periodontology*, 37(5), 456–465. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2010.01555.x>
- Couso-Queiruga, E., Stuhr, S., Tattan, M., Chambrone, L., & Avila-Ortiz, G. (2021). Post-extraction dimensional changes: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Periodontology*, 48(1), 127–145. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13390>
- Cruz, R. S., Lemon, C. A. de A., BATISTA, V. E. de S., OLIVEIRA, H. F. F. e, GOMES, J. M. de L., PELLIZZER, E. P., & VERRI, F. R. (2018). Short implants versus longer implants with maxillary sinus lift. A systematic review and meta-analysis. *Brazilian Oral Research*, 32(0). <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0086>
- Cucchi, A., & Ghensi, P. (2014). Vertical Guided Bone Regeneration using Titanium-reinforced d-PTFE Membrane and Prehydrated Corticocancellous Bone Graft. *The Open Dentistry Journal*, 8(1), 194–200. <https://doi.org/10.2174/1874210601408010194>
- Danesh-Sani, S. A., Loomer, P. M., & Wallace, S. S. (2016). A comprehensive clinical review of maxillary sinus floor elevation: anatomy, techniques, biomaterials and complications. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 54(7), 724–730. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2016.05.008>
- Dias, F. J., Pecorari, V. G. A., Martins, C. B., Del Fabbro, M., & Casati, M. Z. (2019). Short implants versus bone augmentation in combination with

standard-length implants in posterior atrophic partially edentulous mandibles: systematic review and meta-analysis with the Bayesian approach. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 48(1), 90–96. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2018.05.009>

Esposito, M., Barausse, C., Pistilli, R., Piattelli, M., Di Simone, S., Ippolito, D. R., & Felice, P. (2019). Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 5 × 5 mm implants with a nanostructured calcium-incorporated titanium surface or by longer implants in augmented bone. Five-year results from a randomised controlled trial. *International Journal of Oral Implantology (Berlin, Germany)*, 12(1), 39–54.

Esposito, M., Hirsch, J., Lekholm, U., & Thomsen, P. (1998). Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants, (I). Success criteria and epidemiology. *European Journal of Oral Sciences*, 106(1), 527–551. <https://doi.org/10.1046/j.0909-8836..t01-2-.x>

Felice, P., Barausse, C., Pistilli, R., Ippolito, D. R., & Esposito, M. (2019). Five-year results from a randomised controlled trial comparing prostheses supported by 5-mm long implants or by longer implants in augmented bone in posterior atrophic edentulous jaws. *International Journal of Oral Implantology (Berlin, Germany)*, 12(1), 25–37.

Fontana, F., Maschera, E., Rocchietta, I., & Simion, M. (2011). Clinical classification of complications in guided bone regeneration procedures by means of a nonresorbable membrane. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 31(3), 265–273.

Gao, S., Jiang, Y., Yao, Y., Li, S., & Cai, X. (2023). Minimally invasive techniques for lateral maxillary sinus floor elevation: small lateral window and one-stage surgery—a 2–5-year retrospective study. *International Journal of Oral Science*, 15(1), 28. <https://doi.org/10.1038/s41368-023-00233-4>

Gaspar, J., Botelho, J., Proença, L., Machado, V., Chambrone, L., Neiva, R., & Mendes, J. J. (2024). Osseodensification versus lateral window

- technique for sinus floor elevation with simultaneous implant placement: A randomized clinical trial on patient-reported outcome measures. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 26(1), 113–126. <https://doi.org/10.1111/cid.13294>
- Gaspar, J., Mazor, Z., & Bonfante, E. A. (2025). Osseodensification technique in crestal maxillary sinus elevation—A narrative review. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 27(1). <https://doi.org/10.1111/cid.13399>
- Guan, X., Zhang, J., Chen, Y., Han, J., Yu, M., & Zhou, Y. (2023). Changes in bone graft height and influencing factors after sinus floor augmentation by using the lateral window approach: A clinical retrospective study of 1 to 2 years. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 130(3), 362–368. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.10.010>
- Guljé, F. L., Raghoobar, G. M., Gareb, B., Vissink, A., & Meijer, H. J. A. (2024). Single crowns in the posterior maxilla supported by either 11-mm long implants with sinus floor augmentation or by 6-mm long implants: A 10-year randomized controlled trial. *Clinical Oral Implants Research*, 35(1), 89–100. <https://doi.org/10.1111/clr.14200>
- Himmlová, L., Dostálová, T., Kácvský, A., & Konvičková, S. (2004). Influence of implant length and diameter on stress distribution: A finite element analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 91(1), 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2003.08.008>
- Huwais, S., Mazor, Z., Ioannou, A., Gluckman, H., & Neiva, R. (2018). A Multicenter Retrospective Clinical Study with Up-to-5-Year Follow-up Utilizing a Method that Enhances Bone Density and Allows for Transcrestal Sinus Augmentation Through Compaction Grafting. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 33(6), 1305–1311. <https://doi.org/10.11607/jomi.6770>
- Huwais, S., & Meyer, E. (2017). A Novel Osseous Densification Approach in Implant Osteotomy Preparation to Increase Biomechanical Primary Stability, Bone Mineral Density, and Bone-to-Implant Contact. *The*

International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, 32(1), 27–36.
<https://doi.org/10.11607/jomi.4817>

Kalyvas, D., Kapsalas, A., Paikou, S., & Tsiklakis, K. (2018). Thickness of the Schneiderian membrane and its correlation with anatomical structures and demographic parameters using CBCT tomography: a retrospective study. *International Journal of Implant Dentistry*, 4(1), 32.
<https://doi.org/10.1186/s40729-018-0143-5>

Karthikeyan, I., Desai, S., & Singh, R. (2012). Short implants: A systematic review. *Journal of Indian Society of Periodontology*, 16(3), 302.
<https://doi.org/10.4103/0972-124X.100901>

Khijmatgar, S., Del Fabbro, M., Tumedei, M., Testori, T., Cenzato, N., & Tartaglia, G. M. (2023). Residual Bone Height and New Bone Formation after Maxillary Sinus Augmentation Procedure Using Biomaterials: A Network Meta-Analysis of Clinical Trials. *Materials*, 16(4), 1376.
<https://doi.org/10.3390/ma16041376>

Kim, S., Kim, K., Seo, B., Koo, K., Kim, T., Seol, Y., Ku, Y., Rhyu, I., Chung, C., & Lee, Y. (2009). Alveolar Bone Regeneration by Transplantation of Periodontal Ligament Stem Cells and Bone Marrow Stem Cells in a Canine Peri-Implant Defect Model: A Pilot Study. *Journal of Periodontology*, 80(11), 1815–1823.
<https://doi.org/10.1902/jop.2009.090249>

Lekholm, U. , & Z. G. A. (1985). Tissue integrated prostheses in clinical dentistry. *International Dental Journal*, 35(4), 259–265.

Linkevicius, T., Apse, P., Grybauskas, S., & Puisys, A. (2009). The influence of soft tissue thickness on crestal bone changes around implants: a 1-year prospective controlled clinical trial. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 24(4), 712–719.

Maestre-Ferrin, L., Galan-Gil, S., Rubio-Serrano, M., Penarrocha-Diago, M., & Penarrocha-Oltra, D. (2010). Maxillary sinus septa: A systematic review. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*, e383–e386.
<https://doi.org/10.4317/medoral.15.e383>

- Manor, Y., Anavi, Y., Gershonovitch, R., Lorean, A., & Mijiritsky, E. (2018). Complications and Management of Implants Migrated into the Maxillary Sinus. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 38(6), e112–e118. <https://doi.org/10.11607/prd.3328>
- Martins dos Santos, J., Cavacas, A., Silva, A., Oliveira, P., Tavares, V., Zagalo, C., & Grillo Evangelista, J. (2011). *Anatomia Geral Moreno* (6th ed.).
- Mazor, Z., Gaspar, J., Silva, R., Pohl, S., Gandhi, Y., Huwais, S., Bergamo, E. T. P., Bonfante, E. A., & Neiva, R. (2024). Maxillary sinus membrane perforation rate utilizing osseodensification-mediated transcrestal sinus floor elevation: A multicenter clinical study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 26(6), 1172–1180. <https://doi.org/10.1111/cid.13368>
- Monje, A., Diaz, K. T., Aranda, L., Insua, A., Garcia-Nogales, A., & Wang, H. (2016). Schneiderian Membrane Thickness and Clinical Implications for Sinus Augmentation: A Systematic Review and Meta-Regression Analyses. *Journal of Periodontology*, 87(8), 888–899. <https://doi.org/10.1902/jop.2016.160041>
- Nkenke, E., & Stelzle, F. (2009). Clinical outcomes of sinus floor augmentation for implant placement using autogenous bone or bone substitutes: a systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, 20(s4), 124–133. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2009.01776.x>
- Omar, R., Tashkandi, E., Abduljabbar, T., Abdullah, M. A., & Akeel, R. F. (2003). Sentiments expressed in relation to tooth loss: a qualitative study among edentulous Saudis. *The International Journal of Prosthodontics*, 16(5), 515–520.
- Park, W., Kang, K. L., & Han, J. (2019). Factors influencing long-term survival rates of implants placed simultaneously with lateral maxillary sinus floor augmentation: A 6- to 20-year retrospective study. *Clinical Oral Implants Research*, 30(10), 977–988. <https://doi.org/10.1111/clr.13505>
- Peev, S., Yotsova, R., & Parushev, I. (2024). Histomorphometric Analysis of Osseointegrated Intraosseous Dental Implants Using Undecalcified

- Specimens: A Scoping Review. *Biomimetics*, 9(11), 672. <https://doi.org/10.3390/biomimetics9110672>
- Petrie, C. S., & Williams, J. L. (2005). Comparative evaluation of implant designs: influence of diameter, length, and taper on strains in the alveolar crest. *Clinical Oral Implants Research*, 16(4), 486–494. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2005.01132.x>
- Pimentel, S. P., Fontes, M., Ribeiro, F. V., Corrêa, M. G., Nishii, D., Cirano, F. R., Casati, M. Z., & Casarin, R. C. V. (2018). Smoking habit modulates peri-implant microbiome: A case-control study. *Journal of Periodontal Research*, 53(6), 983–991. <https://doi.org/10.1111/jre.12597>
- Pommer, B., Mailath-Pokorny, G., Haas, R., Busenlechner, D., Fürhauser, R., & Watzek, G. (2014). Patients' preferences towards minimally invasive treatment alternatives for implant rehabilitation of edentulous jaws. *European Journal of Oral Implantology*, 7 Suppl 2, S91-109.
- Pommer, B., Unger, E., Sütö, D., Hack, N., & Watzek, G. (2009). Mechanical properties of the Schneiderian membrane *in vitro*. *Clinical Oral Implants Research*, 20(6), 633–637. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2008.01686.x>
- Proussaefs, P., & Lozada, J. (2003). The “Loma Linda pouch”: a technique for repairing the perforated sinus membrane. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 23(6), 593–597.
- Raghavendra, S., Wood, M. C., & Taylor, T. D. (2005). Early wound healing around endosseous implants: a review of the literature. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 20(3), 425–431.
- Rahpeyma, A., & Khajehahmadi, S. (2014). Alveolar Antral Artery: Review of Surgical Techniques Involving this Anatomic Structure. *Iranian Journal of Otorhinolaryngology*, 26(75), 73–78.
- Ribeiro-Rotta, R. F., de Oliveira, R. C. G., Dias, D. R., Lindh, C., & Leles, C. R. (2014). Bone tissue microarchitectural characteristics at dental implant sites part 2: correlation with bone classification and primary

- stability. *Clinical Oral Implants Research*, 25(2).
<https://doi.org/10.1111/clr.12046>
- Rosano, G., Taschieri, S., Gaudy, J., Weinstein, T., & Del Fabbro, M. (2011). Maxillary sinus vascular anatomy and its relation to sinus lift surgery. *Clinical Oral Implants Research*, 22(7), 711–715.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2010.02045.x>
- Rossi, F., Lang, N. P., Ricci, E., Ferraioli, L., Marchetti, C., & Botticelli, D. (2015). Early loading of 6-mm-short implants with a moderately rough surface supporting single crowns – a prospective 5-year cohort study. *Clinical Oral Implants Research*, 26(4), 471–477.
<https://doi.org/10.1111/clr.12409>
- Rossi, F., Tuci, L., Ferraioli, L., Ricci, E., Suerica, A., Botticelli, D., Pellegrino, G., & Felice, P. (2021). Two-Year Follow-Up of 4-mm-Long Implants Used as Distal Support of Full-Arch FDPs Compared to 10-mm Implants Installed after Sinus Floor Elevation. A Randomized Clinical Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3846. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073846>
- Sahrmann, P., Naenni, N., Jung, R. E., Held, U., Truninger, T., Hämmerle, C. H. F., Attin, T., & Schmidlin, P. R. (2016). Success of 6-mm Implants with Single-Tooth Restorations. *Journal of Dental Research*, 95(6), 623–628.
<https://doi.org/10.1177/0022034516633432>
- Scaini, R., Saleh, M. H. A., Lai, H., Sangiorgi, M., Zucchelli, G., & Testori, T. (2025). Indications and Regenerative Techniques for Lateral Window Sinus Floor Elevation With Ridge Augmentation. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 27(3).
<https://doi.org/10.1111/cid.70007>
- Schiegnitz, E., Hill, N., Sagheb, K., König, J., Sagheb, K., & Al-Nawas, B. (2022). Short versus Standard Length Implants with Sinus Floor Elevation for the Atrophic Posterior Maxilla. *Acta Stomatologica Croatica*, 56(2), 143–153. <https://doi.org/10.15644/asc56/2/5>

- Shah, A. (2015). Short implants - When, where and how? *Journal of the International Clinical Dental Research Organization*, 7(3), 132. <https://doi.org/10.4103/2231-0754.172932>
- Silva, V. A. da, Silva, V. A. da, & Oliveira, L. A. P. de. (2022). O implante dentário e o impacto na qualidade de vida do paciente. *Scire Salutis*, 12(2), 249–259. <https://doi.org/10.6008/CBPC2236-9600.2022.002.0026>
- Stacchi, C., Spinato, S., Lombardi, T., Bernardello, F., Bertoldi, C., Zaffe, D., & Nevins, M. (2020). Minimally Invasive Management of Implant-Supported Rehabilitation in the Posterior Maxilla, Part II. Surgical Techniques and Decision Tree. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 40(3), e95–e102. <https://doi.org/10.11607/prd.4498>
- Summers, R. B. (1994). A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium (Newtown, Pa.)*, 15(2), 152, 154–156, 158 passim; quiz 162.
- Summers, R. B. (1998). Sinus Floor Elevation with Osteotomes. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 10(3), 164–171. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.1998.tb00352.x>
- Szmukler-Moncler, S., Salama, H., Reingewirtz, Y., & Dubruille, J. H. (1998). Timing of loading and effect of micromotion on bone-dental implant interface: review of experimental literature. *Journal of Biomedical Materials Research*, 43(2), 192–203. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-4636\(199822\)43:2<192::aid-jbm14>3.0.co;2-k](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-4636(199822)43:2<192::aid-jbm14>3.0.co;2-k)
- Tatum, H. (1986). Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dental Clinics of North America*, 30(2), 207–229.
- Testori, T., Wallace, S. S., Del Fabbro, M., Taschieri, S., Trisi, P., Capelli, M., & Weinstein, R. L. (2008). Repair of large sinus membrane perforations using stabilized collagen barrier membranes: surgical techniques with histologic and radiographic evidence of success. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 28(1), 9–17.

- 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>
- Thoma, D. S., Haas, R., Sporniak-Tutak, K., Garcia, A., Taylor, T. D., & Hämmerle, C. H. F. (2018). Randomized controlled multicentre study comparing short dental implants (6 mm) versus longer dental implants (11–15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures: 5-Year data. *Journal of Clinical Periodontology*, 45(12), 1465–1474. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13025>
- Tian, X., Qian, L., Xin, X., Wei, B., & Gong, Y. (2016). An Analysis of the Proximity of Maxillary Posterior Teeth to the Maxillary Sinus Using Cone-beam Computed Tomography. *Journal of Endodontics*, 42(3), 371–377. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.10.017>
- Toledano, M., Fernández-Romero, E., Vallecillo, C., Toledano, R., Osorio, M. T., & Vallecillo-Rivas, M. (2022). Short versus standard implants at sinus augmented sites: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, 26(11), 6681–6698. <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04628-1>
- Tozoğlu, Ü., & Çakur, B. (2014). Evaluation of the morphological changes in the mandible for dentate and totally edentate elderly population using cone-beam computed tomography. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 36(7), 643–649. <https://doi.org/10.1007/s00276-013-1241-y>
- Trindade, R., Albrektsson, T., Tengvall, P., & Wennerberg, A. (2016). Foreign Body Reaction to Biomaterials: On Mechanisms for Buildup and Breakdown of Osseointegration. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 18(1), 192–203. <https://doi.org/10.1111/cid.12274>
- Van Den Bergh, J. P. A., Ten Bruggenkate, C. M., Disch, F. J. M., & Tuinzing, D. B. (2000). Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clinical Oral Implants Research*, 11(3), 256–265. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2000.011003256.x>
- Wallace, S. S., Mazor, Z., Froum, S. J., Cho, S.-C., & Tarnow, D. P. (2007). Schneiderian membrane perforation rate during sinus elevation using

piezosurgery: clinical results of 100 consecutive cases. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 27(5), 413–419.

Whyte, A., & Boeddinghaus, R. (2019). The maxillary sinus: physiology, development and imaging anatomy. *Dentomaxillofacial Radiology*, 48(8), 20190205. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20190205>

Yan, Q., Wu, X., Su, M., Hua, F., & Shi, B. (2019). Short implants (≤ 6 mm) versus longer implants with sinus floor elevation in atrophic posterior maxilla: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 9(10), e029826. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-029826>

Yang, Y., Liu, Y., Yuan, X., Ren, M., Chen, X., Luo, L., Zheng, L., & Liu, Y. (2023). Three-dimensional finite element analysis of stress distribution on short implants with different bone conditions and osseointegration rates. *BMC Oral Health*, 23(1), 220. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-02945-9>

Zitzmann, N. U., & Schärer, P. (1998). Sinus elevation procedures in the resorbed posterior maxilla. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 85(1), 8–17. [https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(98\)90391-2](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(98)90391-2)

