

# **INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

### **DIFERENÇAS E BENEFÍCIOS DO L-PRF EM RELAÇÃO ÀS MEMBRANAS DE COLAGÉNIO NAS CIRURGIAS DE ELEVAÇÃO DO SEIO MAXILAR**

Trabalho submetido por

**Iara Furtado Torquato**

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**setembro de 2024**



# **INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

### **DIFERENÇAS E BENEFÍCIOS DO L-PRF EM RELAÇÃO ÀS MEMBRANAS DE COLAGÉNIO NAS CIRURGIAS DE ELEVAÇÃO DO SEIO MAXILAR**

Trabalho submetido por

**Iara Furtado Torquato**

para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

Trabalho orientado por

**Prof. Doutora Carla Ascenso**

e coorientado por

**Prof. Doutor Nuno Filipe Dourado Laranjeira**

**setembro de 2024**



*“Aos meus pais, meus avós  
e ao meu esposo  
por todo o apoio  
desde o início desta jornada.”*



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer à minha orientadora, Prof. Doutora Carla Ascenso, pela disponibilidade, orientação e apoio desde o princípio até o fim deste trabalho.

Também não poderia deixar de expressar minha gratidão ao meu coorientador, Prof. Doutor Nuno Laranjeira, por ter aceitado o convite para a coorientação desta tese.

Igualmente, agradeço ao Instituto Universitário Egas Moniz, em especial os Docentes Clínicos, a quem cito: Professora Doutora Ana Vieira e Professor Eduardo Guerreiro, que sempre foram muito solícitos e pacientes.

Além disso, agradeço imensamente aos meus pais e avós, que sempre me apoiaram desde pequena em todas as escolhas, mesmo quando foram decisões difíceis, como emigrar para outro país. Muito obrigada por acreditarem em mim e no meu potencial, por nunca deixarem eu desistir e por estarem sempre presentes, mesmo a quilómetros de distância. Amo-vos incondicionalmente.

Da mesma forma, quero agradecer ao meu querido e amado esposo, Paulo Sérgio, por todo o amor, toda a paciência e pela parceria incrível que temos. Eu não teria chegado até aqui sem sua ajuda e atenção. Obrigada por toda esta aventura e por mais um capítulo escrito na nossa história, meu melhor amigo, parceiro de box e amor.

Não poderia deixar de agradecer às amigas maravilhosas que construí durante estes dois últimos anos: aos amigos da equivalência, que estavam sempre a acolher diante de qualquer situação e que se tornaram uma segunda família; aos amigos conterrâneos e aos franceses que também compartilharam a rotina e a tornaram mais leve. Adicionalmente, agradeço aos amigos que estão no Brasil torcendo para que tudo ocorra bem.

Expresso também a minha eterna gratidão à senhora Madalena Martins que acolheu a mim e ao meu esposo quando chegamos a Lisboa e tornou-se uma mãe e grande amiga para nós.

Por último, mas não menos importante, sou grata infinitamente a Deus pelo dom da vida e pela saúde que me possibilita ir atrás dos meus sonhos, além de abençoar o meu caminho com pessoas maravilhosas.



## RESUMO

A perda dentária, causada por doenças e traumas, afeta a aparência, alimentação e comunicação dos pacientes. Os implantes dentários são a solução de referência para reabilitação de espaço edêntulos. No entanto, essa perda pode resultar em reabsorção óssea e expansão do seio maxilar, dificultando a reabilitação com implantes dentários na região anterior e posterior do maxilar. A elevação do seio maxilar é uma técnica cirúrgica que visa aumentar o volume ósseo para que seja possível a colocação de implantes.

Os enxertos ósseos são utilizados na elevação do seio maxilar para preencher o espaço entre o soalho do seio e a membrana de Schneider, que proporciona altura óssea adequada para implantes. Nas elevações do seio maxilar pela técnica de janela lateral é necessário o uso de membranas que atuam como barreiras na proteção do enxerto ali colocado.

Neste ínterim, o objetivo desta monografia foi comparar as vantagens e desvantagens do uso das membranas de colagénio e do L-PRF nas cirurgias de elevação do seio maxilar. Para isso, foi realizada uma revisão da literatura em livros e artigos presentes nas bases de dados do PubMed, Google Scholar, Scopus e Scielo dos últimos 5 anos, mas incluindo artigos de anos anteriores relevantes ao tema.

Deste modo, concluiu-se que a membrana de L-PRF e as membranas de colagénio possuem resultados clínicos similares, no que diz respeito a cicatrização e regeneração, fácil manipulação, função de barreira e boa maleabilidade nas cirurgias de elevação do seio maxilar. Devido ambas serem membranas reabsorvíveis, também enfrentam os mesmos desafios de rápida reabsorção, probabilidade de deslocamento e de possíveis infecções em caso de exposição do leito cirúrgico. Portanto, a escolha da membrana deve ser ponderada de acordo com o que for mais cómodo para o médico dentista e para o paciente.

Palavras-chave: “elevação do seio maxilar”, “L-PRF”, “membrana de colagénio”



## **ABSTRACT**

Tooth loss, caused by diseases and trauma, affects patients the appearance, nutrition, and communication of patients. Dental implants are the reference solution for the rehabilitation of edentulous spaces. However, this loss can result in bone resorption and expansion of the maxillary sinus, making it difficult to rehabilitate with dental implants in the anterior and posterior regions of the maxilla. Sinus lift surgery is technique that aims to increase bone volume to allow for implant placement.

Bone grafts are used in sinus lifts to fill the space between the sinus floor and the Schneiderian membrane, providing adequate bone height for implants. In lateral window sinus lifts, membranes are required as barriers to protect the graft placed in the site.

In this context, the aim of this monograph was to compare the advantages and disadvantages of using collagen membranes and L-PRF in sinus lift surgeries. To achieve this, a literature review was conducted in books and articles from databases such as PubMed, Google Scholar, Scopus and Scielo, covering the last 5 years, but including relevant older articles on the topic.

Thus, it was concluded that L-PRF membranes and collagen membranes have similar clinical outcomes regarding healing and regeneration, easy handling, barrier function, and good malleability in sinus lift surgeries. Since both are resorbable membranes, they also face the same challenges, such as rapid resorption, the probability of displacement, and the risk of infections if the surgical site is exposed. Therefore, the choice of membrane should be considered based on what is most convenient for both the dentist and the patient.

Keywords: “maxillary sinus elevation”, “L-PRF”, “collagen membrane”



## RESUMEN

La pérdida dental, causada por enfermedades y traumatismos, afecta la apariencia, la alimentación y la comunicación de los pacientes. Los implantes dentales son la solución de referencia para la rehabilitación de espacios edéntulos. Sin embargo, esta pérdida puede resultar en la reabsorción ósea y la expansión del seno maxilar, lo que dificulta la rehabilitación con implantes dentales en las regiones anterior y posterior del maxilar.

Los injertos óseos se utilizan en la elevación del seno maxilar para rellenar el espacio entre el suelo del seno y la membrana de Schneider, proporcionando la altura ósea adecuada para los implantes. En las elevaciones del seno maxilar mediante la técnica de ventana lateral es necesario el uso de membranas que actúan como barreras para proteger el injerto colocado en ese sitio.

En este contexto, el objetivo de esta monografía fue comparar las ventajas y desventajas del uso de membranas de colágeno y L-PRF en las cirugías de elevación del seno maxilar. Para ello, se realizó una revisión de la literatura en libros y artículos presentes en las bases de datos PubMed, Google Scholar, Scopus y Scielo de los últimos 5 años, pero incluyendo artículos de años anteriores relevantes al tema.

De este modo, se concluyó que la membrana de L-PRF y las membranas de colágeno presentan resultados clínicos similares en cuanto a cicatrización y regeneración, fácil manejo, función de barrera y buena maleabilidad en las cirugías de elevación del seno maxilar. Debido a que ambas son membranas reabsorbibles, también enfrentan los mismos desafíos, como la rápida reabsorción, la probabilidad de desplazamiento y el riesgo de infecciones en caso de exposición del lecho quirúrgico. Por lo tanto, la elección de la membrana debe considerarse según lo que sea más cómodo para el dentista y el paciente.

Palabras clave: “elevación del seno maxilar”, “L-PRF”, “membrana de colágeno”



## ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO .....	13
DESENVOLVIMENTO .....	15
1. Considerações anatômicas do seio maxilar .....	15
1.1. Anatomia do seio maxilar.....	15
1.2. Relação anatômica entre os dentes e o seio maxilar .....	18
1.3. Membrana de Schneider .....	19
2. Cirurgia de elevação do seio maxilar.....	20
2.1. Indicações.....	20
2.2. Contraindicações .....	20
2.3. Técnicas de elevação do seio maxilar .....	20
2.3.1. Técnica de Janela Lateral.....	21
Indicações .....	22
Contraindicações.....	22
2.3.2. Técnica do Osteótomo (acesso crestal).....	23
Indicações .....	23
Contraindicações.....	24
2.4. Tipos de enxerto .....	24
2.4.1. Autoenxertos.....	25
2.4.2. Aloenxertos.....	26
2.4.3. Xenoenxertos .....	27
2.4.4. Enxertos aloplásticos .....	28
3. Membranas .....	29
3.1. Membranas Não-Reabsorvíveis .....	29
3.2. Membranas Reabsorvíveis .....	30
3.2.1. Membranas de Colagénio .....	31
3.2.2. Fibrina Rica em Plaquetas e Leucócitos (L-PRF) .....	33
CONCLUSÕES .....	39
BIBLIOGRAFIA .....	41



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Vista frontal e vista lateral do crânio com o seio frontal, o seio maxilar, o seio esfenoidal e os seios etmoidais (Adaptado de Lyons, 2023) .....	15
Figura 2 – Corte frontal: anatomia dos seios paranasais (Adaptado de Netter, 2019) ...	16
Figura 3 - Corte sagital do seio maxilar (Adaptado de Netter, 2019) .....	17
Figura 4 – Vista frontal demonstrando o crescimento dos seios frontal e maxilar durante a vida (Adaptado de Netter, 2019) .....	18
Figura 5 - Membrana de Schneider na técnica cirúrgica de janela lateral indicada pela seta amarela (Adaptado de Farias et al., 2022) .....	19
Figura 6 - Propriedades biológicas dos enxertos (Adaptado de Gonçalves Sulzer et al., 2022) .....	25
Figura 7 - Representação esquemática das áreas extra-orais de coleta do osso autólogo (Realizada pela autora).....	26
Figura 8 - Apresentação comercial do Bio-Oss® da Geistlich Pharma AG (Geistlich Pharma AG. (nd). <i>Substituto ósseo esponjoso Geistlich Bio-Oss®</i> . Geistlich. [Grânulos 0.25mm – 1mm]. <a href="https://www.geistlich.com/dental/bone-substitutes/">https://www.geistlich.com/dental/bone-substitutes/</a> ) .....	28
Figura 9 - Representação esquemática do tubo após imediata centrifugação do sangue, que permite a desenvolvimento de um coágulo de fibrina estruturado e resistente no centro do tubo, o fundo com glóbulos vermelhos e o plasma acelular no topo (Realizada pela autora).....	35
Figura 10 - Exemplo de uma PRF box da Hyadesstore (Hyades Store. (nd). <i>PRF Box RGF &amp; GRF System</i> . <a href="https://www.hyadesstore.com/products/prf-box">https://www.hyadesstore.com/products/prf-box</a> ).....	36
Figura 11 - Obtenção do L-PRF: Coleta sanguínea do paciente (A), separação do <i>buffy coat</i> (B), coágulos de L-PRF após serem seccionados e antes de serem prensados (C) (Imagens cedidas pelo colega Paulo Sérgio Guimarães) .....	37



## LISTA DE ABREVIATURAS

e-PTFE:	politetrafluoroetileno expandido
L-PRF:	Fibrina Rica em Plaquetas e Leucócitos
mm:	milímetro
ROG:	Regeneração Óssea Guiada
RPM:	Rotações Por Minuto
RTG:	Regeneração Tecidual Guiada
µm:	micrómetro
FDA:	Food and Drug Administration
CE:	Conformidade Europeia
cm:	centímetro



## **INTRODUÇÃO**

A perda dentária é muito frequente e pode ser causada por doenças e traumas (Gaviria et al., 2014). A ausência de dentes não influencia apenas a aparência de um indivíduo, mas também pode acarretar problemas na alimentação e comunicação verbal (Correia et al., 2018). Atualmente, para a reabilitação oral de espaços edêntulos os implantes dentários são considerados referência (Juzikis et al., 2018).

A perda de dentes causa reabsorção horizontal-vertical do osso, que pode levar à expansão do seio maxilar em direção à crista alveolar. Desta forma, ocorre uma redução na quantidade, qualidade e altura óssea disponível, o que dificulta a colocação de implantes dentários na região anterior e posterior do maxilar (Chitsazi et al., 2018).

Os seios maxilares, também conhecidos como antro de Highmore, situam-se no interior do maxilar, representam o maior dos seios paranasais e são os primeiros a desenvolverem-se (Krouse, 2012). Estes últimos têm funções significativas na ressonância vocal, conformação craniofacial e desempenham papel crucial nas vias respiratórias, pois fornecem um certo nível de calor e humidificação ao ar inspirado, de acordo com O’Rahilly et al (1983). O processo alveolar do maxilar desempenha o papel de suporte para a dentição e constitui simultaneamente o limite inferior do seio maxilar (Weber & Hosemann, 2015).

A pneumatização do seio maxilar é induzida devido à perda dentária o que, segundo Misch (2008), pode originar a fusão do soalho do seio e da crista do osso alveolar em casos severos. A cirurgia de elevação do seio maxilar é considerada uma das principais abordagens para atenuar a deficiência de volume ósseo, com a finalidade de posterior reabilitação com implantes nas áreas edêntulas (Beck et al., 2021).

Em 1976, Tatum foi pioneiro na descrição da técnica para a cirurgia de elevação do seio maxilar (Parra et al., 2018). Posteriormente, a abordagem cirúrgica foi modificada e publicada por Boyne e James em 1980 (Boyne & James, 1980). Este procedimento pode ser realizado de maneiras diferentes, como a técnica de janela lateral, técnica de osteótomo, técnica de osteodensificação, técnica de anstrostomia crestal e a técnica com balão (Bhalla & Dym, 2021).

A elevação do seio maxilar é complementada por um enxerto ósseo que preenche o espaço existente entre o soalho do seio e a membrana de Schneider. Isto visa garantir a altura adequada para posterior colocação de implantes (Al-Dajani, 2016). Com o desenvolvimento das técnicas cirúrgicas e dos materiais de enxerto, é possível alcançar

prognósticos mais favoráveis com a colocação de implantes na região posterior da maxila (Silva et al., 2016). Deste modo, para o aumento ósseo do seio maxilar, são empregues distintos tipos de biomateriais, tais como autoenxertos, aloenxertos, xenoenxertos, materiais de enxerto aloplástico, combinação de materiais de enxertos e fatores de crescimento (Danesh-Sani et al., 2016; Correia et al., 2018). Uma das alternativas amplamente reconhecida e geralmente utilizadas para esta cirurgia são os enxertos autógenos ou materiais substitutos ósseos (Chitsazi et al., 2018; Parra et al., 2018).

A fibrina rica em plaquetas e leucócitos (L-PRF) tem como finalidade melhorar a estabilidade do coágulo, aumentar a libertação de fatores de crescimento, acelerar o processo de cicatrização, aprimorar a qualidade do osso formado e otimizar a neoformação óssea (Damsaz et al., 2020). Nas cirurgias de elevação do seio maxilar também são empregues membranas de colagénio, especialmente quando ocorre perfuração da mucosa sinusal, uma complicação bastante comum. Quando isto acontece, a correção pode ser realizada mediante a aplicação de membrana de colagénio (Hirota et al., 2019; Kawakami et al., 2019).

O objetivo desta monografia foi a elaboração de uma revisão narrativa sobre o uso das membranas de L-PRF e das membranas de colagénio em cirurgias de elevação do seio maxilar, comparando as indicações, contraindicações, vantagens e desvantagens, com a finalidade de determinar qual a melhor opção. Para tal, como metodologia de pesquisa recorreu-se às bases de dados PubMed, Google Scholar, Scopus e Scielo, preferencialmente dos últimos 5 anos, mas incluindo artigos de anos anteriores a este intervalo com conteúdos referentes e relevantes ao tema. A seleção inicial de artigos foi feita baseada nos títulos e resumos, com o intuito de verificar estudos pertinentes à temática. Os critérios de inclusão foram definidos com base na tipologia (revisões sistemáticas, ensaios clínicos, ensaios clínicos randomizados e relatos de caso), idioma inglês e em estudos relevantes para a presente revisão, com as palavras-chave: “elevação do seio maxilar”, “L-PRF”, “membrana de colagénio”.

## DESENVOLVIMENTO

### 1. Considerações anatômicas do seio maxilar

#### 1.1. Anatomia do seio maxilar

O conhecimento sobre a anatomia dos seios da face é primordial e necessário para a compreensão dos princípios que envolvem a realização da técnica cirúrgica, planeamento e gestão da elevação do seio maxilar. Antes de realizar o procedimento também é essencial a identificação e percepção de outras estruturas anatômicas importantes (Bathla et al., 2018).

Os seios paranasais localizam-se no interior dos sete ossos do crânio: o frontal, os temporais, o esfenóide, o etmoide e o maxilar. Além disso, possuem comunicação com a cavidade nasal e são cavidades pneumáticas (Batista et al., 2011; Ogle et al., 2012). Existem quatro pares de seios paranasais: o seio frontal, o seio maxilar, o seio esfenoidal, e os seios etmoidais (figura 1) (Freire et al., 2018; Testori et al., 2019).

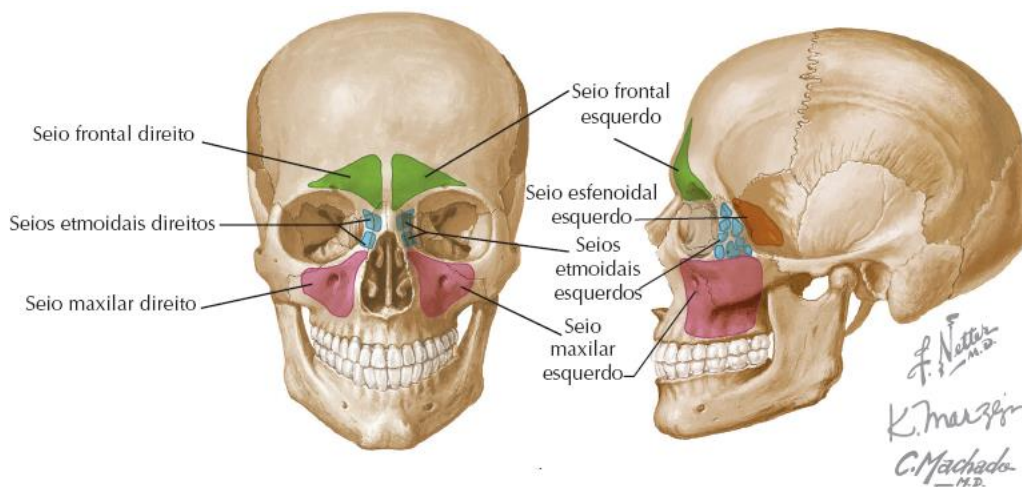


Figura 1 - Vista frontal e vista lateral do crânio com o seio frontal, o seio maxilar, o seio esfenoidal e os seios etmoidais (Adaptado de Lyons, 2023)

Entre as inúmeras funções dos seios paranasais, pode destacar-se a proteção das estruturas intracranianas e intraorbitárias, redução do peso do crânio, a contribuição no crescimento craniofacial, a participação na produção de muco, o aquecimento e a humidificação do ar inspirado, a ressonância vocal, e, adicionalmente, a capacidade de

fornecer isolamento térmico para o encéfalo, o que permite o equilíbrio da pressão na cavidade nasal, quando há variações barométricas (Batista et al., 2011; Jankowski et al., 2016).

O seio maxilar, estrutura anatômica localizada na maxila, é um espaço aéreo que se estende bilateralmente, dividindo-se em dois hemisférios. O mesmo é delimitado pela cavidade nasal a mesial, posteriormente pela tuberosidade maxilar, superiormente pela órbita e inferiormente pelo osso alveolar (figura 2) (Freire et al., 2018). Dos seios paranasais, o seio maxilar é o maior de todos e sua cavidade aproxima-se da forma de uma pirâmide com base quadrangular próxima à cavidade nasal, o vértice em direção ao processo zigomático do osso maxilar e porção superior formando o soalho da órbita. Apresenta uma cavidade conhecida como óstio que é uma abertura oval ou em fenda que funciona como um canal de escoamento localizado na parte superior da parede medial (Danesh-Sani et al., 2016).

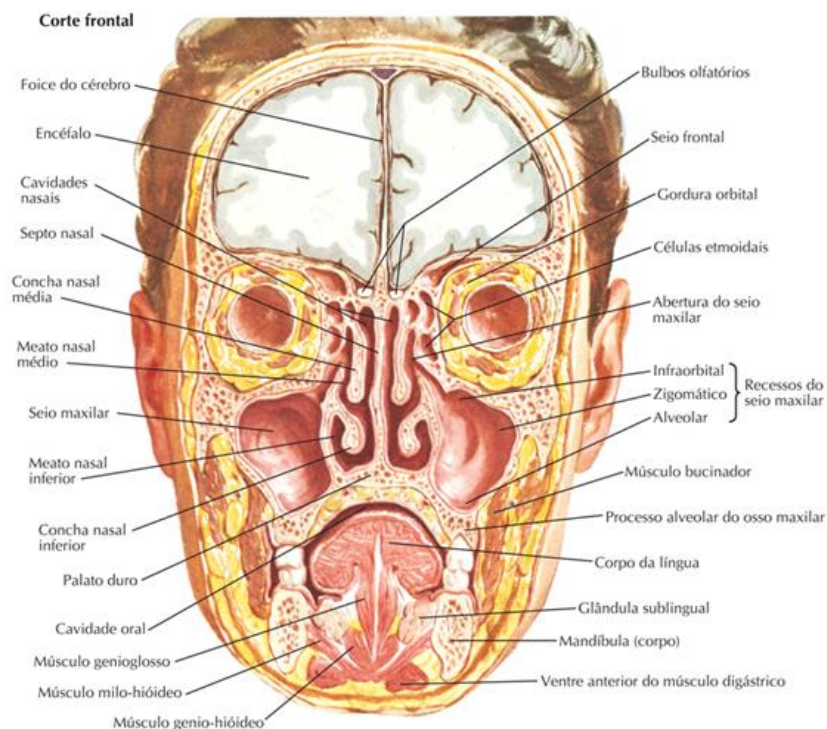


Figura 2 – Corte frontal: anatomia dos seios paranasais (Adaptado de Netter, 2019)

O fundo do seio maxilar estende-se anteriormente à região pré-molar ou canina e posteriormente à tuberosidade maxilar e com frequência, a parte inferior próxima à região do primeiro molar (figura 3) (Danesh-Sani et al., 2016). A parede lateral do seio é composta por osso delgado e este é o local de acesso na abordagem cirúrgica da janela lateral na elevação do seio. O óstio do seio comunica-se com a parede medial (Khehra et al., 2020). Do ponto de vista histológico, o seio maxilar é revestido por epitélio pseudoestratificado ciliado, em que os cílios revestem a sua membrana e mantém a cavidade livre de agentes patogénicos (Bhalla & Dym, 2021).

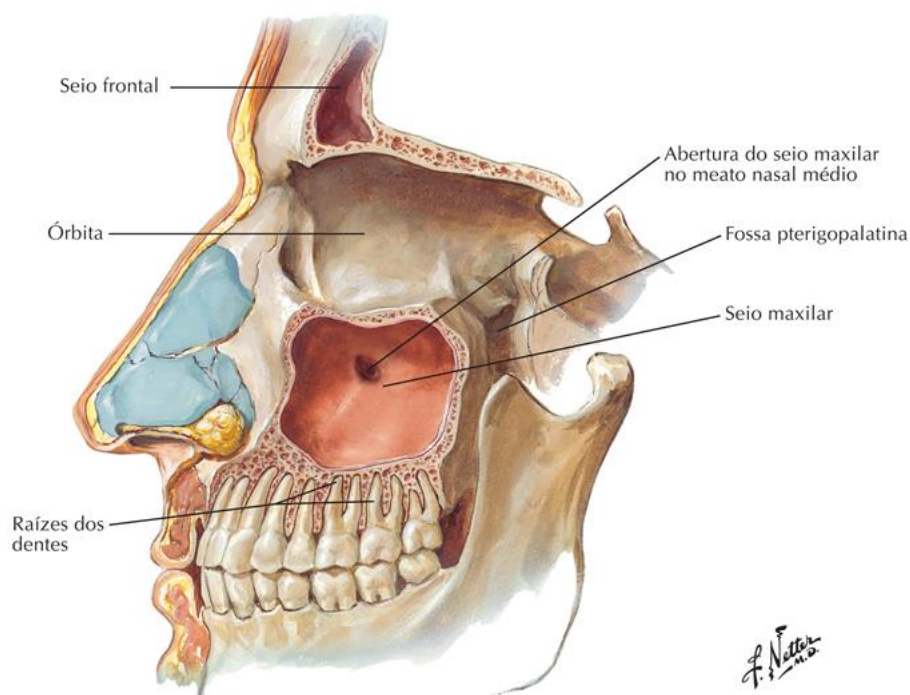


Figura 3 - Corte sagital do seio maxilar (Adaptado de Netter, 2019)

Na décima semana de vida intrauterina, começa o desenvolvimento do seio maxilar por meio da mucosa do infundíbulo etmoidal (Iwanaga et al., 2019; Nuñez-Castruita et al., 2012). O crescimento do seio acompanha proporcionalmente o desenvolvimento dos ossos da face. Este processo acontece mutuamente e é dividido em três fases, em que a primeira ocorre nos 3 primeiros anos de vida. Já a segunda fase acontece no período dos 6 aos 12 anos com a extensão lateral ao processo zigomático da maxila e extensão inferior do palato duro aos 9 anos de idade. Durante a terceira fase, há

uma expansão do seio devido à pneumatização do alvéolo maxilar, à medida em que os dentes pré-molares e molares permanentes erupcionam, é gerado deslocamento do soalho do seio 4 a 5 mm abaixo do soalho da cavidade nasal (figura 4) (Whyte & Boeddinghaus, 2019).

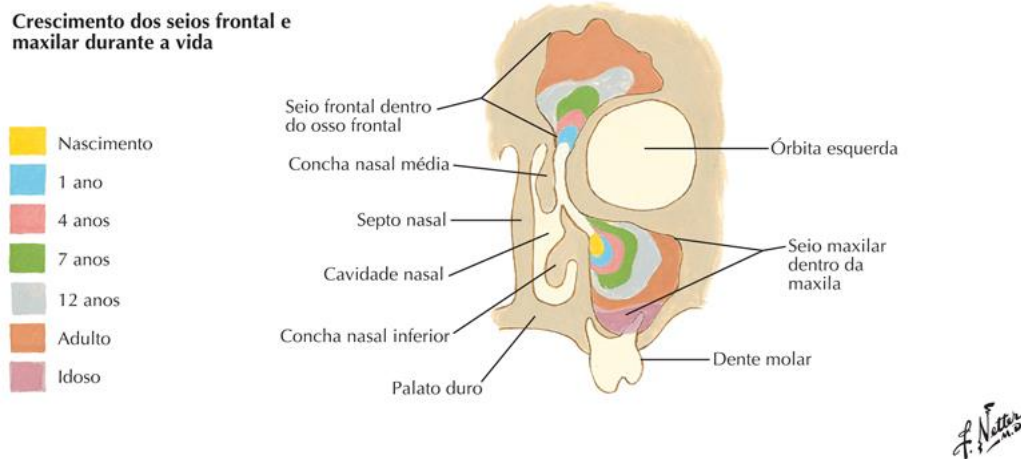


Figura 4 – Vista frontal demonstrando o crescimento dos seios frontal e maxilar durante a vida (Adaptado de Netter, 2019)

## 1.2. Relação anatómica entre os dentes e o seio maxilar

A relação anatómica entre o seio maxilar e a dentição é bastante variável devido à pneumatização do processo alveolar (Bathla et al., 2018). A ausência dentária é também um fator que interfere na anatomia do seio, pois há um aumento da atividade osteoclástica dentro do perióstio da membrana sinusal que origina reabsorção, redução de altura óssea vertical, o que poderá levar a pneumatização (Mohan et al., 2015; Möhlhenrich et al., 2015; Tavelli et al., 2017).

As raízes dos pré-molares e molares superiores encontram-se bastante próximas da face inferior do seio maxilar. As raízes dos molares têm mais proximidade dos seios da face do que as raízes dos pré-molares (Bathla et al., 2018). Os segundos molares superiores são os dentes que possuem as raízes mais próximas do seio, especialmente a raiz mesiovestibular (Bathla et al., 2018; Mohan et al., 2015). Consecutivamente, são os primeiros molares, seguidos pelos terceiros molares, segundos pré-molares e por último, os primeiros pré-molares em que, em relação aos demais dentes posteriores, o ápex da

raiz palatina do primeiro pré-molar é o mais distante do seio (Batista et al., 2011; Iwanaga et al., 2019; Mohan et al., 2015). Pacientes com alto nível de pneumatização e parcialmente desdentados pode haver proximidade com a raiz do canino superior (Correia et al., 2012).

### 1.3. Membrana de Schneider

As paredes do seio maxilar são revestidas por uma mucosa extremamente fina, denominada de membrana Schneideriana ou Schneider (figura 5) (Bathla et al., 2018; Correia et al., 2012). Esta membrana possui cerca de 0,8 mm de espessura (Bathla et al., 2018). Histologicamente a membrana de Schneider é constituída pelo periósteo, que é a parte mais externa que reveste o seio. Este periósteo é revestido por uma camada de tecido conjuntivo altamente vascularizado, responsável pela nutrição da membrana. Por último, há uma camada composta por epitélio respiratório cilíndrico pseudoestratificado ciliado (Mohan et al., 2015; Bathla et al., 2018).

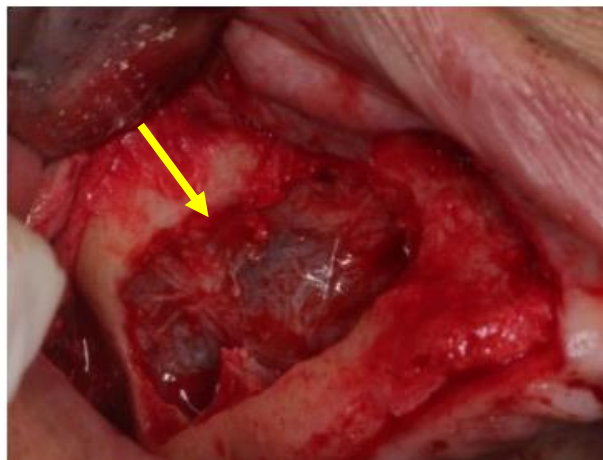


Figura 5 - Membrana de Schneider na técnica cirúrgica de janela lateral indicada pela seta amarela (Adaptado de Farias et al., 2022)

É importante ressaltar que a membrana de Schneider possui glândulas seromucosas, que desempenham importante função na defesa e proteção do seio, além da capacidade osteogénica, que é de extrema importância para a cirurgia de elevação do seio maxilar (Kalyvas et al., 2018). Quando ocorre alguma patologia, um processo inflamatório ou processo alérgico a espessura citada anteriormente (0,8 mm) pode tornar-

se espessa, o que dificulta a cirurgia de elevação do seio (Bathla et al., 2018; Mohan et al., 2015; Ogle et al., 2012). Além disso, o espessamento da membrana pode estar associado a fatores locais como a perda óssea ou periodontite. Pessoas do sexo masculino fumadores ou que têm mais de 60 anos de idade também tendem a possuir uma mucosa mais espessa (Ramanauskaite et al., 2019).

## **2. Cirurgia de elevação do seio maxilar**

### **2.1. Indicações**

A cirurgia de elevação do seio maxilar é indicada para o aumento da altura vertical na região posterior do maxilar. Este procedimento tem como finalidade facilitar a inserção de implantes dentários com comprimento adequado em áreas que possuem perda óssea e altura óssea vertical insuficiente e/ou limitada (inferior a 10 mm) (Bhalla & Dym, 2021; Rahpeyma & Khajehahmadi, 2018). Além disso, também é recomendada em situações em que a qualidade e quantidade de osso no maxilar posterior não é satisfatória. Os maxilares superiores que apresentam atrofia severa têm igualmente indicação para o procedimento cirúrgico (Bathla et al., 2018).

### **2.2. Contraindicações**

Pessoas que possuem rinite alérgica grave, sinusite crônica recorrente, hipoplasia do seio maxilar, sinusite fúngica, neoplasias sinusais, tumor ou quisto de grandes proporções no seio, psicose, doenças crônicas não controladas (diabetes mellitus, por exemplo), fístula oroantral, fibrose quística e pacientes grávidas estão contraindicados a realizar a cirurgia (Khera et al., 2020).

Indivíduos que se submeteram a quimioterapia e/ou radioterapia estão absolutamente contraindicados (Bathla et al., 2018).

O hábito do alcoolismo também é considerado contraindicado (Mohan et al., 2015).

O espessamento radiográfico da membrana de 6-9 mm é considerado contraindicado para a elevação do seio maxilar com ou sem obliteração parcial do mesmo. Além disso, se há presença de inflamação e/ou infecção por causas diversas, também não é indicada a cirurgia (Hammuda & Ghoneim, 2021).

### **2.3. Técnicas de elevação do seio maxilar**

A cirurgia de elevação do seio maxilar é vista como uma opção de tratamento que é considerada segura e apresenta risco reduzido de complicações (Boyne & James, 1980). Este procedimento tem como objetivo principal a criação de altura e largura suficientes para que a colocação adequada dos implantes dentários seja facilitada (Alshamrani et al., 2023). A anatomia do seio maxilar do paciente, a altura óssea remanescente e a preferência do médico dentista são fatores importantes para a escolha da técnica cirúrgica que será aplicada (Al-Dajani, 2014).

Várias abordagens cirúrgicas foram estabelecidas para acessar a cavidade sinusal e elevar a sua membrana, como a técnica de janela lateral, técnica de osteótomo, técnica de osteodensificação, técnica de anstrostomia crestal e a mais recente técnica com balão (Albadani et al., 2024; Bhalla & Dym, 2021).

A técnica da janela lateral (abordagem direta) e a técnica do osteótomo (abordagem indireta) são as principais para este procedimento (Bathla et al., 2018). Na primeira, o seio maxilar é elevado por meio de um acesso através de uma janela óssea lateral, neste momento são utilizados os enxertos ósseos para o preenchimento do espaço da membrana elevada e, geralmente após a cicatrização, os implantes são colocados. No entanto, a técnica com osteótomo, ocorre um estágio único, em que há uma abordagem crestal ou transalveolar, e os implantes dentários são inseridos simultaneamente à cirurgia de elevação do seio (Alshamrani et al., 2023; Albadani et al., 2024).

### **2.3.1. Técnica de Janela Lateral**

A técnica de janela lateral foi introduzida e descrita por Tatum em 1976 e, posteriormente, publicada por Boyne & James em 1980 (Danesh-Sani et al., 2016). Nesta técnica é feita uma abertura oval ou quadrangular na parede lateral da maxila, próxima ao soalho do seio e, depois, um suave descolamento da membrana do soalho (através da utilização de curetas próprias para elevação de seio maxilar), elevando-a para posterior colocação de enxertos ósseos no espaço conseguido e fechamento da janela óssea através do uso de membranas (Alshamrani et al., 2023).

A abordagem lateral é ideal em casos de perda óssea substancial, pois é possível o aumento da altura vertical em mais de 9 mm e em maiores extensões. Peças de mão de alta velocidade ou instrumentos piezoelétricos precisos podem ser utilizados para a execução da osteotomia. Entretanto, uma ponta piezoelétrica reduz em grande escala a

probabilidade de alguma complicação, como a perfuração da membrana, tornando o procedimento mais seguro (Alshamrani et al., 2023).

A colocação dos implantes dentários pode ser realizada simultaneamente ou posteriormente à elevação do seio maxilar. Quando a colocação dos implantes é feita em etapa única, o tempo cirúrgico é menor e também há redução da morbidade, pois não é necessária uma segunda intervenção cirúrgica (Correia et al., 2018). No entanto, se a elevação do seio maxilar e a colocação do implante são feitas em etapas distintas, o risco de haver infecção pós-operatória do enxerto é menor. Isto deve-se ao fato de haver um maior período de maturação, e, conseqüentemente, consolidação e cicatrização do material de enxerto ósseo (Correia et al., 2018).

### *Indicações*

A técnica de janela lateral é recomendada em diversas situações, conforme descrito a seguir (Correia et al., 2012; Correia et al., 2018; Mohan et al., 2015; Testori et al., 2019):

1. Quando a altura óssea remanescente impossibilita a colocação de implantes com comprimento *standard* ou quando não há possibilidade de realizar a elevação do seio maxilar com a técnica dos osteótomos.

2. Quando se realiza a elevação do seio simultaneamente à colocação dos implantes (em uma única etapa), está definida que a altura óssea residual pode estar em torno do intervalo de 4 a 5 mm.

3. Quando se realiza a elevação do seio e posteriormente a colocação de implantes (em duas etapas), a altura óssea residual deve variar entre 1 a 4 mm.

4. Quando há necessidade de inserir uma extensa quantidade de biomaterial uma vez que, só é possível através deste tipo de técnica.

5. Quando existem inúmeros septos em causa.

### *Contraindicações*

Esta técnica também apresenta algumas contraindicações antes de ser executada (Correia et al., 2012; Correia et al., 2018; Mohan et al., 2015; Testori et al., 2019):

1. Fumadores excessivos.

2. Patologias nos seios maxilares como tumores ou quistos.

3. Problemas psicológicos.

#### 4. Sinusite aguda ou crônica não tratadas.

### 2.3.2. Técnica do Osteótomo (acesso crestal)

Summers (Summers, 1994) foi o primeiro a empregar esta abordagem na década de 90 do século passado. Foi considerada menos invasiva para a elevação do seio maxilar, por ser realizada através de um acesso crestal, comprimindo o osso apicalmente em direção ao seio, promovendo a elevação da membrana de Schneider. Posteriormente houve uma modificação em que consistiu na adição de partículas de enxerto ósseo na osteotomia. Para pacientes com altura residual óssea superior a 5 mm é uma opção bem definida (Danesh-Sani et al., 2016).

Além disso, esta abordagem apresenta várias vantagens, como, procedimentos cirúrgicos eficientes, tempo de cirurgia reduzido, menor risco de complicações, maior satisfação do paciente e menor desconforto pós-operatório. A técnica do osteótomo geralmente aumenta a altura vertical do osso de 3 para 9 mm (Alshamrani et al., 2023).

A técnica consiste em uma elevação transalveolar do soalho do seio maxilar, que começa com um retalho no sentido mesiodistal ao longo da crista alveolar, de modo que ocorra a exposição do osso (Alshamrani et al., 2023; Mohan et al., 2015). Em seguida, para a marcação do campo cirúrgico uma broca esférica é usada na crista alveolar. Após isto, outra broca é usada, mas desta vez uma broca piloto, que possua diâmetro entre 1 a 1,5 mm, menor que o diâmetro final do implante. A trepanação inicial para a colocação do implante deve ficar a 1 mm da parede inferior do seio (Mohan et al., 2015).

Depois do diâmetro ser calculado, uma fratura óssea controlada é feita com os osteótomos. Estes instrumentos, que proporcionam uma pressão que compacta as camadas ósseas da qual resulta a criação de uma porção mais densa entre o osso e o implante. O processo de compactação impulsiona a massa óssea para a área apical da cavidade do seio, o que faz com que a membrana de Schneider seja elevada indiretamente (Mohan et al., 2015; Bathla et al., 2018).

#### *Indicações*

A técnica do osteótomo para a elevação do seio maxilar é geralmente indicada (Bathla et al., 2018; Correia et al., 2018):

1. Quando a altura óssea residual for  $\geq 6$  mm de modo que assegure a estabilidade primária do implante.
2. Quando há necessidade de ganho vertical entre 3 e 9 mm.

3. Para pequenos aumentos de elevação de seio, tendo em consideração que a quantidade possível de formação óssea é menor que a de elevação lateral.

#### *Contraindicações*

Encontram-se igualmente descritas contraindicações para a técnica do osteótomo, designadamente (Bathla et al., 2018; Correia et al., 2018):

1. Existência de osso denso.
2. Existência de paredes ósseas (interna ou lateral) muito finas.

#### **2.4. Tipos de enxerto**

A experiência e habilidades do médico dentista, a resposta biológica do paciente e a qualidade dos materiais de enxerto são fatores cruciais para que a regeneração cirúrgica seja bem-sucedida (Murphy et al., 2013).

A integração do enxerto ósseo inicia com a formação de um coágulo sanguíneo dentro e ao redor do enxerto, fornecendo nutrientes ao local até que ocorra a formação de novos capilares e vasos sanguíneos. A reação inflamatória causada pela lesão inicial da cirurgia leva ao desenvolvimento de tecido de granulação na área do enxerto. A revascularização do tecido é promovida por esse crescimento tecidual, que atrai células viáveis do enxerto e células osteoprogenitoras do recetor, facilitando a reabsorção do enxerto e a neoformação de tecido ósseo (Buck & Dumanian, 2012).

Para a cirurgia de elevação do seio são empregues vários biomateriais para a neoformação óssea por meio de enxertos, como: o autoenxerto, o aloenxerto, o xenoenxerto, materiais aloplásticos e fatores de crescimento. O objetivo principal destes enxertos é preservar o espaço necessário e garantir a estabilidade mecânica, evitando o desenvolvimento de tecido mole indesejado e servir como um guia para formação de novo tecido ósseo (Correia et al., 2012).

Os biomateriais devem ter propriedades de osteocondução, osteogénese e osteoindução (figura 6). Além disso, devem ser fisiologicamente estáveis, biocompatíveis, imunologicamente inativos, não transportarem nenhum tipo de patologia e devem ser reabsorvidos após a regeneração óssea (Murphy et al., 2013; Correia et al., 2012).

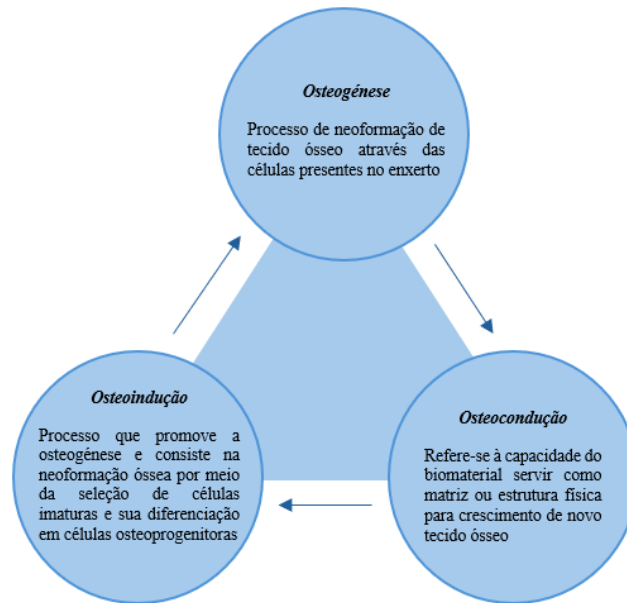


Figura 6 - Propriedades biológicas dos enxertos (Adaptado de Gonçalves Sulzer et al., 2022)

#### 2.4.1. Autoenxertos

O biomaterial que possui as propriedades de osteocondução, osteogênese e osteoindução e que é considerado *gold standard* é o autoenxerto ou, como também é denominado, enxerto autógeno. Com este tipo de enxerto, a probabilidade de o paciente apresentar reações imunológicas e transmissão de doenças é praticamente nula (Moussa & Dym, 2020).

A osteocondução deve-se aos *scaffolds* que representam estruturas que permitem a replicação celular e neoformação tecidual. As propriedades osteogênicas dos autoenxertos são devidas à presença dos osteoblastos, os quais produzem as matrizes extracelulares. Por fim, a osteoindução recebe estímulo dos fatores de crescimento, que dão início a uma série de eventos que levam ao processo de regeneração (Murphy et al., 2013).

O autoenxerto pode ser coletado do próprio paciente, de fontes intraorais e extraorais (Sheikh et al., 2019; Correia et al., 2012). Para a coleta intraoral existe o ramo mandibular, sínfise da mandíbula e tuberosidade do maxilar, que são menos invasivos em comparação às áreas extra-orais. Entretanto, quando o maxilar possui reabsorção mais intensa os autoenxertos das regiões citadas anteriormente são limitados em relação ao volume (Correia et al., 2012; Sheikh et al., 2019). A zona doadora extra-oral pode ser

feita da tíbia, da crista ilíaca, das costelas, do rádio e da calota craniana (figura 7). Porém, para que seja feita a remoção de parte do tecido ósseo destas áreas, o paciente necessita de anestesia geral. Além disso, o grau de desconforto e morbidade é maior (Correia et al., 2012; Sheikh et al., 2019).

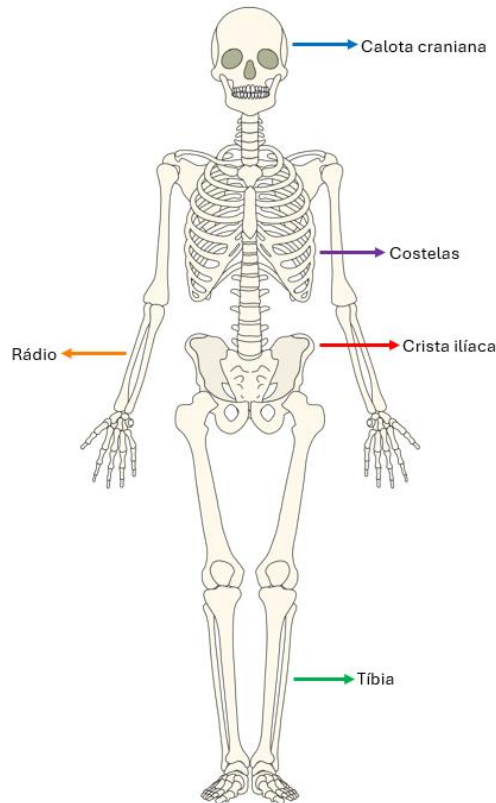


Figura 7 – Representação esquemática das áreas extra-orais de coleta de osso autólogo (Realizada pela autora)

#### **2.4.2. Aloenxertos**

Os aloenxertos são coletados de um cadáver de indivíduos da mesma espécie e possuem propriedades osteoindutoras e osteocondutoras (Moussa, 2020; Correia et al., 2012). Antes do aloenxerto ser transplantado, o tecido é preparado por meio de um processo minucioso que visa evitar qualquer contaminação para a segurança do recetor (Moussa, 2020).

A característica de osteoindução pode ser aumentada pela remoção da porção mineralizada do enxerto para originar um material com maior concentração de proteínas ósseas morfogénicas e proteínas específicas do osso (Correia et al., 2012). É por meio da liofilização e irradiação que o tecido ósseo proveniente do cadáver é processado (Correia et al., 2012; Danesh-Sani et al., 2016).

A possibilidade, embora mínima, da transmissão de doenças pelo aloenxerto é uma desvantagem significativa deste biomaterial. Além disso, caso algum componente celular permanecer no interior do enxerto, há o risco adicional do recetor desenvolver uma reação imunológica ao material utilizado no enxerto (Moussa, 2020).

### **2.4.3. Xenoenxertos**

Os xenoenxertos são obtidos de espécies diferentes do recetor, geralmente de origem bovina, suína ou equina. Deste modo, o processo de esterilização é mais severo em comparação aos aloenxertos (Correia et al., 2012; Moussa, 2020). Este biomaterial tem propriedades osteocondutoras e também possui certo potencial de osteoindutor, apesar deste último ser reduzido em relação a outros enxertos (Correia et al., 2012; Danesh-Sani et al., 2016; Moussa, 2020).

Uma grande vantagem deste enxerto relaciona-se com a elevada disponibilidade associada a um custo significativamente reduzido quando comparado com o do aloenxerto (Moussa, 2020). Adicionalmente, o xenoenxerto é comumente escolhido para as cirurgias de elevação de seio devido à taxa de morbidade associada ao processo de coleta do osso autólogo, pois o procedimento pode levar a possíveis complicações pós-operatórias, prolongar o tempo cirúrgico e fornecer uma quantidade limitada de material autólogo, principalmente quando se trata de reabilitação de grandes seios maxilares (Correia et al., 2021; Danesh-Sani et al., 2016).

Para a regeneração óssea, um dos xenoenxertos de origem bovina mais comumente estudados e documentados cientificamente é o Bio-Oss® (Geistlich Pharma AG, Wolhusen, Suíça) (figura 8), pois apresenta resultados bastante eficazes. Este osso consiste em um esqueleto que possui células osteogénicas e semelhantes à hidroxiapatite, entretanto a sua reabsorção acontece lentamente (Soardi et al., 2023; Correia et al., 2012).



Figura 7 - Apresentação comercial do Bio-Oss® da Geistlich Pharma AG (Geistlich Pharma AG. (nd). *Substituto ósseo esponjoso Geistlich Bio-Oss®*. Geistlich. [Grânulos 0.25mm – 1mm]. <https://www.geistlich.com/dental/bone-substitutes/>)

#### 2.4.4. Enxertos aloplásticos

Os materiais aloplásticos são substitutos ósseos de origem natural ou sintética, possuem propriedades apenas osteointegradoras e de osteocondução e são classificados de acordo com a sua porosidade, densidade, estrutura (podendo ser cristalina ou amorfa). Estes materiais sintéticos podem ser polímeros, cerâmicas de fosfato de cálcio, como a hidroxiapatite, o fosfato tricálcico e vidros bioativos (*bioglass*); metais, como o níquel-titânio; polímeros e poliglicóis, além de cimentos de fosfato de cálcio. A hidroxiapatite também pode ser de origem natural, proveniente de corais e algas (Correia et al., 2012; Zhao et al., 2021; Danesh-Sani et al., 2016).

Os substitutos ósseos aloplásticos também tentam reproduzir as características do osso natural. Além disso, estes materiais podem ser fabricados com propriedades distintas como porosidade, resistência mecânica ou reabsorção, eliminando a necessidade de extrair osso do corpo do paciente ou de um terceiro (Fukuba et al., 2021).

O enxerto com material aloplástico é considerado uma opção segura, de boa previsibilidade, ainda que controversa, e não invasiva em comparação histológica e histomorfométrica de enxertos aloplásticos e xenoenxertos (Jamcoski et al., 2023). Além disso, tem outras vantagens como a biocompatibilidade, grande disponibilidade no mercado, de modo que não haja necessidade de nenhuma área doadora. Todavia, apresenta elevado custo e praticamente só possui função de aumentar do volume de enxerto (Correia et al., 2012; Danesh-Sani et al., 2016).

### **3. Membranas**

As membranas são muito utilizadas em regeneração tecidual guiada (RTG) e na regeneração óssea guiada (ROG), com o intuito de criar uma barreira de proteção para o coágulo sanguíneo formado após a cirurgia. Além disso, também estabilizam o enxerto ósseo, limitam sua reabsorção, evitam a migração apical do epitélio (que permite a maturação estável do coágulo e favorece a regeneração tecidual) e previnem a invasão dos tecidos moles. Quando não há neoformação de vasos sanguíneos, ou seja, ausência de angiogênese, a tração muscular é evitada pelas membranas (Abdo et al., 2023; Barone et al., 2013).

As membranas devem ser permeáveis, de modo que seja possível a troca entre moléculas. Também é necessário que sejam biocompatíveis, para que não ocorram reações devido à presença de corpos estranhos e a sua taxa de biodegradação deve ser proporcional à taxa de neoformação tecidual. Além disso, a sua manipulação deve ser fácil, assim como a sua colocação. Adicionalmente, precisam ter excelentes características mecânicas e físicas para que o coágulo se mantenha estável (Barone et al., 2013; Sheikh et al., 2017). As membranas podem ser reabsorvíveis ou não-reabsorvíveis e podem ser utilizadas isoladas ou em combinação com enxertos ósseos e fatores de crescimento (Abdo et al., 2023).

Atualmente, quando se opta pelas membranas reabsorvíveis é desnecessária uma nova cirurgia para a remoção da mesma, pois a sua eficácia já foi comprovada, além de ter maior tempo de biodegradação e propriedades mecânicas elevadas. Entretanto, as não reabsorvíveis têm o seu uso limitado a indicações particulares, por exemplo, reconstruções verticais tridimensionais em ROG, enquanto as reabsorvíveis podem ser utilizadas para regeneração óssea horizontal (Abdo et al., 2023).

#### **3.1. Membranas Não-Reabsorvíveis**

A membrana não-reabsorvível tem a capacidade de manter sua integridade estrutural e pode ser posicionada sobre os tecidos durante um período que varia de seis a nove meses. O médico dentista consegue controlar completamente a aplicação das membranas devido a sua estabilidade dimensional e morfologia, entretanto há

necessidade de uma segunda intervenção cirúrgica para a remoção das mesmas (Khehra et al., 2020).

Além de fornecerem resultados previsíveis, este tipo de membrana possui uma porosidade que varia entre  $<8 \mu\text{m}$  e  $300 \mu\text{m}$ , que é uma característica comum das membranas sintéticas. Esta propriedade permite que a fixação das células do tecido seja facilitada, também promove a estabilidade da ferida e da membrana, e possibilita a difusão de nutrientes através da membrana para a neoformação óssea na fase inicial de cicatrização (Zelikman et al., 2022).

As membranas de politetrafluoroetileno expandido (e-PTFE) foram as primeiras membranas não-reabsorvíveis a serem comercializadas e estão em constante investigação, além de serem as mais utilizadas. São as mais escolhidas devido a sua ótima capacidade de promover crescimento do tecido ósseo com densidade de qualidade e regeneração rápida (Barone et al., 2013; Khehra et al., 2020). Posteriormente outras membranas também surgiram no mercado, como as membranas de poli-tetrafluoroetileno, silicone e celulose (Khehra et al., 2020).

O e-PTFE é um polímero com alta estabilidade, química e biologicamente inerte, apresentando elevada resistência a ataques enzimáticos. As membranas de e-PTFE são constituídas das por duas camadas, uma interna e uma externa. A primeira possui uma microestrutura densa aberta que fica voltada para o osso e, deste modo, faz a proteção do biomaterial. Já a segunda é uma camada espessa, em que a estrutura oclusiva permanece voltada para os tecidos moles. (Zelikman et al., 2022; Barone et al., 2013; Khehra et al., 2020).

Deve ter-se atenção para evitar possíveis contaminações latentes ou pós-cirúrgicas, pois a parte porosa da membrana (externa) pode auxiliar na formação de biofilme bacteriano, proliferação e posterior penetração das bactérias da parte externa para a interna da membrana. Assim, a cobertura da membrana com o tecido mole ou o fechamento primário do retalho deve ser bastante eficiente para que não haja nenhum tipo de contaminação bacteriana (Zelikman et al., 2022; Khehra et al., 2020).

### **3.2. Membranas Reabsorvíveis**

Quando as membranas reabsorvíveis foram desenvolvidas, a necessidade de uma segunda intervenção cirúrgica para a remoção da membrana não-absorvível foi diminuída, pois a eliminação deste material é feita pelo próprio organismo durante o processo de regeneração. Estas membranas podem ser compostas de materiais como

colagénio, ácido poliláctico, poliglactina e ácido glicólico (Ortega-Mejia et al., 2020; Barone et al., 2013; Dimitriou et al., 2012).

Existe uma extensa variedade de membranas reabsorvíveis comercializadas, que possibilitam o procedimento cirúrgico ser realizado em um único passo, além de ser mais confortável para o paciente e, desta maneira, reduzindo custos. Este tipo de membrana apresenta uma reduzida probabilidade de complicações pós-cirúrgicas, além de ajudar na promoção da cicatrização, pois auxilia a estabilizar o coágulo sanguíneo na ferida. Como principal limitação, apresenta o tempo de reabsorção e o efeito de degradação sobre a formação óssea. Se a fixação da membrana não for feita corretamente, estas podem permitir movimentos indesejados e reabsorção precoce, o que pode resultar na formação de tecido mole entre a membrana e o coágulo rompido, o que poderá reduzir a eficácia do processo de regeneração óssea (Barone et al., 2013; Dimitriou et al., 2012; Ortega-Mejia et al., 2020).

De acordo com Sculean et al (2008) a taxa de complicações não é fortemente influenciada pelo tipo de membrana (reabsorvível ou não-reabsorvível), e a sensibilidade da técnica – ou seja, o manejo do tecido mole – continua a ser o principal fator para evitar complicações do tecido e o sucesso da terapia óssea regenerativa. No entanto, as membranas não-reabsorvíveis apresentam taxa de exposição que varia de 30% a 40%, enquanto as reabsorvíveis têm uma variação muito menor, variando de 8,7% a 31,8% (Abdo et al., 2023).

### **3.2.1. Membranas de Colagénio**

O principal componente da matriz extracelular é o colagénio e este desempenha um papel importante em diversos processos celulares. As membranas de colagénio são derivadas de vários tipos de tecidos bovinos e suínos e a sua degradação depende da fonte animal e das etapas de preparação/processamento. São muito empregues na elevação do seio maxilar, entretanto a sua taxa de reabsorção não possui previsibilidade definida, pois dependerá da característica de cada uma e leva em torno de 4 a 8 semanas para ser reabsorvida pelo organismo (Abdo et al., 2023; Barone et al., 2013; Dimitriou et al., 2012).

Boa parte das membranas de colagénio disponíveis no mercado são provenientes do colagénio tipo I. O colagénio é estimado como o mais importante componente da estrutura proteica do corpo humano, a sua molécula é formada por uma composição de

aminoácidos que possui um grande número de glicinas e prolinas, assim como por mais dois aminoácidos, a hidroxiprolina e a hidroxilisina. Estas últimas são derivadas, respetivamente, da prolina e da lisina, por meio de processos enzimáticos dependentes de vitamina C (Bunyaratavej & Wang, 2001; Chvapil, 1977).

O colagénio, que é uma proteína fibrosa, pode ser extraído através de tratamento proteolítico de tecidos de animais em ambientes ácidos, que resulta na clivagem de ligações cruzadas de colagénio, bem como telopeptídeos (Parenteau-Bareil et al., 2010; Eyre et al., 1984). Lundgren et al (1994) demonstrou que as membranas de colagénio estimulam a síntese de DNA de fibroblastos.

Tem como propriedades a biocompatibilidade, quimiotaxia para os fibroblastos, ativação/atração e disponibilidade, o que justifica a escolha, muitas vezes deste material. Além disso, apresentam vantagens como a promoção do processo de cicatrização da ferida através da estabilização do coágulo, da ferida e homeostase. O colagénio também possui capacidade de promover a vascularização, migração de células, adesão e formação de tecido conjuntivo, apresentando baixa imunogenicidade e bioatividade fundamental e biodegradabilidade. (Ortega-Mejia et al., 2020; Allan et al., 2021).

Uma desvantagem considerável deste tipo de membrana são as suas propriedades mecânicas inadequadas, por exemplo, a falta de rigidez. Deste modo, não é uma boa opção para manutenção de espaço, exceto se for combinada com um material de enxerto ósseo estável para sustentar o tecido. Além da baixa resistência mecânica, apresenta também rápida reabsorção e perda da capacidade de manter espaço em ambientes com humidade (Liu & Kerns, 2014; Wang et al., 2016).

Para solucionar esses problemas, as técnicas de reticulação também foram aplicadas às membranas de colagénio com o objetivo de melhorar suas propriedades mecânicas. Contudo, em comparação ao colagénio nativo, as membranas reabsorvíveis quimicamente reticuladas podem apresentar mais efeitos indesejados, tais como menor biocompatibilidade, tempos de degradação mais longos e uma taxa de exposição da membrana de até 70,5% (Becker et al., 2009; Tal et al., 2008).

A exposição da membrana na ROG tem um impacto negativo significativo no aumento ósseo. Em cristas desdentadas em que a membrana não é exposta, o ganho ósseo horizontal é aproximadamente 74% maior em relação a cristas com exposição da membrana. A contaminação direta da ferida pode acontecer devido a colonização microbiana de uma membrana exposta. Além disso, a libertação de metabólitos

microbianos compromete ainda mais a integridade da superfície da membrana e do tecido circundante (Garcia et al., 2018; Tay et al., 2022).

A cicatrização ineficaz da ferida normalmente resulta da contaminação da membrana e do enxerto ósseo, aumentando a resposta inflamatória local e causando um efeito deletério na formação e maturação óssea. Se não houver controlo microbiano, a evolução da infeção poderá levar à formação de um abscesso e a perda do enxerto, de modo que a membrana precise ser removida e a curetagem do enxerto seja realizada, sendo uma complicação significativa (Nowzari & Slots, 1994; Lim et al., 2022).

Wallace et al (2005) demonstrou histologicamente que a presença de uma membrana para cobrir uma janela lateral pode levar a uma formação óssea mais vital. Contudo, segundo estudos mais recentes de Barone et al (2013) e Suárez-López Del Amo et al (2015) constataram que a presença da membrana não influenciou significativamente no aumento e na formação óssea. Os dados da pesquisa de Barone et al (2013) mostraram que a colocação da membrana poderá reduzir a formação de tecidos conjuntivos e postergar a substituição do enxerto.

A membrana necessita de um certo nível de estabilidade para que não ocorra uma reabsorção óssea significativa, pois se houver instabilidade, o colapso durante a cicatrização pode reduzir ou até mesmo descartar a possibilidade de regeneração óssea. Uma característica que pode afetar negativamente a estabilidade da membrana frente a pressão ou compressão é a sua maciez (Dahlin et al., 1991; Li et al., 2018). O deslocamento da membrana pode influenciar diretamente no resultado da ROG. Essa movimentação pode acontecer quando a membrana está a ser suturada ou, subsequentemente, com os movimentos mastigatórios e/ou pressão/movimentação dos tecidos bucais (Starch-Jensen et al., 2019).

### **3.2.2. Fibrina Rica em Plaquetas e Leucócitos (L-PRF)**

O L-PRF é um biomaterial autógeno que inicialmente foi utilizado na medicina para auxiliar a cicatrizar feridas de pacientes com diabetes e com lesões provocadas por queimaduras (García & Orsini, 2020). Na atualidade, o L-PRF é o plasma rico em plaquetas mais usado normalmente devido seu modo fácil de obtenção, além de poder ser aplicado como membrana comprimida, gel, *plug* ou associado a um substituto ósseo (Hermida-Nogueira et al., 2020).

O PRF é um exemplo de um concentrado de plaquetas que tem sido amplamente estudado devido a sua função na regeneração óssea, podendo auxiliar na reconstrução do volume e da altura óssea ideais para a colocação de implantes dentários. Quando o osso maxilar posterior possui grande atrofia, a sua aplicação pode ser especialmente benéfica, pois é onde há grande probabilidade de perfuração do seio maxilar, que, como descrito anteriormente, é uma complicação comum (Otero et al., 2022).

Quando aplicada em um local de defeito ósseo ou lesão, o PRF pode libertar um valor elevado de proteínas bioativas e fatores de crescimento. A administração local desses fatores de crescimento pode promover o processo de cicatrização natural e aumentar o recrutamento, a proliferação e a diferenciação de osteoblastos e células estaminais (Zumstein et al., 2012). Além disso, o L-PRF não é apenas um adjuvante cirúrgico rico em moléculas e outros fatores de crescimento, mas também é uma preparação de “tecido vivo” para a regeneração natural guiada dos tecidos (Damsaz et al., 2020).

Pichotano e colaboradores (Pichotano et al., 2019) realizaram uma pesquisa em que trataram doze pacientes para cirurgia de elevação do seio maxilar bilateralmente. Este estudo comparou o uso de L-PRF com mineral ósseo bovino desmineralizado e biomaterial sozinho, e, após um período de 4 meses de cicatrização, a análise histológica e radiográfica demonstrou que a adição de L-PRF na preparação do enxerto ósseo foi benéfica.

A literatura e a evidência científica atual mostram que há uma variedade de resultados sobre o benefício a longo prazo do L-PRF como adjuvante cirúrgico de outros biomateriais em procedimentos de restauração óssea e elevação do seio maxilar. No entanto, esses resultados sugerem que o L-PRF acelera a maturação do enxerto ósseo, que pode significar um aumento do seio maxilar com um período de cicatrização mais curto (Pichotano et al., 2019).

Um coágulo ou membrana de L-PRF é uma estrutura sólida de fibrina ou coágulo sanguíneo formado através de um processo de coagulação “natural” sem intervenções externas, obtida pela centrifugação do sangue do próprio paciente (Quirynen & Pinto, 2022). A ativação do sangue acontece em etapa única de centrifugação e a manipulação bioquímica é desnecessária neste processo (Ratajczak et al., 2018).

O primeiro protocolo para a obtenção do PRF foi desenvolvido por Choukroun et al (2001) e, além de ser simples, também é de custo baixo, por este motivo que o uso se tornou comum nos anos 2000 (Dohan Ehrenfest et al., 2009). De acordo com Choukroun

et al (2001), utilizando uma centrífuga PCO2 (Process, Nice, França), uma amostra “sanguínea pura”, que não possua adição de anticoagulantes ou trombina bovina, é coletada em tubos de 10 ml, que são de imediato centrifugados a 3000 rotações por minuto (RPM) por 10 minutos.

Três camadas diferentes são obtidas após a centrifugação. No fundo do tubo encontra-se o sedimento dos eritrócitos, no topo, está o plasma acelular e, conectado entre as duas camadas, há um coágulo de fibrina resistente (figura 9). Como não há a presença de anticoagulante, a ativação de grande parte das plaquetas da amostra de sangue em contacto com as paredes do tubo em poucos minutos ocorre devido ao desencadeamento da cascata de coagulação. Uma manipulação imediata, a partir da coleta sanguínea até a colocação do tubo na centrífuga, tem influência direta no sucesso desta técnica e da qualidade do produto final (Dohan et al., 2006).

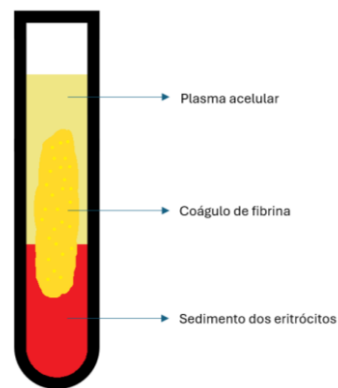


Figura 8 - Representação esquemática do tubo após imediata centrifugação do sangue, que permite o desenvolvimento de um coágulo de fibrina estruturado e resistente no centro do tubo, o fundo com glóbulos vermelhos e o plasma acelular no topo (Realizada pela autora)

A PRF box é um conjunto de instrumentais utilizada para transformar o coágulo de fibrina (figura 10). Esta ferramenta possibilita a criação de membranas resistentes com espessura contínua de 1 mm, comprimindo o coágulo em uma grade. Além disso, o coágulo pode ser cortado em partes e depositá-las em poços de 1 cm de diâmetro que serão utilizados, com ajuda de uma prensa para serem criados *plugs* de PRF (Dohan Ehrenfest et al., 2010).



Figura 9 - Exemplo de uma PRF box da Hyadesstore (Hyades Store. (nd). *PRF Box RGF & GRF System*. <https://www.hyadesstore.com/products/prf-box>)

O Xpression™ kit (Intra-Lock International, FL-EUA) é um dos exemplos entre os variados *kits* de fabricação do L-PRF. Este é projetado da mesma maneira que a PRF box, com um conjunto de prensa e pistão com o objetivo de criar membranas homogêneas e iguais. Com as suas ferramentas, a utilização do L-PRF se torna mais fácil, personalizável e flexível (Crisci, 2019).

O sistema IntraSpin® (Intra-Lock International, FL-EUA) é o único dispositivo médico certificado pela FDA (Food and Drug Administration) na atualidade e possui marcação CE (Conformidade Europeia) para a confecção de L-PRF no consultório (Melo-Ferraz et al., 2021).

Depois da coleta sanguínea em tubos de vácuo de plástico revestidos com sílica sem anticoagulante, o sangue é imediatamente centrifugado a 2700 RPM por 12 minutos, o que possibilita produzir o L-PRF de excelente qualidade (figura 11). O sistema IntraSpin® tem um protocolo que foi minuciosamente planejado, testado e comprovado cientificamente. Além disso, foi criado com base em mais de duzentos estudos feitos ao longo de um período de dez anos. Os componentes desse sistema foram melhorados para que fossem biocompatíveis, ou seja, para que não houvesse reações adversas quando utilizados, além de terem sido projetados para um bom funcionamento nas situações clínicas (Melo-Ferraz et al., 2021).

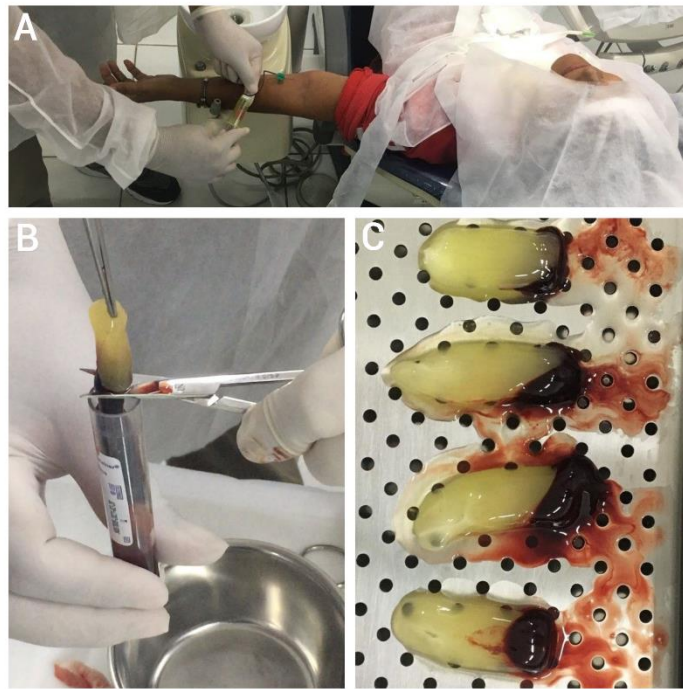


Figura 101 - Obtenção do L-PRF: Coleta sanguínea do paciente (A), separação do *buffy coat* (B), coágulos de L-PRF após serem seccionados e antes de serem prensados (C) (Imagens cedidas pelo colega Paulo Sérgio Guimarães)

Após a etapa única de centrifugação, o L-PRF é obtido e divide-se em três camadas principais: uma com coágulo vermelho, que está em contacto com o sedimento de hemácias, outra com o gel de fibrina acelular e mais outra com a rede de colunas esbranquiçadas, que contém plaquetas aprisionadas na matriz de fibrina da PRF. Essa rede é chamada de “*buffy coat*” e é uma camada leucoplaquetária, que é a mais importante para o processo de regeneração (Dohan et al., 2006).

As membranas de PRF podem sofrer rápida degradação e não apresentarem capacidade de manutenção de espaço em relação às membranas de colagénio, o que pode ser considerado uma desvantagem. Porém, a sua utilização poderá levar a uma indução de tecidos gengivais e do perióstio, além de funcionar como uma barreira que evita a migração de células epiteliais para o interior do defeito (Hartshorne & Gluckman, 2016).

Contudo, uma das grandes vantagens do L-PRF é a sua fácil preparação e ausência de manipulação bioquímica do sangue, tornando a obtenção exclusivamente autóloga (Faot et al., 2017). Além disso, apresenta baixo custo, o que é atrativo para o médico dentista e o paciente (Nogueira et al., 2020). Devido às suas características, a manipulação do L-PRF é de fácil execução, pois é resistente, flexível e estável à temperatura ambiente. Isso garante ao médico dentista um bom tempo de trabalho (García & Orsini, 2020). No

pós-operatório apresenta resultados promissores na redução da dor, menor taxa de inflamação e ausência de partículas residuais de enxertos (Andrade et al., 2020).

Apesar de ainda serem necessários mais estudos sobre a temática, as membranas de PRF também podem ser uma opção económica para o tratamento de perfurações do seio maxilar e a proteção da membrana de Schneider (Simonpieri et al., 2011).

No estudo de Zhang et al (2012), foi comparado se o PRF seria eficaz quando acrescentado ao Bio-Oss® para a elevação do seio maxilar. Não houve resultado que justificasse o uso do L-PRF para a neoformação/aumento do volume ósseo quando comparado ao uso do Bio-Oss® sozinho, o que também difere do resultado da aplicação da membrana como barreira na técnica de janela lateral. Gassling et al (2013), utilizou a membrana como cobertura absorvível para janela lateral em elevação do seio (PRF *versus* Geistlich Bio-Gide®). A utilização do PRF apresentou quantidade comparável ao substituto ósseo residual e formação de osso vital (%) em comparação aos controlos Bio-Gide® (PRF: 17,0% e 15,9%, Bio-Gide®: 17,2% e 17,3%). Essas diferenças não são estatisticamente relevantes.

## CONCLUSÕES

A presente revisão constatou que a membrana de L-PRF e as membranas de colagénio possuem resultados clínicos similares, no que diz respeito a cicatrização e regeneração, fácil manipulação, função de barreira e boa maleabilidade em cirurgias de elevação do seio maxilar. Devido ambas serem membranas reabsorvíveis, também enfrentam os mesmos desafios de rápida reabsorção, probabilidade de deslocamento e de possíveis infecções em caso de exposição do leito cirúrgico.

Apesar de o L-PRF ser um produto do sangue do paciente, o que não gera custo para o mesmo, é necessário um investimento por parte dos médicos dentistas em equipamentos, capacitação para coleta e manipulação sanguínea. Além dessas ferramentas ocuparem maior espaço no consultório, demanda-se maior tempo clínico para a preparação, devendo ser algo a ponderar quando se compara a praticidade do uso da membrana de colagénio. No entanto, o L-PRF ainda assim é considerada uma boa opção devido ser a única membrana estritamente autógena.

Deste modo, a escolha da membrana deve ser ponderada de acordo com o que for mais cómodo para o médico dentista e para o paciente.



**BIBLIOGRAFIA**

- Abdo, V. L., Suarez, L. J., de Paula, L. G., Costa, R. C., Shibli, J., Feres, M., Barão, V. A. R., Bertolini, M., & Souza, J. G. S. (2023). Underestimated microbial infection of resorbable membranes on guided regeneration. *Colloids and surfaces. B, Biointerfaces*, 226, 113318. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2023.113318>.
- Albadani, M. M., Elayah, S. A., Al-Wesabi, M. A., Al-Aroomi, O. A., Al Qadasy, N. E., & Saleh, H. (2024). A graftless maxillary sinus lifting approach with simultaneous dental implant placement: a prospective clinical study. *BMC oral health*, 24(1), 227. <https://doi.org/10.1186/s21903-024-03949-9>.
- Al-Dajani M. (2016). Recent Trends in Sinus Lift Surgery and Their Implications. *Clinical implant dentistry and related research*, 18(1), 204-212. <https://doi.org/10.1111/cid.12275>.
- Allan, B., Ruan, R., Landao-Bassonga, E., Gillman, N., Wang, T., Gao, J., Ruan, Y., Xu, Y., Lee, C., Goonewardene, M., & Zheng, M. (2021). Collagen Membrane for Guided Bone Regeneration in Dental and Orthopedic Applications. *Tissue engineering. Part A*, 27(5-6), 372–381. <https://doi.org/10.1089/ten.TEA.2020.0140>
- Alshamrani, A. M., Mubarki, M., Alsager, A. S., Alsharif, H. K., AlHumaidan, S. A., & Al-Omar, A. (2023). Maxillary Sinus Procedures: An Overview of Current Techniques, Presurgical Evaluation, and Complications. *Cureus*, 15(11), e49553. <https://doi.org/10.7759/cureus>.
- Andrade, C., Camino, J., Nally, M., Quiryren, M., Martínez, B., & Pinto, N. (2020). Combining autologous particulate dentin, L-PRF, and fibrinogen to create a matrix for predictable ridge preservation: a pilot clinical study. *Clinical oral investigations*, 24(3), 1151–1160. <https://doi.org/10.1007/s00784-019-02922-z>.
- Barone, A., Ricci, M., Grassi, R. F., Nannmark, U., Quaranta, A., & Covani, U. (2013). A 6-month histological analysis on maxillary sinus augmentation with and without use of collagen membranes over the osteotomy window: randomized

- clinical trial. *Clinical oral implants research*, 24(1), 1–6.  
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2011.02340.x>.
- Bathla, S. C., Fry, R. R., & Majumdar, K. (2018). Maxillary sinus augmentation. *Journal of Indian Society of Periodontology*, 22(6), 468-473.  
[https://doi.org/10.4103/jisp.jisp\\_236\\_18](https://doi.org/10.4103/jisp.jisp_236_18).
- Batista, P. S., Junior, A. F. D. R., & Wichnieski, C. (2011). Contribuição para o estudo do seio maxilar. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 52(4), 235-239.
- Beck, F., Reich, K. M., Lettner, S., Heimel, P., Tangl, S., Redl, H., & Ulm, C. (2021). The vertical course of bone regeneration in maxillary sinus floor augmentations: A histomorphometric analysis of human biopsies. *Journal of periodontology*, 92(2), 263-272. <https://doi.org/10.1002/JPER.19-0656>.
- Becker, J., Al-Nawas, B., Klein, M. O., Schliephake, H., Terheyden, H., & Schwarz, F. (2009). Use of a new cross-linked collagen membrane for the treatment of dehiscence-type defects at titanium implants: a prospective, randomized-controlled double-blinded clinical multicenter study. *Clinical oral implants research*, 20(7), 742–749. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2008.01689.x>.
- Bhalla, N., & Dym, H. (2021). Update on Maxillary Sinus Augmentation. *Dental Clinics of North America*, 65(1), 197-210.  
<https://doi.org/10.1016/j.cden.2020.09.013>.
- 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.
- Buck, D. W., & Dumanian, G. A. (2012). Bone biology and Physiology. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 129(6), 1314-1320.  
<https://doi.org/10.1097/prs.0b013e31824eca94>.
- Bunyaratavej, P., & Wang, H. L. (2001). Collagen membranes: a review. *Journal of periodontology*, 72(2), 215–229. <https://doi.org/10.1902/jop.2001.72.2.215>.

- Chitsazi, M. T., Dehghani, A. H., Babaloo, A. R., Amini, S., & Kokabi, H. (2018). Radiographic comparison of density and height of posterior maxillary bone after open sinus lift surgery with and without PRF. *Journal of advanced periodontology & implant dentistry*, *10*(2), 43–49. <https://doi.org/10.15171/japid.2018.008>.
- Choukroun, J., Adda, F., Schoeffler, C., & Vervelle, A. (2001). Une opportunité en paro-implantologie: le PRF. *Implantodontie*, *42*, 55-62.
- Chvapil M. (1977). Collagen sponge: theory and practice of medical applications. *Journal of biomedical materials research*, *11*(5), 721–741. <https://doi.org/10.1002/jbm.820110508>.
- Correia, F., Faria Almeida, R., Lemos Costa, A., Carvalho, J., & Felino, A. (2012). Levantamento do seio maxilar pela técnica da janela lateral: Tipos enxertos. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, *53*(3), 190-196. <https://doi.org/10.1016/j.rpemd.2012.03.003>.
- Correia, F., Gouveia, S., Pozza, D. H., Felino, A. C., & Faria-Almeida, R. (2021). Lateral window technique: A focus review. *Oral Surgery*, *15*, 421-430. <https://doi.org/10.1111/ors.12649>.
- Correia, F., Pozza, D. H., Gouveia, S., Felino, A., & Faria E Almeida, R. (2018). The applications of regenerative medicine in sinus lift procedures: A systematic review. *Clinical implant dentistry and related research*, *20*(2), 229-242. <https://doi.org/10.1111/cid.12561>.
- Crisci, A. (2019). The L-PRF membrane (fibrin rich in platelets and leukocytes) and its derivatives (A-PRF, I-PRF) are useful as a source of stem cells in regenerative wound therapy: Experimental work on the horse. *Regenerative Medicine & Therapy*, *3*(1), 37-45.
- Dahlin, C., Alberius, P., & Linde, A. (1991). Osteopromotion for cranioplasty. An experimental study in rats using a membrane technique. *Journal of neurosurgery*, *74*(3), 487–491. <https://doi.org/10.3171/jns.1991.74.3.0487>.

- Damsaz, M., Castagnoli, C. Z., Eshghpour, M., Alamdari, D. H., Alamdari, A. H., Noujeim, Z. E. F., & Haidar, Z. S. (2020). Evidence-Based Clinical Efficacy of Leukocyte and Platelet-Rich Fibrin in Maxillary Sinus Floor Lift, Graft and Surgical Augmentation Procedures. *Frontiers in surgery*, 7, 537138. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2020.537138>.
- 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. *The British Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, 54(7), 724-730. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2016.05.008>.
- Dimitriou, R., Mataliotakis, G. I., Calori, G. M., & Giannoudis, P. V. (2012). The role of barrier membranes for guided bone regeneration and restoration of large bone defects: current experimental and clinical evidence. *BMC medicine*, 10, 81. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-81>.
- Dohan Ehrenfest, D. M., Del Corso, M., Diss, A., Mouhyi, J., & Charrier, J. B. (2010). Three-dimensional architecture and cell composition of a Choukroun's platelet-rich fibrin clot and membrane. *Journal of periodontology*, 81(4), 546–555. <https://doi.org/10.1902/jop.2009.090531>.
- Dohan Ehrenfest, D. M., Rasmusson, L., & Albrektsson, T. (2009). Classification of platelet concentrates: from pure platelet-rich plasma (P-PRP) to leukocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF). *Trends in biotechnology*, 27(3), 158–167. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2008.11.009>.
- Dohan, D. M., Choukroun, J., Diss, A., Dohan, S. L., Dohan, A. J., Mouhyi, J., & Gogly, B. (2006). Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. Part I: technological concepts and evolution. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontics*, 101(3), e37–e44. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.07.008>.
- Eyre, D. R., Paz, M. A., & Gallop, P. M. (1984). Cross-linking in collagen and elastin. *Annual review of biochemistry*, 53, 717–748. <https://doi.org/10.1146/annurev.bi.53.070184.003441>.

- Faot, F., Deprez, S., Vandamme, K., Camargos, G. V., Pinto, N., Wouters, J., van den Oord, J., Quirynen, M., & Duyck, J. (2017). The effect of L-PRF membranes on bone healing in rabbit tibiae bone defects: micro-CT and biomarker results. *Scientific reports*, 7, 46452. <https://doi.org/10.1038/srep46452>.
- Farias, I. O. B., Bahia, R. R. C., Barreto, M. A., Pinto, F. S., & Fernandes, A. C. S. (2022). Lateral window maxillary sinus lift surgery: Case report. *RGO, Revista Gaúcha de Odontologia*, 70, e20220031. <https://doi.org/10.1590/1981-86372022003120210042>.
- Freire, T., Bezerra, P., Stamm, A., Anselmo-lima, W. T., Aurélio, M., Ávila, N. D., Balsalobre, L., Pereira, G., Zaquia, H., Alencar, A., Nunes, A., Felippu, A., Carlos, A., Pinheiro-neto, C. D., Lima, D., Sakano, E., Macoto, E., Araújo, E., Cardoso, F., ... Voegels, R. L. (2018). *Anatomical terminology of the internal nose and paranasal sinuses: cross-cultural adaptation to Leopoldo Marques D' Assunc.* 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2018.08.003>.
- Fukuba, S., Okada, M., Nohara, K., & Iwata, T. (2021). Alloplastic Bone Substitutes for Periodontal and Bone Regeneration in Dentistry: Current Status and Prospects. *Materials (Basel, Switzerland)*, 14(5), 1096. <https://doi.org/10.3390/ma14051096>.
- García, H. E., & Orsini, F. R. (2020). *Concentrado de plaquetas, fibrina y leucocitos: uso en odontología y en otras especialidades* (First Edition, Vol. 1). EDRA.
- Garcia, J., Dodge, A., Luepke, P., Wang, H. L., Kapila, Y., & Lin, G. H. (2018). Effect of membrane exposure on guided bone regeneration: A systematic review and meta-analysis. *Clinical oral implants research*, 29(3), 328–338. <https://doi.org/10.1111/clr.13121>.
- Gassling, V., Purcz, N., Braesen, J. H., Will, M., Gierloff, M., Behrens, E., Açil, Y., & Wiltfang, J. (2013). Comparison of two different absorbable membranes for the coverage of lateral osteotomy sites in maxillary sinus augmentation: a preliminary study. *Journal of cranio-maxillo-facial surgery : official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 41(1), 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2012.10.015>.

- Gaviria, L., Salcido, J. P., Guda, T., & Ong, J. L. (2014). Current trends in dental implants. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 40(2), 50-60. <https://doi.org/10.5125/jkaoms.2014.40.2.50>.
- Gonçalves Sulzer, B., Costa Borges, E. C., & Arcangelo Silva, L. F. (2022). Biomateriais aplicados na substituição óssea em procedimentos odontológicos. *Perspectivas Experimentais E Clínicas, Inovações Biomédicas E Educação Em Saúde (PECIBES)*, 8(1), 30-37. <https://doi.org/10.55028/pecibes.v8i1.15323>.
- Hammuda, A. A., & Ghoneim, M. M. (2021). Assessment of maxillary sinus lifting procedure in the presence of chronic sinusitis, a retrospective comparative study. *Annals of medicine and surgery (2012)*, 66, 102379. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2021.102379>.
- Hartshorne, J., & Gluckman, H. (2016). A comprehensive clinical review of platelet-rich fibrin (PRF) and its role in promoting tissue healing and regeneration in dentistry. *Part 1: Definition, development, biological characteristics, and function. International Dentistry*, 6(1), 14-24.
- Hermida-Nogueira, L., Barrachina, M. N., Morán, L. A., Bravo, S., Diz, P., García, Á., & Blanco, J. (2020). Deciphering the secretome of leukocyte-platelet rich fibrin: towards a better understanding of its wound healing properties. *Scientific reports*, 10(1), 14571. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71419-7>.
- Hirota, A., Lang, N. P., Ferri, M., Fortich Mesa, N., Apaza Alccayhuaman, K. A., & Botticelli, D. (2019). Tomographic evaluation of the influence of the placement of a collagen membrane subjacent to the sinus mucosa during maxillary sinus floor augmentation: a randomized clinical trial. *International journal of implant dentistry*, 5(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s40729-019-0183-5>.
- Iwanaga, J., Wilson, C., Lachkar, S., Tomaszewski, K. A., Walocha, J. A., & Tubbs, R. S. (2019). Clinical anatomy of the maxillary sinus: application to sinus floor augmentation. *Anatomy & cell biology*, 52(1), 17-24. <https://doi.org/10.5115/acb.2019.52.1.17>.

- Jamcoski, V. H., Faot, F., Marcello-Machado, R. M., Melo, A. C. M., & Fontão, F. N. G. K. (2023). 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 research international*, 2023, 9144661. <https://doi.org/10.1155/2023/9144661>.
- Jankowski, R., Nguyen, D. T., Poussel, M., Chenuel, B., Gallet, P., & Rumeau, C. (2016). Sinusology. *European annals of otorhinolaryngology, head and neck diseases*, 133(4), 263-268. <https://doi.org/10.1016/j.anorl.2016.05.011>.
- Juzikis, E., Gaubys, A., & Rusilas, H. (2018). Uses of maxillary sinus lateral wall bony window in an open window sinus lift procedure: literature review. *Stomatologija*, 20(1), 14-21.
- 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>.
- Kawakami, S., Lang, N. P., Ferri, M., Apaza Alccayhuaman, K. A., & Botticelli, D. (2019). Influence of the height of the antrostomy in sinus floor elevation assessed by cone beam computed tomography- a randomized clinical trial. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 34(1), 223–232. <https://doi.org/10.11607/jomi.7112>.
- Khehra, A., & Levin, L. (2020). Maxillary sinus augmentation procedures: a narrative clinical review. *Quintessence international (Berlin, Germany: 1985)*, 51(7), 578–584. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a44632>.
- Krouse J. H. (2012). The unified airway. *Facial plastic surgery clinics of North America*, 20(1), 55–60. <https://doi.org/10.1016/j.fsc.2011.10.006>.
- Li, H., Zheng, J., Zhang, S., Yang, C., Kwon, Y. D., & Kim, Y. J. (2018). Experiment of GBR for repair of peri-implant alveolar defects in beagle dogs. *Scientific reports*, 8(1), 16532. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34805-w>.

- Lim, G., Lin, G. H., Monje, A., Chan, H. L., & Wang, H. L. (2018). Wound Healing Complications Following Guided Bone Regeneration for Ridge Augmentation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 33(1), 41–50. <https://doi.org/10.11607/jomi.5581>.
- Liu, J., & Kerns, D. G. (2014). Mechanisms of guided bone regeneration: a review. *The open dentistry journal*, 8, 56–65. <https://doi.org/10.2174/1874210601408010056>.
- Lundgren, D., Sennerby, L., Falk, H., Friberg, B., & Nyman, S. (1994). The use of a new bioresorbable barrier for guided bone regeneration in connection with implant installation. Case reports. *Clinical oral implants research*, 5(3), 177–184. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.1994.050309.x>.
- Lyons, V. T. (2023). *Netter anatomia sistêmica essencial*. GEN Guanabara Koogan. ISBN 9788595159693. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788595159693>.
- Melo-Ferraz, A., Coelho, C., Miller, P. et al. Platelet activation and antimicrobial activity of L-PRF: a preliminary study. *Mol Biol Rep* 48, 4573–4580 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11033-021-06487-7>.
- Misch, C. E. (2008). *Contemporary Implant Dentistry*. St. Louis: Mosby Elsevier.
- Mohan, N., Wolf, J., & Dym, H. (2015). Maxillary Sinus Augmentation. *Dental clinics of North America*, 59(2), 375-388. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2014.10.001>.
- Möhlhenrich, S. C., Heussen, N., Peters, F., Steiner, T., Hölzle, F., & Modabber, A. (2015). Is the Maxillary Sinus Really Suitable in Sex Determination? A Three-Dimensional Analysis of Maxillary Sinus Volume and Surface Depending on Sex and Dentition. *The Journal of craniofacial surgery*, 26(8), e723-e726. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000002226>.
- Moussa, N. T. (2020). Maxillofacial Bone Grafting Materials. *Dental Clinics of NA*. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2019.12.011>.

- Moussa, N. T., & Dym, H. (2020). Maxillofacial Bone Grafting Materials. *Dental clinics of North America*, 64(2), 473–490.  
<https://doi.org/10.1016/j.cden.2019.12.011>.
- Murphy, C. M., O'Brien, F. J., Little, D. G., & Schindeler, A. (2013). Cell-scaffold interactions in the bone tissue engineering triad. *European cells & materials*, 26, 120–132. <https://doi.org/10.22203/ecm.v026a09>.
- Neto, A. M. D., Sartoretto, S. C., Duarte, I. M., Resende, R. F. B., Neves Novellino Alves, A. T., Mourão, C. F. A. B., Calasans-Maia, J., Montemezzi, P., Tristão, G. C., & Calasans-Maia, M. D. (2020). In Vivo Comparative Evaluation of Biocompatibility and Biodegradation of Bovine and Porcine Collagen Membranes. *Membranes*, 10(12), 423.  
<https://doi.org/10.3390/membranes10120423>.
- Netter, F. H. (2019). *Netter: Atlas de anatomia humana* (7. ed.). Elsevier. ISBN 9788595150553. Disponível em  
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788595150553>.
- Nogueira, L. S., Martinez, E. F., Peruzzo, D. C., Joly, J. C., & Napimoga, M. H. (2020). Inflammatory cell profile using different autologous fibrin protocols. *Tissue & cell*, 67, 101407. <https://doi.org/10.1016/j.tice.2020.101407>.
- Nowzari, H., & Slots, J. (1994). Microorganisms in polytetrafluoroethylene barrier membranes for guided tissue regeneration. *Journal of clinical periodontology*, 21(3), 203–210. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1994.tb00305.x>.
- Núñez-Castruita, A., López-Serna, N., & Guzmán-López, S. (2012). Prenatal development of the maxillary sinus: a perspective for paranasal sinus surgery. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery: official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 146(6), 997-1003.  
<https://doi.org/10.1177/0194599811435883>.
- O'Rahilly, R., Müller, F., Carpenter, S., & Swenson, R. (1983). The nose and paranasal sinuses. *Basic Human Anatomy: A Regional Study of Human Structure*.

Recuperado de

[https://www.dartmouth.edu/~humananatomy/part\\_8/chapter\\_52.html](https://www.dartmouth.edu/~humananatomy/part_8/chapter_52.html).

- Ogle, O. E., Weinstock, R. J., & Friedman, E. (2012). Surgical anatomy of the nasal cavity and paranasal sinuses. *Oral and maxillofacial surgery clinics of North America*, 24(2), 155-vii. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2012.01.011>.
- Ortega-Mejia, H., Estrugo-Devesa, A., Saka-Herrán, C., Ayuso-Montero, R., López-López, J., & Velasco-Ortega, E. (2020). Platelet-Rich Plasma in Maxillary Sinus Augmentation: Systematic Review. *Materials (Basel, Switzerland)*, 13(3), 622. <https://doi.org/10.3390/ma13030622>.
- Otero, A. I. P., Fernandes, J. C. H., Borges, T., Nassani, L., Castilho, R. M., & Fernandes, G. V. O. (2022). Sinus Lift Associated with Leucocyte-Platelet-Rich Fibrin (Second Generation) for Bone Gain: A Systematic Review. *Journal of clinical medicine*, 11(7), 1888. <https://doi.org/10.3390/jcm11071888>.
- Parenteau-Bareil, R., Gauvin, R., & Berthod, F. (2010). Collagen-based biomaterials for tissue engineering applications. *Materials*, 3(3), 1863–1887. <https://doi.org/10.3390/ma3031863>.
- Parra, M., Atala-Acevedo, C., Fariña, R., Haidar, Z. S., Zaror, C., & Olate, S. (2018). Graftless Maxillary Sinus Lift Using Lateral Window Approach: A Systematic Review. *Implant dentistry*, 27(1), 111–118. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000695>.
- Pichotano, E. C., de Molon, R. S., de Souza, R. V., Austin, R. S., Marcantonio, E., & Zandim-Barcelos, D. L. (2019). Evaluation of L-PRF combined with deproteinized bovine bone mineral for early implant placement after maxillary sinus augmentation: A randomized clinical trial. *Clinical implant dentistry and related research*, 21(2), 253–262. <https://doi.org/10.1111/cid.12713>.
- Quirynen, M., & Pinto, N. R. (2022). *Leukocyte - and platelet-rich fibrin in oral regenerative procedures* (1st ed.). Quintessence Publishing Company.

- Rahpeyma, A., & Khajehahmadi, S. (2018). Indications for palatal sinus lift: Case series. *Journal of Indian Society of Periodontology*, 22(3), 254–256. [https://doi.org/10.4103/jisp.jisp\\_357\\_17](https://doi.org/10.4103/jisp.jisp_357_17).
- Ramanauskaitė, A., Ataman-Duruel, E. T., Duruel, O., Tözüm, M. D., Yildirim, T. T., & Tözüm, T. F. (2019). Effects of clinical local factors on thickness morphology of Schneiderian membrane. A retrospective clinical study. *Clinical implant dentistry and related research*, 21(4), 715-722. <https://doi.org/10.1111/cid.12807>.
- Ratajczak, J., Vanganswinkel, T., Gervois, P., Merckx, G., Hilkens, P., Quirynen, M., Lambrechts, I., & Bronckaers, A. (2018). Angiogenic Properties of 'Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin'. *Scientific reports*, 8(1), 14632. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32936-8>.
- Sculean, A., Nikolidakis, D., & Schwarz, F. (2008). Regeneration of periodontal tissues: combinations of barrier membranes and grafting materials - biological foundation and preclinical evidence: a systematic review. *Journal of clinical periodontology*, 35(8 Suppl), 106–116. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2008.01263.x>.
- Sheikh, Z., Hamdan, N., Abdallah, M.-N., Glogauer, M., & Grynepas, M. (2019). Natural and synthetic bone replacement graft materials for dental and maxillofacial applications. In *Advances in Dental Biomaterials* (pp. 347-376). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102476-8.00015-3>.
- Sheikh, Z., Qureshi, J., Alshahrani, A. M., Nassar, H., Ikeda, Y., Glogauer, M., & Ganss, B. (2017). Collagen based barrier membranes for periodontal guided bone regeneration applications. *Odontology*, 105(1), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s10266-016-0267-0>.
- Silva, L. D., de Lima, V. N., Faverani, L. P., de Mendonça, M. R., Okamoto, R., & Pellizzer, E. P. (2016). Maxillary sinus lift surgery-with or without graft material? A systematic review. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 45(12), 1570–1576. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2016.09.023>.

- Simonpieri, A., Choukroun, J., Del Corso, M., Sammartino, G., & Dohan, D. M. (2011). Simultaneous sinus lift and implantation using microthreaded implants and leukocyte- and platelet-rich fibrin as the sole grafting material: A six-year experience. *Implant Dentistry*, 20(1), 2-12.
- Soardi, C. M., Cavani, F., Soardi, B., Zaffe, D., & Wang, H. L. (2023). Maxillary Sinus-Floor Augmentation with Porcine-Apatite Xenograft: A Prospective Case Series Study. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 43(6), 687–697. <https://doi.org/10.11607/prd.6331>.
- Starch-Jensen, T., Deluiz, D., Duch, K., & Tinoco, E. M. B. (2019). Maxillary Sinus Floor Augmentation With or Without Barrier Membrane Coverage of the Lateral Window: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of oral & maxillofacial research*, 10(4), e1. <https://doi.org/10.5037/jomr.2019.10401>.
- Suárez-López Del Amo, F., Ortega-Oller, I., Catena, A., Monje, A., Khoshkam, V., Torrecillas-Martínez, L., Wang, H. L., & Galindo-Moreno, P. (2015). Effect of barrier membranes on the outcomes of maxillary sinus floor augmentation: a meta-analysis of histomorphometric outcomes. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 30(3), 607–618. <https://doi.org/10.11607/jomi.3886>.
- Summers R. B. (1994). A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium (Newtown, Pa.)*, 15(2), 152–162.
- Tal, H., Kozlovsky, A., Artzi, Z., Nemcovsky, C. E., & Moses, O. (2008). Long-term bio-degradation of cross-linked and non-cross-linked collagen barriers in human guided bone regeneration. *Clinical oral implants research*, 19(3), 295–302. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2007.01424.x>.
- Tavelli, L., Borgonovo, A. E., Re, D., & Maiorana, C. (2017). Sinus presurgical evaluation: a literature review and a new classification proposal. *Minerva stomatologica*, 66(3), 115-131. <https://doi.org/10.23736/S0026-4970.17.04027-4>.
- Tay, J. R. H., Ng, E., Lu, X. J., & Lai, W. M. C. (2022). Healing complications and their detrimental effects on bone gain in vertical-guided bone regeneration: A

- systematic review and meta-analysis. *Clinical implant dentistry and related research*, 24(1), 43–71. <https://doi.org/10.1111/cid.13057>.
- Testori, T., Weinstein, T., Taschieri, S., & Wallace, S. S. (2019). Risk factors in lateral window sinus elevation surgery. *Periodontology 200*, 81(1), 91–123. <https://doi.org/10.1111/prd.12286>.
- Wang, J., Wang, L., Zhou, Z., Lai, H., Xu, P., Liao, L., & Wei, J. (2016). Biodegradable Polymer Membranes Applied in Guided Bone/Tissue Regeneration: A Review. *Polymers*, 8(4), 115. <https://doi.org/10.3390/polym8040115>.
- Weber, R. K., & Hosemann, W. (2015). Comprehensive review on endonasal endoscopic sinus surgery. *GMS current topics in otorhinolaryngology, head and neck surgery*, 14, Doc08. <https://doi.org/10.3205/cto000123>.
- Whyte, A., & Boeddinghaus, R. (2019). The maxillary sinus: physiology, development and imaging anatomy. *Dento maxillo facial radiology*, 48(8), 20190205. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20190205>.
- Zelikman, H., Slutzkey, G., Rosner, O., Levartovsky, S., Matalon, S., & Beitlitum, I. (2022). Bacterial Growth on Three Non-Resorbable Polytetrafluoroethylene (PTFE) Membranes-An In Vitro Study. *Materials (Basel, Switzerland)*, 15(16), 5705. <https://doi.org/10.3390/ma15165705>.
- Zhang, Y., Tangl, S., Huber, C. D., Lin, Y., Qiu, L., & Rausch-Fan, X. (2012). Effects of Choukroun's platelet-rich fibrin on bone regeneration in combination with deproteinized bovine bone mineral in maxillary sinus augmentation: a histological and histomorphometric study. *Journal of cranio-maxillo-facial surgery : official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 40(4), 321–328. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2011.04.020>.
- Zhao, R., Yang, R., Cooper, P. R., Khurshid, Z., Shavandi, A., & Ratnayake, J. (2021). Bone Grafts and Substitutes in Dentistry: A review of current trends and developments. *Molecules*, 26(10), 3007. <https://doi.org/10.3390/molecules26103007>.

Zumstein, M. A., Berger, S., Schober, M., Boileau, P., Nyffeler, R. W., Horn, M., & Dahinden, C. A. (2012). Leukocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF) for long-term delivery of growth factor in rotator cuff repair: review, preliminary results and future directions. *Current pharmaceutical biotechnology*, 13(7), 1196–1206. <https://doi.org/10.2174/138920112800624337>.