



Felipe Machado Bloise Moura

Guilherme Murillo Gonçalves Caúla

Levantamento de Seio Maxilar:

Técnicas, Materiais e Impacto na Implantodontia

Rio de Janeiro, Rj.

2025

Felipe Machado Bloise Moura
Guilherme Murillo Gonçalves Caúla

Levantamento de Seio Maxilar:
Técnicas, Materiais e Impacto na Implantodontia

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade do Grande Rio “Professor José de Souza Herdy”, como parte dos requisitos parciais para obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof. Walter Arthur Valente

Rio de Janeiro – RJ.

2025

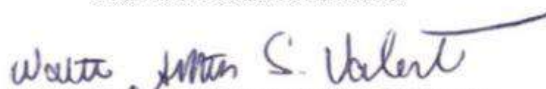
Felipe Machado Bloise Moura
Guilherme Murillo Gonçalves Caúla

Levantamento de Seio Maxilar:
Técnicas, Materiais e Impacto na Implantodontia.

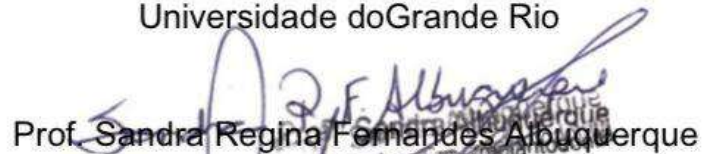
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade do Grande
Rio "Professor José de Souza Herdy",
como parte dos requisitos parciais para
obtenção do grau de bacharel em
Odontologia

Aprovado em 13 de junho de 2025

Banca Examinadora

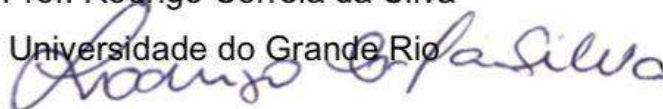

Prof. Walter Arthur Silva Valente

Universidade do Grande Rio


Prof. Sandra Regina Fernandes Albuquerque
Universidade do Grande Rio

Prof. Rodrigo Correia da Silva

Universidade do Grande Rio



RESUMO

Esta revisão de literatura teve como propósito realizar uma análise do levantamento do seio maxilar, abordando suas principais técnicas cirúrgicas, os biomateriais utilizados e seu impacto na Implantodontia. Observou-se que as principais técnicas cirúrgicas utilizadas para o levantamento do seio maxilar foram a técnica direta, por janela lateral, e a abordagem indireta, por meio da técnica transalveolar com osteótomos de Summers, sendo a indicação diretamente relacionada à altura óssea residual disponível, com a abordagem transalveolar sendo recomendada para alturas entre 5 e 9 mm e a técnica da janela lateral para casos com até 3 mm. A perfuração da membrana sinusal foi identificada como a complicação mais recorrente, sobretudo em situações com disponibilidade óssea reduzida, embora sua incidência possa ser substancialmente minimizada por meio de planejamento adequado e domínio técnico. Quanto aos biomateriais, destacou-se estratégias combinadas, como o uso simultâneo de enxertos autógenos e xenógenos. Em termos de aprimoramento técnico, observou-se o uso de instrumentos piezoelétricos e métodos menos invasivos para a elevação da membrana sinusal, como as técnicas hidráulica e por balão. Concluiu-se que o levantamento do seio maxilar configura uma abordagem consolidada para reabilitações com implantes na região posterior da maxila com altura óssea reduzida, apresentando altas taxas de sobrevivência em longo prazo e alta satisfação dos pacientes, seja pela técnica de janela lateral ou pela abordagem transalveolar com osteótomos de Summers. Em relação à escolha do material para enxerto, destaca-se o enxerto autógeno como padrão ouro, bem como combinações entre enxertos xenógenos e derivados autólogos, que têm mostrado desempenho satisfatório na neoformação óssea. O progresso nas técnicas operatórias, somado ao aprimoramento dos biomateriais e ao uso de tecnologias, vem favorecendo a segurança e a previsibilidade, reafirmando sua importância na prática clínica atual.

Palavras-chave: Levantamento do Assoalho do Seio Maxilar. Cirurgia Bucal. Implantes Dentários.

ABSTRACT

This literature review aimed to analyze maxillary sinus floor elevation, focusing on its main surgical techniques, the biomaterials employed, and their impact on implant dentistry. The most commonly used surgical techniques identified were the direct approach via lateral window and the indirect approach using the transalveolar technique with Summers osteotomes. The indication for each method was directly related to the available residual bone height, with the transalveolar approach recommended for heights between 5 and 9 mm, and the lateral window technique for cases with up to 3 mm. Sinus membrane perforation was identified as the most frequent complication, particularly in cases of reduced bone height, although its occurrence can be significantly minimized through proper planning and technical expertise. Regarding biomaterials, combined strategies such as the simultaneous use of autogenous and xenogeneic grafts were highlighted. Technical advancements included the use of piezoelectric instruments and less invasive methods for sinus membrane elevation, such as hydraulic and balloon techniques. It was concluded that maxillary sinus floor elevation represents a well-established approach for implant rehabilitation in the posterior maxilla with reduced bone height, showing high long-term survival rates and high patient satisfaction, whether through the lateral window technique or the transalveolar approach with Summers osteotomes. In terms of graft material selection, autogenous grafts remain the gold standard, while combinations of xenogeneic grafts with autologous derivatives have demonstrated satisfactory performance in new bone formation. The ongoing advancement of surgical techniques, alongside the development of biomaterials and incorporation of new technologies, has enhanced the safety and predictability of this procedure, reinforcing its relevance in current clinical practice.

Keywords: Sinus Floor Augmentation. Oral Surgery. Dental Implants.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1 LEVANTAMENTO DO SEIO MAXILAR.....	8
2.1.1 Considerações anatômicas	9
2.1.2 Fatores de sucesso e satisfação do paciente.....	12
2.1.3 Técnicas cirúrgicas	14
2.1.3.1 <i>Técnica da janela lateral</i>	16
2.1.3.2 <i>Técnica dos osteótomos de Summers</i>	18
2.1.4 Biomateriais utilizados	19
2.1.5 Complicações	21
2.1.6 Perspectivas futuras e inovações.....	22
3 DISCUSSÃO	24
4 CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
ANEXO A - DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO/DISPONIBILIZAÇÃO NA BIBLIOTECA DO TCC INTEGRAL.....	32

1 INTRODUÇÃO

O edentulismo é uma condição prevalente, que gera impacto na qualidade de vida, afetando não só a função mastigatória, como também impactando a autoestima e a estética. A reabilitação oral implantossuportada se consolidou graças a sua segurança e eficiência, oferecendo previsibilidade e longevidade. Contudo, existem situações que podem tornar a reabilitação implantossuportada mais complexa, pois a instalação de implantes requer uma quantidade suficiente de osso, que nem sempre está disponível.¹

Em casos em que os dentes são perdidos, o osso alveolar que os sustenta eventualmente sofre reabsorção, o que leva a uma diminuição em sua altura e largura. Essa reabsorção pode ser agravada por fatores como idade, infecções e traumas. Portanto, em muitos casos, é necessário um procedimento para adaptar o leito ósseo para a instalação do implante.²

O Levantamento do Seio Maxilar (LSM), também denominado como enxerto ósseo para a elevação do assoalho do seio maxilar ou *Sinus Lift*, é uma técnica cirúrgica muito importante na Odontologia e na Implantodontia.³ Existem duas abordagens principais, sendo elas a técnica de janela lateral utilizando enxerto ósseo, e a técnica transalveolar ou técnica de osteótomos de Summers. A escolha da técnica a ser aplicada depende da quantidade de osso alveolar remanescente e da altura necessária para elevação.⁴

O uso de enxertos ósseos é uma técnica bem estabelecida na Odontologia sendo introduzida no final do século XIX, quando foi relatada pela primeira vez por Mac Ewen, que utilizou porções esqueléticas para tratar pacientes que haviam sofrido fraturas. Desde então, as técnicas e materiais utilizados evoluíram continuamente, trazendo novas perspectivas.⁵

Atualmente, considera-se o enxerto autógeno o padrão ouro para a cirurgia de LSM, como ressaltado por Correia et al. (2012)⁶, que realizaram uma revisão bibliográfica querendo determinar qual material de enxerto possui o melhor resultado em altura ganha de osso e afirmaram que o osso autógeno cientificamente apresenta resultados superiores, sendo considerado o *Gold Standard*.

Todavia, o enxerto autógeno apresenta limitações, como a disponibilidade limitada de material e a morbidade associada à área doadora. Dessa forma, estudos têm sido realizados com o intuito de propor alternativas para o enxerto autólogo, com destaque para os substitutos ósseos xenógenos, alógenos e aloplásticos.⁷

Considerando que há uma crescente procura por tratamentos odontológicos envolvendo implantes, e que à medida que as técnicas e biomateriais evoluem, é essencial compreender as opções disponíveis e a sua respectiva eficácia, com o intuito de contribuir para a melhoria da prática clínica, como também promover uma formação mais sólida e atualizada aos profissionais da área, dessa forma justificando a pesquisa sobre o tema.

Esta revisão de literatura teve como propósito realizar uma análise do levantamento do seio maxilar, abordando suas principais técnicas cirúrgicas, os biomateriais utilizados e seu impacto na Implantodontia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Para analisar o procedimento de LSM, faz-se necessário abordar aspectos essenciais para sua compreensão, incluindo características anatômicas relevantes, abordagens técnicas adotadas, materiais utilizados para enxertia, fatores ligados ao sucesso, níveis de satisfação do paciente, assim como as inovações recentes e possibilidades de melhoria da técnica.

2.1 LEVANTAMENTO DO SEIO MAXILAR

O LSM é alternativa cirúrgica empregada para adaptar o leito implantar em casos de baixa disponibilidade óssea na região posterior da maxila e assim permitir a realização da reabilitação oral implantossuportada. O procedimento permite o aumento da altura óssea associada ao levantamento da membrana de Schneider, frequentemente fazendo uso da inserção de material de enxerto ósseo.²

As indicações e contraindicações para o LSM estão descritas na Figura 1.

Figura 1 – Indicações e contraindicações.

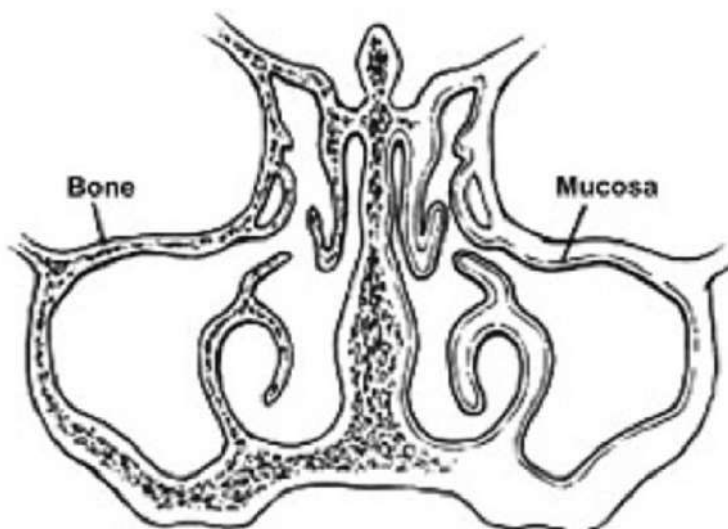
Indicações	Contraindicações
Altura óssea residual insuficiente (<10 mm) na maxila posterior Alvéolo posterior da maxila com reabsorção/atrofia óssea	Infecção sinusal ativa (fase aguda) Sinusite crônica recorrente Rinite alérgica severa Neoplasias ou cistos volumosos no seio maxilar Cirurgias prévias no seio, como a técnica de Caldwell–Luc Histórico de radioterapia na região maxilar Septos acentuados do assoalho do seio maxilar Diabetes mellitus não controlado Etilismo ou tabagismo severo Distúrbios psiquiátricos graves (psicose)

Fonte: Bathla et al. (2018)⁴

2.1.1 Considerações anatômicas

O domínio do conhecimento anatômico em relação ao seio maxilar é fator importantíssimo para o planejamento do procedimento de LSM, permitindo a escolha da técnica mais apropriada e sua correta execução. Além disso, contribui para a previsibilidade dos resultados, a prevenção de complicações e intercorrências, facilitando a identificação de estruturas a serem evitadas e variações anatômicas relevantes. As imagens diagnósticas são um componente essencial no planejamento, especialmente a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), que fornece medidas precisas da altura e densidade do osso remanescente e permite a avaliação da membrana do seio maxilar, da presença de vasos na parede lateral do seio, de patologias sinusais e de septos intra-sinusais.⁴

Figura 2 – Seio maxilar.

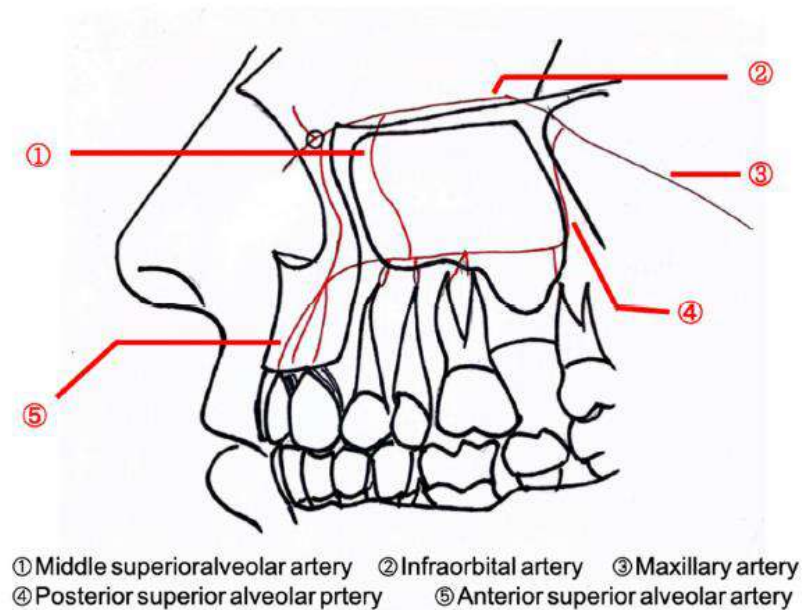


Fonte: Chittoria et al. (2024)²

O seio maxilar (Figura 2) possui uma forma piramidal e é o maior dos seios paranasais. Suas dimensões médias são de 36 a 45 mm de altura, 23 a 25 mm de largura e 38 a 45 mm de comprimento, no eixo ântero-posterior, com um volume aproximado de 15 ml. A parede anterior se estende desde o limite inferior da órbita até o processo alveolar da maxila, onde está localizado o feixe neurovascular infraorbitário. A parede superior corresponde ao assoalho da órbita, enquanto a parede posterior separa o seio maxilar da fossa pterigopalatina, região que contém o

nervo alveolar superior posterior, vasos sanguíneos, o plexo venoso pterigoideo e a artéria maxilar interna. A parede medial forma a parede lateral da cavidade nasal, abrigando o óstio primário, que atua na drenagem das secreções. A parede lateral está associada a região posterior da maxila e ao processo zigomático, caracterizando a região de acesso para a técnica de janela lateral.⁸

Figura 3 – Vascularização do seio maxilar.



Fonte: Jiang et al. (2024)¹

A irrigação sanguínea do seio maxilar (Figura 3) é fornecida por ramos da artéria maxilar, incluindo a artéria alveolar superior posterior, a artéria infraorbital, a artéria nasal lateral posterior e a artéria palatina maior. A artéria infraorbital e a artéria alveolar superior posterior suprem a parede lateral do seio e formam anastomoses intraósseas, na tábua óssea vestibular, e extraósseas, nos tecidos bucais. A parede medial é irrigada pela artéria nasal lateral posterior, ramo da artéria esfenopalatina, enquanto a porção inferior do seio recebe suprimento da artéria palatina maior.⁴

A inervação do seio maxilar acompanha os principais vasos sanguíneos e é realizada por ramos do nervo maxilar, ressaltando-se o nervo infraorbitário e os feixes alveolares superior anterior, médio e posterior. O nervo infraorbitário percorre a junção entre as paredes lateral e superior do seio, contribuindo para a inervação dessas regiões. Seu ramo, o nervo alveolar superior anterior, inerva a parede

anterior do seio, além dos dentes anteriores e do ligamento periodontal. Os nervos alveolares superior médio e posterior percorrem a parede lateral do seio e, na região dos pré-molares, formam uma anastomose em arco. Já o nervo palatino maior, também ramo do nervo maxilar, é responsável pela inervação do óstio e da parede inferior do seio.¹

Figura 4 – Imagem de TCFC ilustrando septo do seio maxilar.



Fonte: Lee et al. (2014)⁹

Os septos do seio maxilar (Figura 4) são formações de osso cortical que dividem a cavidade sinusal em compartimentos. Podem ser classificados como primários, quando estão localizados sobre dentes, ou secundários, caso sejam associados à pneumatização irregular após extrações dentárias. São mais frequentes em seios atróficos, especialmente na região molar, com prevalência entre 20% e 35% e altura média de 7,5 mm. Modificações na técnica de janela lateral podem ser necessárias conforme a posição e altura do septo. Em alguns casos, este pode ser removido com cinzel para facilitar a inserção do enxerto ósseo.⁹

A parede interna do seio maxilar é recoberta pela membrana sinusal, denominada também como membrana de Schneider, formada por epitélio respiratório ciliado cuja espessura média gira em torno de 0,8 mm, sendo amplamente variável entre os indivíduos devido a fatores locais e sistêmicos, além de processos inflamatórios, condições alérgicas e tabagismo.⁹ As raízes dos dentes posteriores, especialmente a raiz méso-vestibular do segundo molar, estão próximas ao assoalho do seio maxilar, apresentando uma distância média de 0,83 mm.⁴

2.1.2 Fatores de sucesso e satisfação do paciente

Uma combinação de fatores está envolvida na obtenção do sucesso ao realizar a técnica de LSM está envolvida, como as condições sistêmicas e anatômicas do paciente e aspectos relacionados ao próprio procedimento, como a técnica empregada e os biomateriais escolhidos. Os resultados clínicos da técnica são avaliados principalmente pela taxas de sobrevivência e de sucesso referentes aos implantes instalados. A altura óssea obtida, a estabilidade primária do implante, assim como a qualidade da osseointegração são fatores determinantes para a longevidade do tratamento.¹⁰

Entre os principais fatores sistêmicos que elevam o risco de falhas em implantes estão o tabagismo (≥ 10 cigarros/dia), diabetes, radioterapia prévia, estados imunocomprometidos, alcoolismo crônico, uso de medicamentos antirreabsortivos e osteoporose. Esses fatores devem ser cuidadosamente avaliados e controlados, já que, quando bem manejados, ainda é possível obter bons resultados.¹⁰ A idade não exerce influência significativa sobre o processo de neoformação óssea, com pacientes mais velhos apresentando capacidade de regeneração óssea semelhante aos mais novos.¹¹

Entre os fatores anatômicos, destacam-se a altura óssea residual, a membrana de Schneider, a morfologia do seio maxilar e a anatomia vascular. Alturas ósseas residuais ≥ 4 mm estão associadas a melhores taxas de sucesso. A integridade da membrana de Schneider também é um fator relevante, já que sua perfuração é uma complicação frequente, influenciada por características como espessura, condição de saúde e proximidade com estruturas vizinhas.¹

A seleção dos biomateriais é um fator essencial, onde se deve considerar aspectos como biocompatibilidade, disponibilidade, e capacidade de neoformação óssea. Também pode ser realizada a utilização de fatores de crescimento, como agregados plaquetários, para acelerar a maturação do enxerto, contribuindo positivamente para os resultados cirúrgicos. Ademais, anatomias sinusais estreitas e anguladas favorecem maior formação óssea.¹²

Diversas pesquisas buscaram abordar a satisfação dos pacientes quanto aos resultados, assim como o impacto em sua qualidade de vida. Schiegnitz et al.

(2017)¹³ conduziram uma análise retrospectiva para avaliar o LSM em relação a qualidade de vida relacionada à saúde bucal. Ao todo, 316 pacientes foram incluídos que, entre 2002 e 2007, passaram por LSM com abordagem por janela lateral ou transalveolar, totalizando 863 implantes instalados. O tempo médio de acompanhamento foi de 41 meses. Após cinco anos, a taxa de sobrevivência dos implantes foi de 94,4%. Os resultados mostraram uma melhora significativa na percepção dos pacientes sobre a saúde bucal, destacando como o procedimento foi eficaz na reabilitação da função e na promoção de maior bem-estar.

Bacevic et al. (2021)¹⁴ compararam os níveis de satisfação entre pacientes que foram tratados com técnicas diferentes de LSM: a janela lateral e a abordagem transalveolar utilizando um dispositivo ultrassônico hidrodinâmico. O estudo incluiu 22 pacientes, e foram coletados dados sobre duração do procedimento, complicações e satisfação. Apesar da técnica com janela lateral ter apresentado um índice mais elevado de morbidade e consumo de analgésicos, a satisfação foi similar entre os grupos. A média de satisfação, medida pela Escala Visual Analógica (VAS), foi de 6,9 para o grupo da janela lateral e 6,5 para o grupo da abordagem transalveolar. Após 12 meses, a taxa de sobrevivência dos implantes foi de 100% no grupo da janela lateral e 80% no grupo da abordagem transalveolar. Dessa forma, observou-se que ambas as técnicas apresentaram bons resultados e níveis semelhantes de satisfação.

Naseri et al. (2025)¹⁵ realizaram uma investigação retrospectiva com o objetivo de identificar fatores ligados aos resultados de implantes instalados em conjunto a procedimentos de LSM. A amostra foi composta por 39 indivíduos, totalizando 81 implantes. Os resultados indicaram taxas de sobrevivência dos implantes após a cirurgia de 93% e após a instalação protética de 100%. Quanto à percepção dos pacientes, a média de satisfação foi de 93,99%, e foi observado que condições inflamatórias gengivais foram associadas à menor neoformação óssea, maiores profundidades de sondagem e menores índices de satisfação relatados pelos pacientes.

2.1.3 Técnicas cirúrgicas

As primeiras técnicas cirúrgicas de LSM foram desenvolvidas na década de 1960. Desde então, vários aprimoramentos e desenvolvimentos foram realizados, introduzindo abordagens modificadas (Figura 5). Atualmente, o LSM pode ser realizado por diferentes vias de acesso, sendo as mais empregadas a janela lateral e a transalveolar.¹⁶

Figura 5 – Desenvolvimento histórico da técnica de LSM.

Autor/Ano	Marco Histórico
Tatum (1970)	Aumento ósseo na região posterior da maxila utilizando enxerto autógeno de costela.
Tatum (1974)	Modificação da técnica de Caldwell-Luc, promovendo a fratura controlada da crista alveolar.
Tatum (1976)	Técnica de LSM por acesso lateral durante conferência nos EUA.
Boyne e James (1980)	Aperfeiçoaram a técnica de Tatum para LSM por via lateral e publicaram seus resultados.
Tatum (1986)	Abordagem transalveolar (também chamada transcristal) como alternativa ao acesso lateral.
Wood e Moore (1988)	Osteotomia tipo dobradiça (hinge osteotomy) para elevação do seio.
Summers (1994)	LSM por via crestal utilizando osteótomos cônicos com diâmetros progressivos.
Chen (1996)	Condensação hidráulica para elevação da membrana sinusal.
Fugazatto (1999)	Modificou a técnica com trefina para abordagem transcristal do seio maxilar.
Vercellotti et al. (2001)	Uso de instrumentos piezoelétrico para a osteotomia da janela óssea.
Soltan e Smiler (2005)	Uso de balão para elevação atraumática da membrana do seio maxilar.
Pommer e Watzek (2009)	Técnica de elevação do seio utilizando pressão com gel.
Lozada et al. (2011)	Utilização do Kit Dentium para LSM.
Ahn et al. (2012)	Técnica de LSM com o uso de fresas tipo reamer.
Kher et al. (2014)	Abordagem transalveolar minimamente invasiva para LSM.

Fonte: Adaptado de Alsharek et al. (2024)¹⁶

A escolha da abordagem cirúrgica deve levar em consideração a altura óssea residual.¹⁷ Os critérios para escolha entre as técnicas podem ser observados na Figura 6.

Figura 6 – Indicações para a escolha da técnica segundo a altura óssea residual.

Altura óssea remanescente	Procedimento indicado
≤ 3 mm	Técnica de janela lateral e posterior instalação de implante padrão
> 3 mm e ≤ 5 mm	Técnica de janela lateral e instalação imediata do implante ou técnica transalveolar com instalação simultânea de implantes curtos
> 5 mm e ≤ 9 mm	Técnica transalveolar com instalação simultânea de implante padrão

Fonte: Lyu et al. (2023)¹⁷

Cada técnica apresenta suas vantagens e desvantagens (Figura 7). A técnica com osteótomos apresenta a vantagem de ser menos invasiva. Como desvantagens dessa abordagem, há o desconforto relatado pelos pacientes durante os movimentos de percussão e maior incidência de vertigem pós-operatória, em comparação com outras abordagens.¹⁸

A técnica de janela lateral, em comparação com a abordagem transalveolar, apresenta como principal vantagem a possibilidade de execução sob visão direta, o que proporciona maior controle cirúrgico e melhor visualização do campo operatório. Por outro lado, essa abordagem é mais invasiva, devido à remoção significativa de tecido ósseo, o que pode resultar em maior trauma ao paciente.¹

Figura 7 – Comparação: técnicas de janela lateral e transalveolar.

Critério	Técnica transalveolar	Janela lateral
Vantagens	Técnica menos invasiva	Permite visualização direta da cavidade sinusal; campo operatório amplo e controlado, permite maior ganho em altura óssea
Desvantagens	Procedimento realizado sem visualização direta; área operatória restrita, menor ganho em altura óssea	Abordagem mais invasiva; maior desconforto para o paciente

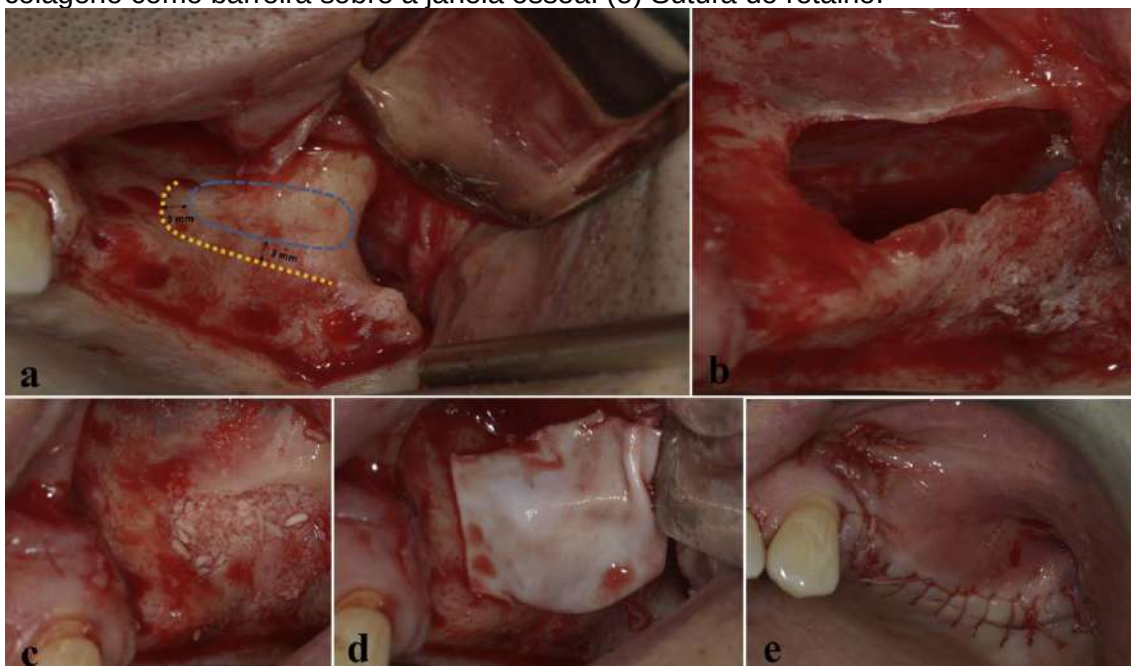
Fonte: Adaptado de Jiang et al. (2024)¹

2.1.3.1 Técnica da janela lateral

A abordagem cirúrgica conhecida como técnica da janela lateral, conforme ilustrado na Figura 6, envolve uma sequência operatória padronizada. A anestesia local é obtida por meio da infiltração associada aos bloqueios dos nervos alveolar superior posterior e palatino maior. Dependendo da necessidade de acesso, pode-se optar pela realização de incisões verticais na região vestibular, podendo estas ser feitas nas porções mesial, distal ou em ambas.⁹

A delimitação da janela na parede lateral do seio maxilar deve respeitar parâmetros anatômicos específicos: a borda inferior é posicionada cerca de 3 mm acima do assoalho do seio, a anterior a aproximadamente 3 mm da parede anterior, e sua extensão posterior pode alcançar a região da tuberosidade. A osteotomia pode ser realizada com instrumental rotatório de alta rotação ou, alternativamente, com equipamentos piezoelétricos, os quais podem reduzir o risco de perfuração da membrana sinusal.²

Figura 6 – (a) Desenho da osteotomia lateral: janela localizada a 3 mm da parede anterior e a 3 mm do assoalho do seio maxilar. (b) Remoção da parede lateral e descolamento da membrana de Schneider. (c) Instalação do material de enxertia. (d) Colocação de membrana de colágeno como barreira sobre a janela óssea. (e) Sutura do retalho.



Fonte: Danesh-Sani et al. (2016)⁹

Duas técnicas distintas podem ser aplicadas para a confecção da janela: a chamada “fratura incompleta” e a “remoção completa do retalho ósseo”. A primeira consiste em fraturar parcialmente a lâmina óssea lateral, que permanece presa e atua como cobertura do material enxertado. Essa estratégia, entretanto, apresenta limitações anatômicas em seios estreitos. A segunda técnica envolve a retirada completa da parede óssea, o que permite maior acesso visual e físico à cavidade sinusal.⁹

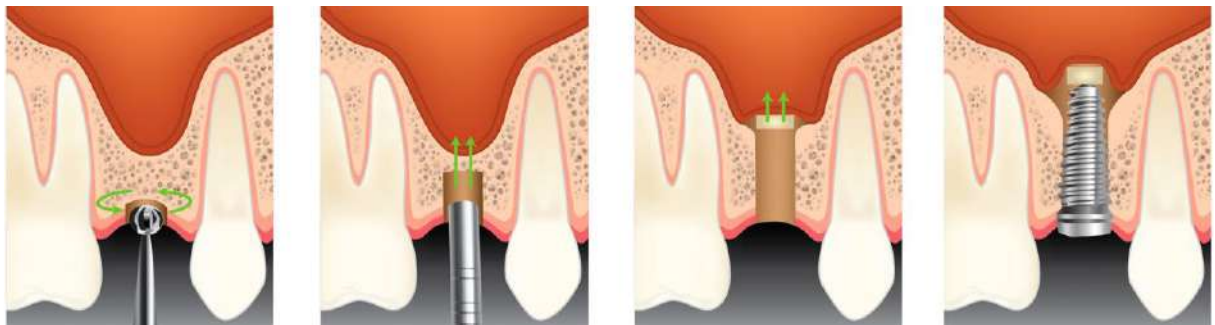
Em ambas, é essencial o deslocamento cuidadoso da membrana de Schneider de todas as paredes ósseas adjacentes, especialmente em direção à parede medial, a fim de garantir espaço suficiente para inserção dos biomateriais. Após esse descolamento, o próximo passo é o preenchimento da cavidade com o material de enxertia, que deve ser inserido de forma a ocupar toda a área trabalhada. Pode-se utilizar uma membrana de colágeno após o enxerto com a intenção de colaborar para neoformação óssea. A etapa final consiste no fechamento da ferida operatória, sendo fundamental para prevenir a contaminação do enxerto por microrganismos da cavidade bucal.²

Saglanmak et al. (2025)¹⁹, em estudo retrospectivo, avaliaram os níveis de perda óssea marginal em longo prazo associados à técnica de LSM por janela lateral. Foram examinados 289 implantes instalados em 101 pacientes, sendo as áreas enxertadas com biomaterial xenógeno coberto por membrana de colágeno. Os dados clínicos e exames radiográficos foram obtidos em consultas periódicas ao longo de um seguimento médio de 12,4 anos, variando entre 12 e 182 meses. A taxa de sobrevida dos implantes atingiu 92,93%, com 19 perdas observadas nesse intervalo. A média da perda óssea marginal após 15 anos foi de 1,80 mm, sem diferenças significativas entre os diferentes anos avaliados. Desse modo, os resultados indicaram que a técnica de janela lateral representa uma abordagem segura e funcional, com desempenho clínico satisfatório em longo prazo.

2.1.3.2 Técnica dos osteótomos de Summers

A técnica transalveolar (Figura 7), também conhecida como abordagem crestal indireta, foi inicialmente proposta por Tatum e posteriormente aprimorada por Summers com o uso de osteótomos cônicos de diâmetros progressivos. O procedimento inicia-se com anestesia local, seguida por uma incisão sobre a crista alveolar, que pode se estender até a região da tuberosidade em casos de necessidade de enxerto autólogo. Após o levantamento de um retalho mucoperiosteal total, expõe-se a crista óssea para o preparo do leito.⁴

Figura 7 – Técnica de Summers.



Fonte: Decker et al. (2024)¹⁸

A osteotomia começa com uma broca piloto de 2 mm, mantendo uma distância de segurança de cerca de 2 mm do assoalho do seio maxilar. A profundidade deve ser confirmada por imagem radiográfica. O alargamento do sítio cirúrgico pode ser feito com brocas escalonadas ou com osteótomos sequenciais. Em ossos de baixa densidade, os osteótomos são preferidos por favorecerem a compactação lateral do osso.¹⁸

Após o preparo, insere-se o material de enxertia no local da osteotomia, antes da fratura controlada do assoalho sinusal. Essa fratura é realizada com um osteótomo de menor diâmetro que o implante, por meio de leves percussões, até a ruptura da base óssea. Em seguida, o osteótomo de maior calibre é utilizado para empurrar o enxerto em direção à membrana sinusal, promovendo sua elevação. Esse processo pode ser repetido até atingir a altura desejada, sempre respeitando os limites anatômicos da membrana. A etapa final consiste na instalação do

implante, que deve ter diâmetro ligeiramente maior que o da osteotomia finalizada, garantindo uma estabilidade primária adequada.⁴

Caban et al. (2017)²⁰ realizaram um estudo retrospectivo para analisar a técnica de LSM por meio de osteótomos sem o uso de enxertos ósseos. Foram avaliados 53 implantes em 25 indivíduos, através de dados clínicos e radiográficos. Três implantes foram perdidos nos primeiros três anos, e a partir daí, não houve novas perdas até o acompanhamento de dez anos. Após dez anos, foram avaliados os resultados de 36 implantes, e a taxa de sobrevivência foi de 100% e a perda óssea marginal média foi de 0,6 mm.

2.1.4 Biomateriais utilizados

Os enxertos ósseos empregados em procedimentos de LSM são classificados de acordo com a sua origem em quatro tipos distintos: autógenos, alógenos, xenógenos e aloplásticos. Os enxertos autógenos, obtidos do próprio paciente, são a primeira alternativa documentada para enxertia do assoalho sinusal.²¹

Esses biomateriais apresentam um papel fundamental no processo regenerativo por meio de mecanismos biológicos: a osteogênese, referente à introdução direta de células formadoras de osso na área receptora; a osteoindução, caracterizada pela capacidade do material de induzir a diferenciação de células em osteoblastos; e a osteocondução, que diz respeito à função de arcabouço para migração celular e formação de vasos sanguíneos, além da estabilização inicial do coágulo.³

Apesar das propriedades osteogênicas, osteoindutoras e osteocondutoras, os enxertos autógenos apresentaram limitações, como a necessidade de uma segunda intervenção cirúrgica em local doador e uma taxa de reabsorção considerada elevada, frequentemente superior à taxa de formação óssea durante a fase de consolidação, o que pode resultar em menor ganho ósseo efetivo. Em contrapartida, outras categorias de enxertos passaram a ser utilizadas, a exemplo dos alógenos (provenientes de doadores da mesma espécie), xenógenos (derivados de espécies distintas) e aloplásticos (sintéticos ou de origem mineral).¹⁶

Além disso, considerando as limitações associadas ao uso exclusivo de osso autógeno, podem ser utilizadas composições mistas, com o intuito de preservar as vantagens biológicas dos autógenos ao mesmo tempo em que se reduzem as perdas volumétricas e a reabsorção acelerada. Em contextos de abordagem transcrestal, tornou-se comum a utilização de enxertos compostos por 25% de osso autógeno associado a 75% de hidroxiapatita.¹⁶

Trimmel et al. (2021)²² realizaram uma revisão de literatura com meta-análise para investigar os resultados de diferentes biomateriais no LSM. A pesquisa abrangeu publicações realizadas até outubro de 2019, com critérios de inclusão que contemplaram estudos clínicos focados na técnica de janela lateral em dois estágios, empregando osso autógeno ou biomateriais para enxerto, além de apresentarem os desfechos histomorfométricos obtidos por biópsias. O principal parâmetro avaliado foi a porcentagem de novo osso formado. De acordo com os resultados, o enxerto xenógeno bovino associado ao concentrado de medula óssea obteve o melhor resultado, com 81% de neoformação óssea, superando outras combinações como o xenógeno bovino com plasma rico em plaquetas (PRP) (77%) e cerâmica bioativa com osso autógeno (70%). A análise concluiu que o enxerto autógeno isolado não se manteve como o padrão de excelência, sendo os enxertos compostos mais eficazes após o período de cicatrização de 5 a 8 meses.

Pesce et al. (2021)⁷ conduziram uma revisão de literatura para investigar a influência da altura óssea residual e do ganho ósseo vertical na neoformação óssea e na reabsorção do enxerto no LSM, empregando diferentes biomateriais. A pesquisa envolveu uma análise dos estudos clínicos publicados até janeiro de 2021, com acompanhamento de pelo menos seis meses e contavam com pelo menos cinco pacientes, com comparações entre os biomateriais utilizados na abordagem lateral. Foram avaliadas as mudanças volumétricas do enxerto, a altura óssea residual, o ganho ósseo vertical, as falhas de implantes e as complicações pós-operatórias. Ao todo, 21 estudos foram incluídos, com 412 pacientes e 533 seios maxilares avaliados. Observou-se que o biomaterial xenógeno apresentou a menor redução volumétrica, enquanto o enxerto autógeno teve maior reabsorção. A análise também mostrou que a formação de novo osso não foi diretamente relacionada à altura óssea residual, sugerindo que um maior volume de enxerto pode resultar em menor formação de novo osso.

Jamcoski et al. (2023)²³, em estudo retrospectivo, examinaram o desempenho de enxertos ósseos e implantes, considerado o tipo de biomaterial empregado (autólogo, xenogênico e aloplástico), a altura óssea residual antes do procedimento e o impacto das perfurações da membrana durante o LSM. A amostra final foi composta por 472 enxertos e 757 implantes realizados por meio da técnica da janela lateral. A altura óssea residual foi medida por meio de tomografias. Os resultados indicaram uma taxa de sucesso de 98,3% para os enxertos e 97,2% para os implantes, sendo observada uma maior taxa de sucesso nos casos com altura óssea ≥ 4 mm. A ocorrência de perfuração da membrana não prejudicou os resultados, com taxas de sucesso de 97,96% para os enxertos e 96,2% para os implantes nesses casos. Constatou-se que o LSM constitui uma abordagem confiável para a inserção de implantes, apresentando bons resultados em longo prazo, independentemente do biomaterial escolhido.

2.1.5 Complicações

O LSM, assim como qualquer intervenção cirúrgica, pode estar associado a complicações (Figura 8), que podem ocorrer durante a operação ou após a sua realização. Entre as complicações mais frequentes, destacam-se a perfuração da membrana de Schneider, sangramentos, danos aos dentes adjacentes, fraturas ósseas, perfuração do osso alveolar, instabilidade no implante, posicionamento incorreto do implante, obstrução da abertura do seio maxilar e ingestão acidental de instrumentos cirúrgicos.²⁴

A perfuração da membrana de Schneider apresenta uma taxa de incidência entre 20% e 44% quando realizada pela abordagem pela janela lateral. Estudos apontam que a perfuração ocorre em 85% dos casos quando a altura da crista residual é de 3 mm, enquanto em cristas de 6 mm a taxa de perfuração é de apenas 25%. Em casos de perfurações menores, pode não ser necessário tratamento, porém, quando a perfuração é mais significativa, o procedimento deve ser interrompido ou, ao menos, uma membrana de colágeno deve ser utilizada para reparo. Caso o procedimento seja interrompido, uma nova tentativa deve ser realizada após 4 a 6 meses.²¹

Figura 8 – Classificação das complicações baseada no tempo de ocorrência.

Intraoperatórias	Pós-operatórias agudas	Pós-operatórias crônicas
Laceração/ Perfuração da membrana sinusal	Dor, edema, infecção	Infecção persistente
Sangramento	Sinusite aguda	Sinusite crônica
Obstrução do óstio	Hemossinus (acúmulo de sangue no seio maxilar)	Ápice do implante com lesão periapical
Instabilidade primária insuficiente	Fístula oroantral	Cisto maxilar pós-operatório
Fenestração / deiscência óssea	Ápice do implante causando vertigem posicional paroxística benigna	
Perfuração da cortical óssea alveolar	Hipoestesia palatina temporária ou permanente	

Fonte: Shenoy et al. (2021)²⁴

2.1.6 Perspectivas futuras e inovações

Nos últimos anos, a cirurgia de LSM tem experimentado avanços significativos, principalmente com a incorporação de tecnologias inovadoras, como a Inteligência Artificial (IA), a cirurgia guiada e o desenvolvimento de novos biomateriais. O uso de software baseado em IA para o planejamento pré-operatório se baseia no uso de tomografias computadorizadas para criar modelos tridimensionais detalhados da região maxilar, proporcionando uma visualização precisa das estruturas anatômicas envolvidas, e facilitando o planejamento do posicionamento tridimensional dos implantes, bem como a determinação exata da quantidade de material de enxerto necessário, resultando assim em maior eficiência e menor risco de complicações.²⁵

Outro avanço relevante associado é o desenvolvimento de guias cirúrgicas personalizadas, que são elaboradas com base nos modelos 3D gerados pelos softwares de IA. Essas guias permitem que o cirurgião realize as perfurações com maior precisão, o que reduz as chances de desvios anatômicos e perfurações indesejadas na membrana de Schneider. Como resultado, a instalação dos implantes pode ser realizada de forma mais precisa, o que contribui para a melhora dos resultados clínicos e acelera a recuperação dos pacientes.²⁵

A técnica de elevação do seio sem enxerto (ou "*graft-free*") é uma inovação que tem sido estudada nos últimos anos, que utiliza apenas o coágulo sanguíneo

para estimular a formação óssea. Essa abordagem apresenta uma redução nos custos e na morbidade associada à coleta de osso autólogo. Embora os resultados em termos de ganho de altura óssea sejam menores quando comparados aos métodos com enxerto, as taxas de sobrevivência dos implantes são comparáveis.¹²

Em termos de biomateriais, inovações incluem o uso de estratégias terapêuticas combinadas, que integram elementos celulares, moléculas sinalizadoras e suportes tridimensionais (arcabouços ou *scaffolds*). Essas terapias visam contornar as limitações dos biomateriais convencionais ao promoverem condições mais favoráveis para a formação óssea. Os arcabouços bioativos apresentam propriedades osteoindutoras e são estruturados para conter células com potencial osteogênico e fatores bioativos capazes de orientar a diferenciação celular, oferecendo, ao mesmo tempo, resistência mecânica suficiente para sustentar a arquitetura do tecido e viabilizar a neovascularização.²⁶

Um exemplo desta técnica é a combinação de enxertos xenógenos com concentrados de plaquetas autólogos, pois esse material pode acelerar o processo de cicatrização, especialmente em curto prazo, sem comprometer a taxa de sobrevivência dos implantes. Outras alternativas estudadas são os substitutos sintéticos à base de cerâmicas de fosfato de cálcio (como BCP e β -TCP), carbonato de cálcio e sulfato de cálcio, que têm se mostrado eficazes como alternativas ao osso natural.¹²

Os materiais biomiméticos representam uma concepção de biomateriais funcionalizados com capacidade de interferência direta nos processos biológicos que regulam a regeneração do tecido ósseo. Esses materiais são projetados para influenciar mecanismos fundamentais, como a resposta imunológica local, o equilíbrio entre formação e reabsorção óssea, bem como a ocorrência de processos infecciosos ou inflamatórios que possam impactar o resultado clínico, e desse modo aprimorar o processo de regeneração óssea.²⁶

3 DISCUSSÃO

O levantamento do seio maxilar (LSM) é amplamente empregado para viabilizar a reabilitação implantossuportada em pacientes com altura óssea limitada, geralmente inferior a 10 mm, na região posterior da maxila, frequentemente associada à pneumatização do seio maxilar. O procedimento consiste no levantamento cirúrgico da membrana sinusal, podendo ser realizado por técnicas diretas ou indiretas, com ou sem o uso de enxertos ósseos.^{2,4} Indica-se o LSM para quem necessita de aumento ósseo nessa região, porém existem contraindicações alinhadas às da instalação de implantes em geral, tais como infecções ativas e condições sistêmicas que prejudicam a osseointegração ou cicatrização. Além disso, há restrições específicas relacionadas à membrana sinusal, incluindo sinusite crônica, rinite alérgica severa, neoplasias ou cistos volumosos no seio e cirurgias prévias, como a técnica de Caldwell-Luc.⁴

Para a execução segura e previsível do LSM, é imprescindível o conhecimento detalhado da anatomia do seio maxilar, especialmente sua relação com estruturas nervosas e vasculares.^{1,2,4} A complementação desse entendimento por exames de imagem, em particular a TCFC, é essencial para avaliar a altura e densidade óssea, a presença de septos ósseos e as condições da membrana sinusal, todos fatores que influenciam diretamente o sucesso do procedimento.^{2,4} Os septos ósseos podem estar presentes em 20 a 35% dos casos, podendo demandar ajustes, como modificação da janela lateral ou remoção parcial do septo para facilitar o posicionamento do enxerto.^{4,9} A membrana de Schneider, por sua vez, apresenta variações consideráveis em espessura e pode estar fragilizada devido a inflamações ou tabagismo, aumentando a probabilidade de perfuramento durante a intervenção.^{4,9}

No entanto, mesmo diante de condições desfavoráveis, a aplicação adequada do conhecimento anatômico, aliada à escolha cuidadosa das técnicas e materiais, possibilita a redução significativa das complicações.² O sucesso do LSM depende de múltiplos fatores, tanto técnicos quanto relacionados ao paciente. Os principais indicadores clínicos usados para avaliar os resultados são as taxas de sobrevivência e de sucesso dos implantes.¹⁰ Além disso, fatores de risco, como tabagismo, alcoolismo crônico, uso de medicamentos que afetam a osseointegração e altura

óssea residual menor que 4 mm, devem ser controlados para evitar complicações.^{1,10} Já a idade, apesar de parecer um fator potencialmente limitante, não se relaciona significativamente à regeneração óssea, de modo que a idade avançada, por si só, não configura um impedimento ao procedimento.¹¹

A escolha do material para enxerto ósseo é importante para o êxito do procedimento. Embora o enxerto autógeno seja considerado o padrão-ouro, sua utilização pode ser limitada pela quantidade disponível e pela morbidade associada ao sítio doador. Por isso, biomateriais xenógenos, alógenos e aloplásticos são alternativas frequentes, além do uso de agregados plaquetários para estimular a cicatrização e maturação óssea.^{12,16}

Quanto à satisfação dos pacientes, os estudos mostram resultados positivos.^{13,14,15} A análise retrospectiva de Schiegnitz et al. (2017)¹³ indicou taxa de sobrevivência de implantes de 94,4% após cinco anos, com melhora significativa na percepção da saúde bucal. Resultados semelhantes foram observados por Bacevic et al. (2021)¹⁴, que registraram altas taxas de sobrevivência e satisfação tanto para a técnica de janela lateral quanto para a de osteótomos de Summers. Da mesma forma, a pesquisa recente de Naseri et al. (2025)¹⁵ relatou uma média de satisfação geral de 93,99% entre os pacientes.

Desde a sua introdução nos anos 1970, as técnicas cirúrgicas para LSM têm passado por constantes aprimoramentos. Inicialmente, a técnica da janela lateral, adaptada da abordagem de Caldwell-Luc, foi o método utilizado. Na década seguinte, surgiu a técnica transalveolar, que ganhou melhorias com a introdução dos osteótomos por Summers. Posteriormente, outras formas de acesso foram desenvolvidas, incluindo o uso de trefina e instrumentos piezoelétricos, além de métodos inovadores para o levantamento da membrana sinusal, como a técnica hidráulica e o uso de balões.¹⁶ A escolha da técnica mais adequada depende fundamentalmente da altura óssea residual, com critérios bem definidos para cada abordagem: a técnica transalveolar é recomendada para casos com disponibilidade óssea entre > 5 mm e ≤ 9 mm, enquanto a janela lateral se indica para pacientes com altura óssea até ≤ 3 mm.¹⁷

Cada técnica traz suas vantagens e limitações. A técnica com osteótomos de Summers, por exemplo, é considerada menos invasiva, mas seu uso está restrito a situações em que a quantidade óssea residual seja suficiente e pode gerar desconforto devido à percussão dos osteótomos. Por outro lado, a janela lateral,

apesar de mais invasiva, oferece visão direta do local cirúrgico e permite a realização do procedimento em pacientes com menor disponibilidade óssea.^{1,18}

A técnica da janela lateral para levantamento do seio maxilar envolve a realização de uma osteotomia, deslocamento da membrana sinusal, e inserção do biomaterial e a aplicação da membrana de colágeno.^{2,9} Os resultados a longo prazo, como demonstrado por Saglanmak et al. (2025)¹⁹ reforçam a segurança da técnica, com uma taxa de sobrevivência de implantes de 92,93% após um acompanhamento de 12 anos. Já a técnica dos osteótomos de Summers, ou abordagem transalveolar, consiste no preparo do leito ósseo com broca piloto e osteótomos sequenciais, seguido pela fratura controlada do assoalho do seio para elevação da membrana sinusal.^{4,18} Apresenta alta taxa de sobrevivência em longo prazo, como apontado por Caban et al. (2017).²⁰

Ao avaliar os biomateriais disponíveis, observou-se que, apesar do enxerto autógeno ainda ser considerado o padrão ouro devido a suas capacidades de osteogênese, osteoindução e osteocondução, outros biomateriais tem ganhado destaque, bem como o uso de combinações entre enxerto autógeno e xenógeno.^{3,16,21} A revisão de literatura com meta-análise de Trimmel et al. (2021)²² apontou para maior porcentagem de neoformação óssea utilizando enxerto xenógeno bovino associado a concentrado de medula óssea (81%), superando outras combinações, inclusive o autógeno isolado. Pesce et al. (2021)⁷ corroboraram essas observações ao relatar que biomateriais xenógenos exibem menor reabsorção volumétrica em relação ao autógeno. Por fim, Jamcoski et al. (2023)²³, em estudo retrospectivo, ressaltaram que, independentemente do biomaterial utilizado, o LSM apresentou taxas de sucesso acima de 97%.

Contudo, apesar de ser um procedimento com altos índices de sucesso e satisfação dos pacientes, a realização do LSM está sujeita a complicações que podem se manifestar durante o ato cirúrgico ou no período pós-operatório, classificando-se em eventos intraoperatórios, pós-operatórios agudos e crônicos, conforme detalhado por Shenoy et al. (2021).²⁴ Entre as intercorrências mais prevalentes estão a perfuração da membrana de Schneider, hemorragias, danos às estruturas dentárias vizinhas, além de dificuldades relacionadas à estabilidade e posicionamento do implante. A perfuração da membrana sinusal apresenta taxas variáveis entre 20% e 44% na abordagem pela janela lateral, incidindo com maior frequência em situações com altura óssea residual reduzida.²¹

No âmbito das perspectivas futuras, a evolução do LSM tem sido impulsionada por tecnologias, entre as quais se destacam o emprego IA no planejamento tridimensional pré-operatório, permitindo maior precisão no posicionamento dos implantes e na estimativa da quantidade necessária de enxerto, bem como o uso de guias cirúrgicos.²⁵ Outra abordagem que tem sido investigada é o LSM sem enxerto, que utiliza exclusivamente o coágulo sanguíneo como estimulador da osteogênese, pois apesar de proporcionar ganhos ósseos inferiores aos métodos tradicionais, demonstra taxas de sucesso dos implantes comparáveis.²⁶ No campo dos biomateriais, destaca-se o desenvolvimento de estratégias combinadas que integram células osteogênicas, moléculas sinalizadoras e arcabouços bioativos, assim como o uso de biomateriais biomiméticos, capazes de modular a resposta imunológica e equilibrar os processos de formação e reabsorção óssea.^{12,26}

Dessa forma, em suma, pode-se considerar que o LSM permanece como alternativa consolidada para reabilitações implantossuportadas em maxilas posteriores com altura óssea reduzida. A seleção da técnica cirúrgica, o domínio anatômico e técnico, aliado ao uso de biomateriais tem permitido, na prática clínica, atingir taxas de sucesso elevadas e alta previsibilidade.

Para investigações futuras, recomenda-se a realização de mais estudos clínicos, com tempo de acompanhamento ampliado, especialmente voltados à comparação entre as técnicas com e sem enxerto. Outras possibilidades também incluem estudos voltados à análise e desenvolvimento de novos biomateriais, e a integração de inovações tecnológicas no planejamento cirúrgico.

4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que o levantamento do seio maxilar configura uma abordagem consolidada para reabilitações com implantes na região posterior da maxila com altura óssea reduzida, apresentando altas taxas de sobrevivência em longo prazo e alta satisfação dos pacientes, seja pela técnica de janela lateral ou pela abordagem transalveolar com osteótomos de Summers. Em relação à escolha do material para enxerto, destaca-se o enxerto autógeno como padrão ouro, bem como combinações entre enxertos xenógenos e derivados autólogos, que têm mostrado desempenho satisfatório na neoformação óssea. O progresso nas técnicas operatórias, somado ao aprimoramento dos biomateriais e ao uso de tecnologias, vem favorecendo a segurança e a previsibilidade, reafirmando sua importância na prática clínica atual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Jiang X. An overview of maxillary sinus elevation: anatomically weak structures, complications, and managements. *BIO Web Conf.* 2024;111:02016.
- 2 Chittoria A, Malviya Y, Adurti A. Sinus Savvy: Exploring the Current Techniques of Maxillary Sinus Augmentation. *Cureus.* 2024 Jun 8;16(6):e61933.
- 3 Stacchi C, Spinato S, Lombardi T, Bernardello F, Bertoldi C, Zaffe D, Nevins M. Minimally Invasive Management of Implant-Supported Rehabilitation in the Posterior Maxilla, Part I. Sinus Floor Elevation: Biologic Principles and Materials. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2020 May/Jun;40(3):e85-e93.
- 4 Bathla SC, Fry RR, Majumdar K. Maxillary sinus augmentation. *J Indian Soc Periodontol.* 2018 Nov-Dec;22(6):468-473.
- 5 Guilherme AS, et al. Implantes osseointegráveis em áreas com levantamento do seio maxilar e enxertos ósseos. *RGO.* 2009;57(2):157–63.
- 6 Correia F, et al. Levantamento de seio maxilar pela técnica de janela lateral: tipos de enxertos. *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac.* 2012;53(3):190–6.
- 7 Pesce P, Menini M, Canullo L, Khijmatgar S, Modenese L, Gallifante G, Del Fabbro M. Radiographic and Histomorphometric Evaluation of Biomaterials Used for Lateral Sinus Augmentation: A Systematic Review on the Effect of Residual Bone Height and Vertical Graft Size on New Bone Formation and Graft Shrinkage. *J Clin Med.* 2021 Oct 27;10(21):4996.
- 8 Danesh-Sani SA, Loomer PM, Wallace SS. A comprehensive clinical review of maxillary sinus floor elevation: anatomy, techniques, biomaterials and complications. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2016 Sep;54(7):724-30.
- 9 Lee JE, Jin SH, Ko Y, Park JB. Evaluation of anatomical considerations in the posterior maxillae for sinus augmentation. *World J Clin Cases.* 2014 Nov 16;2(11):683-8.
- 10 Scaini R, Saleh MHA, Lai HC, Sangiorgi M, Zucchelli G, Testori T. Indications and Regenerative Techniques for Lateral Window Sinus Floor Elevation With Ridge Augmentation. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2025 Jun;27(3):e70007.
- 11 Peng W, Kim IK, Cho HY, Pae SP, Jung BS, Cho HW, Seo JH. Assessment of the autogenous bone graft for sinus elevation. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2013 Dec;39(6):274-82.
- 12 Saleh MHA, Sabri H, Di Pietro N, Comuzzi L, Geurs NC, Bou Semaan L, Piattelli A. Clinical Indications and Outcomes of Sinus Floor Augmentation With Bone Substitutes: An Evidence-Based Review. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2025 Feb;27(1):e13400.

- 13 Schiegnitz E, Kämmerer PW, Sagheb K, Wendt AJ, Pabst A, Al-Nawas B, Klein MO. Impact of maxillary sinus augmentation on oral health-related quality of life. *Int J Implant Dent*. 2017 Dec;3(1):10.
- 14 Bacevic M, Compeyron Y, Lecloux G, Rompen E, Lambert F. Intraoperative and postoperative outcomes of sinus floor elevation using the lateral window technique versus the hydrodynamic transalveolar approach: a preliminary randomized controlled trial. *Clin Oral Investig*. 2021 Sep;25(9):5391-5401.
- 15 Naseri R, Ghadirian A, Shirani M. Clinical outcomes of dental implants placed in the augmented maxillary sinus: A 5-year retrospective study. *Dent Res J* 2025;22:8.
- 16 Alsharekh MS, Almutairi AA, Jahlan AS, Alhazani AS, Almohaimeed SM, Aljnoubi LA, AlGhamdi GA, AlBenyan TT, Alduhyaman SF, Alnaffaie NM, Altalhi AM. Evolving Techniques and Trends in Maxillary Sinus Lift Procedures in Implant Dentistry: A Review of Contemporary Advances. *Cureus*. 2024 Oct 14;16(10):e71424.
- 17 Lyu M, Xu D, Zhang X, Yuan Q. Maxillary sinus floor augmentation: a review of current evidence on anatomical factors and a decision tree. *Int J Oral Sci*. 2023 Sep 15;15(1):41.
- 18 Decker AM, Stuhr S, Testori T, Wang HL. Clinical and radiographic changes following transcrestal sinus augmentation: A scoping review of the last 25 years. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2024 Dec;26(6):1338-1353.
- 19 Sağlanmak A, Arisan V, Karabuda C, Özyuvacı H. Dental Implant Rehabilitation of Posterior Maxillary Edentulism via Sinus Augmentation Using the Lateral Window Technique: A Retrospective Analysis of 289 Implants Followed Up for 15 Years. *J Funct Biomater*. 2025 Feb 13;16(2):65.
- 20 Caban J, Fermergård R, Abtahi J. Long-term evaluation of osteotome sinus floor elevation and simultaneous placement of implants without bone grafts: 10-Year radiographic and clinical follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2017 Dec;19(6):1023-1033.
- 21 Alshamrani AM, Mubarki M, Alsager AS, Alsharif HK, AlHumaidan SA, Al-Omar A. Maxillary Sinus Lift Procedures: An Overview of Current Techniques, Presurgical Evaluation, and Complications. *Cureus*. 2023 Nov 28;15(11):e49553.
- 22 Trimmel B, Gede N, Hegyi P, Szakács Z, Mezey GA, Varga E, Kivovics M, Hanák L, Rumbus Z, Szabó G. Relative performance of various biomaterials used for maxillary sinus augmentation: A Bayesian network meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2021 Feb;32(2):135-153.
- 23 Jamcoski VH, Faot F, Marcello-Machado RM, Melo ACM, Fontão FNGK. 15-Year Retrospective Study on the Success Rate of Maxillary Sinus Augmentation and Implants: Influence of Bone Substitute Type, Presurgical Bone Height, and Membrane Perforation during Sinus Lift. *Biomed Res Int*. 2023 Feb 20;2023:9144661.

- 24 Shenoy SB, Talwar A, Shetty S, Anegundi RV. Etiology and management of complications associated with sinus augmentation procedures. J Health Allied Sci NU. 2021;11(3):113–8.
- 25 Omid P. Modern Sinus Lift Techniques: Aided by AI. Glob J Oto, 2024; 26 (4): 556198.
- 26 Donos N, Akcali A, Padhye N, Sculean A, Calciolari E. Bone regeneration in implant dentistry: Which are the factors affecting the clinical outcome? Periodontol 2000. 2023 Oct;93(1):26-55.