GABRIEL ESTRELA SILVA DOS SANTOS

MEMBRANA DE COLÁGENO PARA CICATRIZAÇÃO ÓSSEA

SÃO PAULO

2025

Gabriel Estrela Silva Dos Santos

MEMBRANA DE COLÁGENO PARA CICATRIZAÇÃO ÓSSEA

Trabalho final de curso para a obtenção do título de pós-graduação em Implantodontia da Faculdade Sete Lagoas - FACSETE, apresentado ao Departamento de Desenvolvimento da Odontologia Clínica - ADOCI.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Yataro Kawakami
Área de concentração: odontologia

SÃO PAULO

2025

MEMBRANA DE COLÁGENO PARA CICATRIZAÇÃO ÓSSEA

Trabalho final de curso para a obtenção do título de pós-graduação em Implantodontia, apresentado ao Departamento de Desenvolvimento da Odontologia Clínica - ADOCI.

Aprovado(a) em: _____/_____/_____

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. ou Profa. Dr(a)./Me(a). xxxxxxxxxxx

Desenvolvimento da Odontologia Clínica - ADOCI

_____

Prof. ou Profa. Dr(a)./ Me(a). xxxxxxxxxxx

Desenvolvimento da Odontologia Clínica - ADOCI

_____

Prof. ou Profa. Dr(a)./ Me(a). xxxxxxxxxxx

Desenvolvimento da Odontologia Clínica - ADOCI

RESUMO

A regeneração óssea guiada (ROG) tem se consolidado como uma das técnicas mais eficazes no tratamento de defeitos ósseos em odontologia, sendo crucial em especial para procedimentos de implantodontia e periodontia. No contexto da ROG, as membranas desempenham um papel fundamental, atuando como barreiras que permitem a exclusão de células não osteogênicas, favorecendo a regeneração do tecido ósseo. Dentre as diversas opções de membranas, as de colágeno se destacam pela sua biocompatibilidade, bioatividade e capacidade de promover a adesão de osteoblastos, fundamentais para a regeneração óssea. Contudo, sua rápida degradação e a baixa estabilidade volumétrica em alguns casos limitam sua aplicação. Para contornar essas limitações, modificações químicas e a combinação de colágeno com outros biomateriais têm mostrado resultados promissores, ampliando a eficácia dessas membranas no processo de cicatrização óssea. O objetivo deste trabalho é explorar as propriedades biológicas, mecânicas e bioquímicas das membranas de colágeno, avaliando seu impacto na aceleração da regeneração óssea e comparando seus benefícios com os de outras membranas, especialmente as não reabsorvíveis. Além disso, a pesquisa busca analisar as vantagens e desafios das membranas de colágeno, considerando seu uso na prática clínica e seu potencial para melhorar os resultados estéticos e funcionais em tratamentos odontológicos.

Palavras-chave: Regeneração óssea guiada (ROG); Membranas de colágeno; Cicatrização óssea; Tratamentos odontológicos; Biomateriais.

ABSTRACT

Guided bone regeneration (GBR) has become one of the most effective techniques in the treatment of bone defects in dentistry, especially crucial for implantology and periodontology procedures. In the context of GBR, membranes play a fundamental role, acting as barriers that allow the exclusion of non-osteogenic cells, thereby promoting the regeneration of bone tissue. Among the various types of membranes, collagen membranes stand out due to their biocompatibility, bioactivity, and ability to promote osteoblast adhesion, which is essential for bone regeneration. However, their rapid degradation and low volumetric stability in some cases limit their application. To overcome these limitations, chemical modifications and the combination of collagen with other biomaterials have shown promising results, enhancing the effectiveness of these membranes in bone healing. This study aims to explore the biological, mechanical, and biochemical properties of collagen membranes, evaluating their impact on accelerating bone regeneration and comparing their benefits with those of other membranes, especially non-resorbable ones. Furthermore, the research seeks to analyze the advantages and challenges of collagen membranes, considering their use in clinical practice and their potential to improve aesthetic and functional outcomes in dental treatments.

Keywords: Guided bone regeneration (GBR); Collagen membranes; Bone healing; Dental treatments; Biomaterials.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1
2. REVISÃO DE LITERATURA 2
4. CONCLUSÃO 18
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 20

1. INTRODUÇÃO

Os enxertos ósseos são frequentemente indicados em situações que demandam a reposição de osso perdido ou insuficiente. Na odontologia, essa necessidade é comum em casos de reabilitação protética ou instalação de implantes osseointegrados. A perda óssea nos maxilares está geralmente associada a extrações dentárias, neoplasias, distúrbios de desenvolvimento, traumas, infecções ou perda fisiológica, resultando em danos funcionais, estéticos e psicológicos para o paciente (FREIRES et al., 2020).

A regeneração óssea é um processo complexo e fundamental na recuperação de tecidos ósseos danificados, sendo de extrema importância na odontologia e em outras áreas da medicina. A necessidade de reposição óssea ocorre frequentemente devido à perda de osso em decorrência de extrações dentárias, traumas, doenças periodontais, distúrbios de desenvolvimento ou neoplasias. Para a reabilitação dessas deficiências ósseas, diversas abordagens terapêuticas são utilizadas, incluindo os enxertos ósseos e a regeneração óssea guiada (ROG), que têm demonstrado grande eficácia na promoção da recuperação e manutenção do volume ósseo (SEABRA, 2022).

No contexto da ROG, as membranas de colágeno surgem como uma alternativa promissora devido às suas propriedades biológicas favoráveis, como a biocompatibilidade, capacidade de indução de osteogênese e reabsorção gradual, que não requer um segundo procedimento cirúrgico. Essas membranas atuam como uma barreira semipermeável, permitindo a migração seletiva de células osteogênicas para o local do defeito ósseo, ao mesmo tempo em que impedem a infiltração de células não desejadas, como as epiteliais e do tecido conjuntivo. Com isso, contribuem para um ambiente propício à regeneração óssea, melhorando os resultados terapêuticos e reduzindo as complicações (LEITE et al., 2019;).

O objetivo desse trabalho é Analisar a eficácia das membranas de colágeno na regeneração óssea guiada (ROG), considerando suas propriedades biológicas,

funcionais e sua aplicação clínica em procedimentos odontológicos que envolvem perdas ósseas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

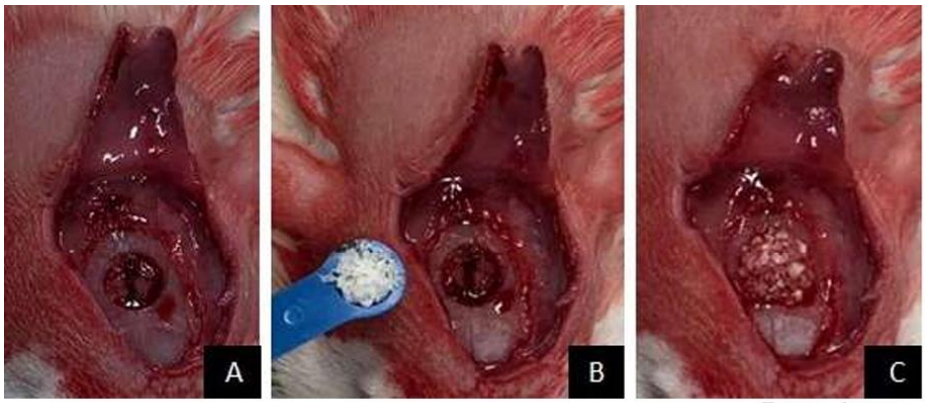
A regeneração óssea guiada (ROG) consiste na utilização de membranas como barreiras físicas para impedir a proteção de tecidos moles na área de defeito ósseo, criando um ambiente benéfico à neoformação óssea. Segundo Ramires et al. (2021), as membranas devem apresentar características como biocompatibilidade, permeabilidade seletiva, estabilidade mecânica e capacidade de manter o espaço durante o processo de cicatrização. O estudo comparativo entre membranas de colágeno bovino e suíno, realizado em calvária de ratos, demonstrou que ambos foram desenvolvidos especificamente para a regeneração óssea, sendo a membrana de colágeno suíno mais eficaz nos estágios iniciais de cicatrização. Esses achados reforçam o potencial clínico de biomateriais de origem animal na Implantodontia.

Borges (2020) investigou o uso combinado de enxerto ósseo bovino particulado com diferentes membranas colágenas absorvíveis na ROG, utilizando modelo experimental em calvária de ratos. A avaliação histológica e microtomográfica revelou que todas as membranas testadas foram eficazes na regeneração óssea, com destaque para aquelas derivadas da derme suína e do pericárdio bovino. Por outro lado, a membrana de teflon, embora biocompatível, apresentou menor formação de tecido mineralizado. O estudo concluiu que as membranas colágenas absorvíveis demonstraram melhor resposta biológica e são alternativas viáveis ao uso de materiais não absorvíveis.



Fonte: Autora.

Figura 1. (A) Sindesmotomia para acesso ao osso. (B) Confecção de defeito ósseo de 5 mm utilizando trefina e micromotor sob irrigação constante. (C) Detalhe do defeito ósseo obtido.



Fonte: Autora.

Figura 2. (A) Defeito ósseo confeccionado. (B) Dispositivo dosador com o enxerto ósseo bovino. (C) Biomaterial depositado, preenchendo todo o defeito.



Fonte: Autora.

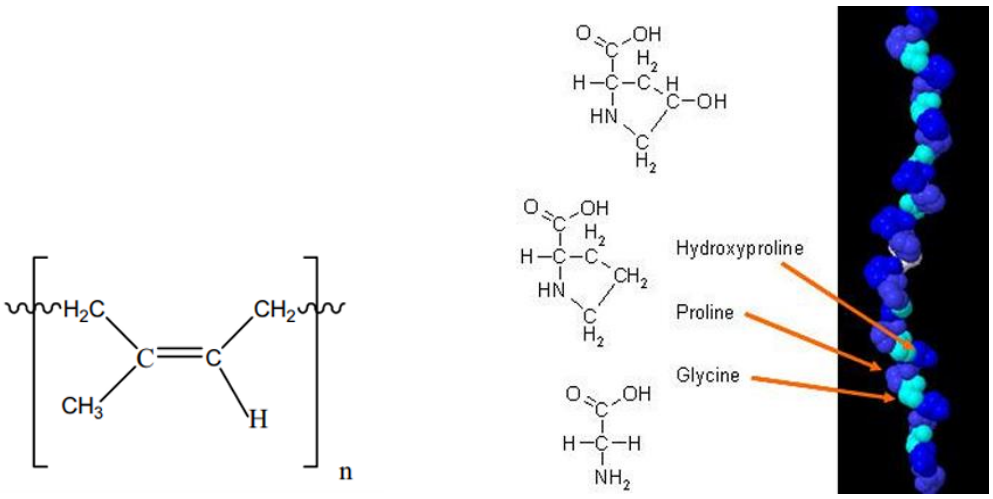
Figura 3. Posicionamento das membranas de teflon (A) e de colágeno suíno em dupla camada (B) sobre o enxerto ósseo bovino. A membrana de colágeno recebeu hidratação com solução fisiológica após sua colocação, para facilitar sua adaptação à área cirúrgica.

A matriz de colágeno suína (MCS) tem sido considerada uma alternativa eficaz ao enxerto autógeno de tecido conjuntivo na cobertura radicular. Conforme revisado realizado por Chaves, Lima e Matuda (2013), o MCS apresenta vantagens como menor tempo cirúrgico, ausência de necessidade de um segundo sítio operatório e boa integração tecidual. Sua estrutura porosa e composição em colágeno tipo I e III favorecem o crescimento do tecido gengival, oferecendo resultados clínicos e estéticos comparáveis ao enxerto de palato. (CHAVES, 2013)

Costa et al. (2015) revisaram a utilização de membranas em procedimentos de ROG, destacando a distinção entre membranas absorvíveis e não absorvíveis. As membranas absorvíveis, geralmente à base de colágeno, eliminam a necessidade de uma segunda cirurgia para remoção. Já as membranas não absorvíveis, como o politetrafluoretileno expandido (e-PTFE), oferecem maior estabilidade, porém com maior risco de exposição, e complicações infecciosas. Uma revisão aborda ainda os fundamentos da ROG, como a criação de um ambiente favorável à osteogênese por meio da exclusão de células indesejáveis e da estabilização do coágulo.

O enxerto ósseo autógeno é extraordinariamente reconhecido como padrão-ouro em Implantodontia devido às suas propriedades osteogênicas, osteoindutoras e osteocondutivas. No entanto, limitações como a necessidade de um segundo sítio cirúrgico e a disponibilidade mínima de material restringem seu uso. Estudos apontam que a combinação do enxerto autógeno com membranas em ROG potencializa os resultados clínicos, especialmente em maxilas atróficas e em regiões que desativam maior estabilidade tridimensional. (FREIRES, 2020).

Paiva (2018) avaliou, em modelo animal, a eficácia de membranas de látex natural (LN), colágeno (COL) e a combinação de ambos (LN/COL) na ROG. Uma análise histológica e histomorfométrica revelou que a associação LN/COL proporcionou melhores resultados em formação óssea e vascularização, proporcionando uma interação positiva entre a estrutura do látex e a bioatividade do colágeno. As membranas foram bem toleradas, sem induzir reações inflamatórias significativas, evidenciando o potencial terapêutico da combinação de biomateriais com diferentes propriedades físico-químicas.



(A) (B)

FONTE:AUTOR.

Figura 4. (A) Representa a estutura molecular do látex natural. (B) Representa a fórmula e estrutura molecular do colágeno.

Alarcón-Apablaza et al. (2024) analisaram membranas de colágeno derivadas de diferentes tecidos suínos — pele, pericárdio, derme, tendões e peritônio — com o objetivo de compreender como a origem tecidual influencia suas características morfológicas e funcionais. A membrana de pericárdio demonstrou maior porosidade e absorção hídrica, o que pode favorecer a regeneração óssea. As membranas de tendão e pele apresentam estrutura menos porosa e, portanto, potencial funcional inferior. Todas continham predominantemente colágeno tipo I, essencial para o suporte da osteogênese.

A escolha adequada da membrana colágena para ROG deve considerar diversos critérios, como tempo de reabsorção, compatibilidade com enxertos e tipo de colágeno (nativo ou reticulado). Sbricoli et al. (2020) ressaltam que membranas nativas oferecem melhor integração tecidual, mas menor tempo de atuação, enquanto membranas crosslinkadas garantem maior estabilidade e durabilidade, podendo provocar resposta inflamatória mais intensa. O estudo recomenda uma seleção de acordo com a complexidade do defeito ósseo e o tempo de cicatrização necessário.

Araújo et al. (2021) realizaram uma análise abrangente da produção científica e do mercado brasileiro de membranas osteopromotoras. A revisão evidenciou um crescimento na utilização de membranas colágenas reabsorvíveis, com ênfase na biodegradabilidade. No mercado nacional, prevalecem as membranas importadas de colágeno bovino. Materiais sintéticos como PTFE, titânio e PLGA também são utilizados, embora em menor escala. O estudo destaca a necessidade de mais pesquisas comparativas e critérios objetivos para auxiliar na escolha clínica dos biomateriais disponíveis.

A preservação alveolar após exodontias tem sido amplamente discutida na literatura científica, sobretudo com o objetivo de manter a morfologia óssea e gengival para futuras reabilitações com implantes. A perda óssea alveolar após a extração dentária pode comprometer significativamente os resultados estéticos e funcionais, sendo descrita como um processo fisiológico inevitável. Nesse contexto, técnicas de regeneração tecidual guiada (RTG) vêm sendo aplicadas, utilizando-se membranas de barreira em associação com biomateriais de enxerto. As membranas atuam impedindo a proliferação de tecidos moles no alvéolo, favorecendo o crescimento de tecido ósseo. Entre os tipos de membranas, as de colágeno se destacam por sua biocompatibilidade, reabsorção previsível e indução à neoformação óssea. O artigo propõe uma variação técnica no uso das membranas de colágeno após exodontia com enxerto, sugerindo a exposição parcial da

membrana sem fechamento primário da ferida. Segundo os autores, essa abordagem “mantém o volume de tecido mole, promove epitelização e estabiliza o coágulo, mesmo com exposição da membrana”. Essa técnica se diferencia das abordagens tradicionais, que buscam sempre o fechamento completo, e pode representar um avanço ao simplificar o procedimento e reduzir o tempo cirúrgico.

Ainda segundo os autores, a aplicação dessa técnica se mostrou eficaz mesmo em casos de alvéolos com comprometimento das paredes ósseas, com resultados clínicos e radiográficos favoráveis, incluindo ganho de volume ósseo horizontal e vertical, além de manutenção estética da crista alveolar. Portanto, a literatura evidencia que o uso de membranas de colágeno associadas a biomateriais é uma abordagem consolidada na preservação alveolar (GUARNIER 2019).

O uso do pericárdio bovino como biomaterial tem sido amplamente estudado na medicina e odontologia, especialmente por suas propriedades mecânicas, biocompatibilidade e fácil obtenção. O pericárdio bovino, após tratamento com soluções fixadoras como o glutaraldeído, adquire maior estabilidade estrutural e resistência à degradação enzimática, o que o torna adequado para uso em enxertos e substitutos de membranas. Além disso, estudos apontam que esse biomaterial pode atuar como barreira física em procedimentos de regeneração óssea guiada (ROG), prevenindo a migração de células epiteliais para o sítio regenerativo e promovendo a formação de tecido ósseo, o pericárdio tratado apresenta estrutura colagenosa organizada, que permite sua integração com os tecidos hospedeiros, além de induzir resposta inflamatória mínima. Comparativamente a outras membranas, como as de politetrafluoretileno (PTFE), o pericárdio bovino oferece a vantagem de ser completamente reabsorvível, o que dispensa a necessidade de uma segunda cirurgia para remoção. Contudo, ainda há desafios relacionados à padronização de seu processamento e esterilização, aspectos fundamentais para garantir a previsibilidade clínica e segurança do material (MIZUTANI 2021).

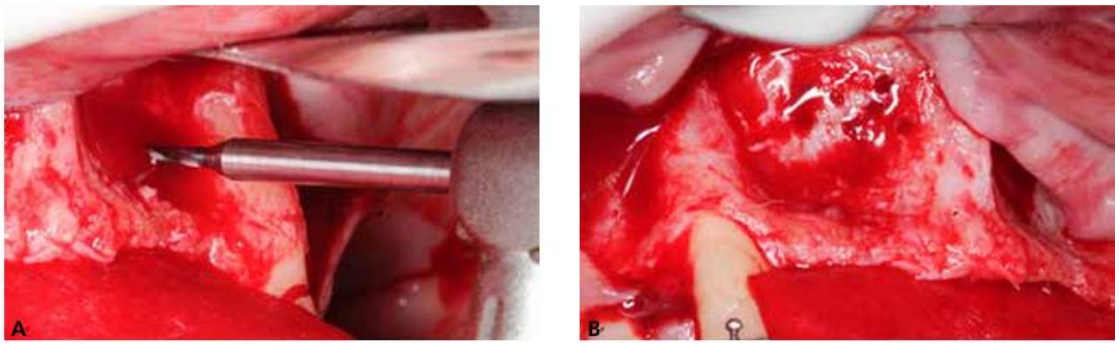


Figura 5. (A) Posicionamento de broca pera decorticalização. (B) Visualização do sangramento endósseo, garantindo nutrição do enxerto.

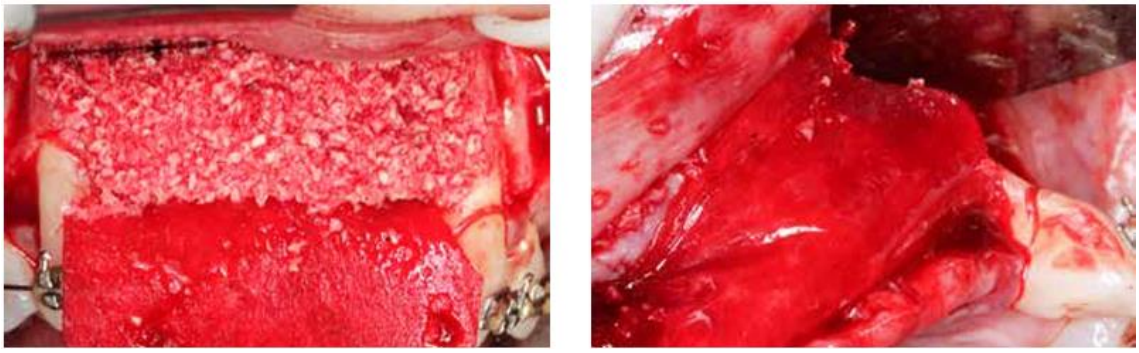


Figura 6. (A) Acomodação do enxerto. (B) Estabilização do enxerto com a fixação tensionada da membrana de colágeno.

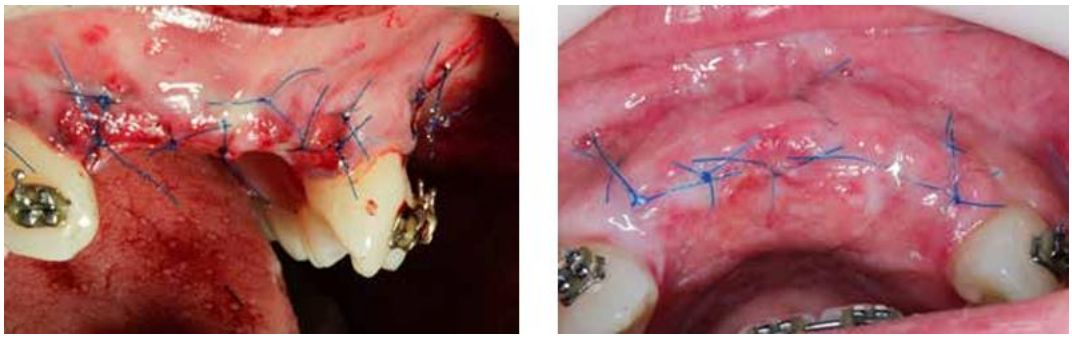


Figura 7. (A) Sutura combinada de técnica de colchoeiro e simples. (B) Imagem de reparo cicatricial do rebordo enxertado.

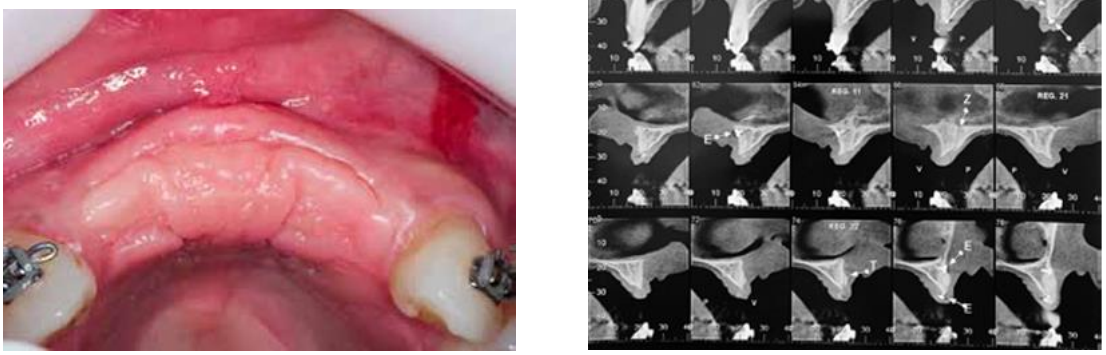
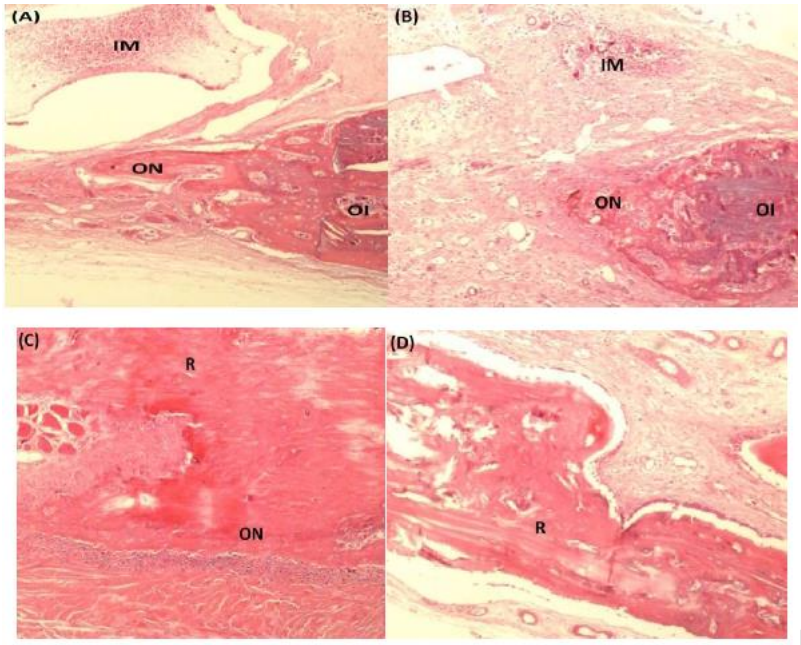


Figura 8. (A) Imagem do rebordo após 6 meses de cicatrização (B) Imagem tomográfica de planejamento para os implantes. Notar adequação do enxerto e aumento de volume.

FONTE: AUTOR

No campo da medicina veterinária, a regeneração óssea guiada também tem sido tema de estudos crescentes, especialmente em casos de trauma ou defeitos ósseos extensos em cães. O uso de membranas e enxertos ósseos em animais de companhia segue princípios semelhantes aos aplicados na odontologia humana, priorizando a biocompatibilidade e a capacidade osteocondutora dos materiais. Estudos revelam que o osso bovino inorgânico, amplamente utilizado como substituto ósseo, oferece suporte eficaz à formação de novo osso em defeitos críticos, quando combinado com membranas de colágeno. Além disso, a associação desses biomateriais a técnicas de fixação cirúrgica, como miniplacas e parafusos, contribui para a estabilização do enxerto e a previsibilidade da cicatrização. Outro fator relevante é o papel do ambiente biológico na regeneração óssea, incluindo fatores como idade do animal, nutrição, doenças sistêmicas e cuidados pós-operatórios. Dessa forma, a literatura sugere que o sucesso clínico depende não apenas da escolha dos biomateriais, mas também de uma abordagem terapêutica integrada e personalizada, adaptada ao paciente veterinário (FOFANO 2005).

A regeneração óssea guiada (ROG) é uma técnica amplamente estudada na odontologia contemporânea, com o objetivo de restaurar estruturas ósseas perdidas por meio do uso de barreiras físicas que impedem a proliferação de tecido mole no local do defeito, favorecendo a formação óssea. A literatura científica tem evidenciado o papel fundamental das membranas de barreira nesse processo, destacando especialmente as membranas absorvíveis de colágeno, que proporcionam facilidade clínica e evitam a necessidade de remoção cirúrgica posterior. A hidroxiapatita e os fosfatos de cálcio, frequentemente utilizados como biomateriais em enxertos ósseos, oferecem osteocondutividade e biocompatibilidade superiores, permitindo a deposição gradual de matriz óssea ao longo do tempo. Esses materiais servem como arcabouço para o crescimento celular e a angiogênese, sendo fundamentais para o sucesso do tratamento regenerativo. Além disso, o colágeno de origem bovina, frequentemente presente nas membranas, imita a matriz extracelular humana, contribuindo para a adesão e proliferação celular. A associação de enxertos ósseos com fatores de crescimento, como o plasma rico em plaquetas (PRP), tem demonstrado resultados promissores, acelerando a formação óssea e otimizando os tempos de cicatrização. Esses avanços se refletem na prática clínica, principalmente em procedimentos de reconstrução alveolar pós-extração dentária e em cirurgias para instalação de implantes. Além disso, a literatura destaca a importância de manter um microambiente estável e livre de contaminação para o êxito da ROG. O controle da infecção, a preservação da vascularização e a integridade das bordas ósseas são considerados fatores críticos. Assim, o uso racional de biomateriais, associado ao conhecimento técnico e à seleção criteriosa dos casos, representa a base para a previsibilidade e o sucesso dos tratamentos regenerativos na implantodontia (LEITE 2019).



Fonte: autor

Figura 9. Visão panorâmica da superfície do osso da calvária, na altura da sutura sagital de Bregma, próximo ao defeito ósseo e do local com a membrana nos tempos experimentais de 15 (A-B) e de 30 dias (C-D).

A regeneração óssea tem se beneficiado significativamente dos avanços na engenharia de tecidos e na biotecnologia, especialmente com o uso de células-tronco mesenquimais (CTMs) e scaffolds tridimensionais. Essas células, extraídas da medula óssea, tecido adiposo ou polpa dentária, apresentam alta capacidade de autorrenovação e diferenciação, sendo consideradas fundamentais para a regeneração tecidual em medicina. A literatura contemporânea evidencia que a combinação de CTMs com biomateriais, como hidroxiapatita, beta-tricálcio fosfato e polímeros biodegradáveis, favorece a formação óssea em defeitos críticos. Esses scaffolds funcionam não apenas como suporte mecânico, mas também como arcabouço bioativo, promovendo a adesão celular, a sinalização molecular e a formação de matriz óssea. Estudos indicam que o microambiente tridimensional influencia diretamente o comportamento das CTMs, modulando sua diferenciação e promovendo uma regeneração mais eficiente. Outro aspecto amplamente discutido na literatura é a importância da vascularização no processo regenerativo. A integração dos enxertos depende diretamente da formação de novos vasos sanguíneos, responsáveis pelo fornecimento de nutrientes, oxigênio e pela remoção de metabólitos. Assim, estratégias como o uso de fatores angiogênicos, co-cultura com células endoteliais e pré-vascularização de biomateriais são consideradas fundamentais para a regeneração óssea eficaz. A integração de fatores de crescimento, como as proteínas morfogenéticas ósseas (BMPs), também tem sido explorada com sucesso, promovendo osteoindução e acelerando a maturação do tecido regenerado. Tais abordagens representam um avanço promissor na terapêutica regenerativa, principalmente na reabilitação de grandes defeitos ósseos, onde o reparo espontâneo seria limitado ou inexistente. A tendência atual aponta

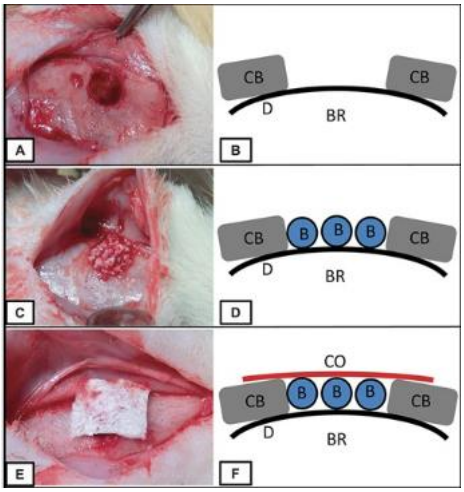
para sistemas inteligentes de liberação controlada de biomoléculas em conjunto com scaffolds bioativos e células tronco, sinalizando uma nova era na reconstrução óssea. (REN YANRU 2022).

A aplicação de biomateriais e membranas na regeneração óssea guiada (ROG) em equinos tem ganhado destaque na literatura científica devido à necessidade crescente de tratamentos mais eficazes para lesões ortopédicas em animais de grande porte. A utilização de barreiras físicas com a finalidade de proteger e delimitar o defeito ósseo permite o crescimento seletivo de tecido ósseo, evitando a invasão de tecido conjuntivo indesejado. Biomateriais como o osso bovino liofilizado e as membranas de colágeno são amplamente utilizados em medicina veterinária por apresentarem biocompatibilidade, osteocondutividade e capacidade de integração tecidual satisfatória. Além disso, esses materiais contribuem para a formação de um arcabouço tridimensional, essencial para a proliferação celular e deposição de matriz mineralizada. Tais características são fundamentais, principalmente em regiões submetidas a cargas mecânicas intensas, como ocorre em membros locomotores dos equinos. Estudos também demonstram a eficácia da associação entre membranas absorvíveis e substitutos ósseos no estímulo à neoformação óssea, sendo essas terapias especialmente indicadas em fraturas cominutivas, cavidades císticas ou falhas segmentares. O sucesso da ROG em equinos está fortemente atrelado à manutenção da estabilidade do local do enxerto, à vascularização eficiente e à prevenção de infecções locais. Além disso, a literatura enfatiza a importância de fatores biológicos, como as proteínas morfogenéticas ósseas (BMPs), na aceleração do processo regenerativo. Em experimentações recentes, foi possível observar uma recuperação óssea mais rápida e com maior qualidade histológica quando BMPs foram incorporadas aos scaffolds. Dessa forma, o uso racional de biomateriais em equinos, com acompanhamento clínico e radiográfico, mostra-se como uma abordagem promissora e cada vez mais presente na prática veterinária (GALLO NUNZIA 2020).

Na implantodontia moderna, as membranas utilizadas na técnica de regeneração óssea guiada (ROG) são classificadas em dois grandes grupos: absorvíveis e não absorvíveis. Cada tipo possui indicações específicas conforme o defeito ósseo a ser tratado e os objetivos clínicos. As membranas não absorvíveis, como as de politetrafluoretileno expandido (e-PTFE), foram amplamente utilizadas nas décadas iniciais da ROG, oferecendo excelente barreira física e estabilidade, porém exigindo uma segunda intervenção cirúrgica para remoção. Por outro lado, as membranas absorvíveis, especialmente as de colágeno, têm se destacado por dispensarem a necessidade de remoção, além de apresentarem características favoráveis à biocompatibilidade e reabsorção progressiva durante a cicatrização. Essas membranas induzem mínima resposta inflamatória, mantêm o espaço necessário para a regeneração e permitem a invasão de células osteogênicas. A literatura recente também compara a eficácia de diferentes materiais absorvíveis, incluindo as membranas derivadas de pericárdio bovino e pele suína. Cada uma

apresenta taxas distintas de degradação e resistência mecânica, o que influencia diretamente nos resultados clínicos. A escolha do material deve considerar fatores como o tamanho do defeito, o tempo de reabsorção necessário e o nível de estabilidade da área operada. A combinação de membranas com substitutos ósseos, como hidroxiapatita ou osso bovino particulado, tem se mostrado superior à utilização isolada, promovendo uma maior formação de osso novo. A regeneração é mais eficaz quando há controle da estabilidade, da contaminação e da vascularização. Assim, o avanço tecnológico das membranas tem contribuído significativamente para o aumento da previsibilidade e do sucesso das reabilitações com implantes dentários. (BIZZO 2025).

A regeneração óssea guiada (ROG) é uma técnica amplamente utilizada para a reconstrução de defeitos ósseos alveolares, especialmente em preparações para instalação de implantes dentários. O uso de biomateriais como o Bio-Oss®, derivado de osso bovino desproteinizado, e membranas de colágeno tem sido descrito na literatura como altamente eficaz na promoção da neoformação óssea. O Bio-Oss® possui propriedades osteocondutoras e apresenta estrutura porosa que favorece a penetração de vasos sanguíneos e a deposição de matriz óssea. As membranas de colágeno, por sua vez, atuam como barreiras seletivas, impedindo a migração de células epiteliais e tecido conjuntivo para o interior do defeito, o que poderia comprometer a regeneração óssea. Além disso, por serem reabsorvíveis, dispensam uma segunda cirurgia para sua remoção, o que reduz o desconforto do paciente e o risco de complicações pós-operatórias. Segundo a literatura, o tempo de degradação da membrana deve estar sincronizado com o processo de formação óssea, sendo que membranas que se reabsorvem precocemente podem comprometer o resultado final. Estudos clínicos e histológicos, a associação entre Bio Oss® e membranas de colágeno resulta em maior volume de osso neoformado em comparação ao uso isolado de cada um dos componentes. Outros aspectos fundamentais destacados pelos autores são a estabilidade do coágulo e a ausência de micromovimentos, condições essenciais para o sucesso da regeneração. A literatura também ressalta a importância do fechamento primário da ferida e da integridade das bordas ósseas. Assim, a associação entre biomateriais como o Bio-Oss® e membranas de colágeno representa uma estratégia segura e eficaz na reabilitação de áreas com perda óssea significativa, sendo uma das abordagens mais consolidadas na prática clínica atual (KASUYA SHIN 2018).



fonte: autor

Figura 10. A e B, Defeito ósseo atingindo a dura-máter do cérebro. C e D, preenchimento de Bio-Oss® para defeito ósseo sem membrana. E e F, Bio-Oss® mais enchimento da membrana de colágeno para defeito ósseo. (CB: Osso da calvária; D: Dura; BR: Cérebro; B: Bio-Oss®; CO: Membrana de colágeno).

A regeneração tecidual guiada (RTG) é uma técnica consolidada em periodontia e implantodontia, baseada na utilização de membranas que promovem a regeneração seletiva dos tecidos periodontal. A técnica baseia-se na exclusão de células epiteliais e conjuntivas do defeito ósseo, permitindo que apenas células do ligamento periodontal e da crista óssea participem do processo de regeneração. As membranas utilizadas na RTG podem ser reabsorvíveis ou não reabsorvíveis. As primeiras, geralmente compostas por colágeno ou polímeros sintéticos, são preferidas pela maioria dos profissionais por dispensarem uma segunda intervenção cirúrgica. Em contrapartida, as membranas não-reabsorvíveis, como as de PTFE, oferecem maior estabilidade, embora estejam associadas a maior risco de exposição e infecção. A associação das membranas com biomateriais osteocondutores, como hidroxiapatita e fosfato tricálcico, que auxiliam na manutenção do espaço e fornecem matriz para a deposição de novo tecido ósseo. A literatura também destaca a importância da estabilidade do coágulo e da ausência de micro-movimentações, fatores diretamente relacionados ao sucesso do procedimento. (VARGAS 2016).

As membranas não reabsorvíveis possuem maior estabilidade e capacidade de manutenção de espaço, contudo, têm um elevado risco de exposição e infeção e necessitam de uma segunda cirurgia para a sua remoção. As membranas reabsorvíveis não necessitam desta segunda cirurgia e têm menor taxa de exposição, no entanto, têm pouca estabilidade, o que aumenta o risco de colapso. Vários estudos concluíram que as membranas não reabsorvíveis são mais utilizadas em áreas que sofrem mais forças de carga, em defeitos verticais, já as reabsorvíveis são recomendadas para zonas que não suportam carga, em defeitos horizontais.

Assim, as membranas devem ser escolhidas de acordo com o tipo de defeito ósseo presente, mas quando usadas devidamente, ambas proporcionam resultados semelhantes na estabilidade do implante e ganho ou preenchimento do defeito ósseo, comprovando a eficácia da regeneração óssea guiada no restabelecimento da arquitetura óssea necessária para a colocação de implantes (SEABRA 2022).

A regeneração óssea guiada (ROG) é uma técnica amplamente empregada na odontologia para promover a neoformação óssea em regiões com defeitos críticos, sendo especialmente útil em áreas submetidas à exodontia, preparo para implantes ou reconstruções ósseas. Nesse contexto, o uso de barreiras físicas, como as membranas de colágeno, tem se destacado por sua capacidade de separar os tecidos moles da área óssea em regeneração, favorecendo o crescimento seletivo de células osteogênicas. O processo de reparo alveolar após extrações dentárias envolve uma sequência coordenada de eventos, incluindo a formação do coágulo sanguíneo, invasão de células inflamatórias, deposição de matriz osteóide e remodelação óssea. No entanto, a migração de tecido epitelial e conjuntivo para dentro do alvéolo pode comprometer a regeneração óssea adequada, especialmente em situações em que há perda óssea prévia ou necessidade de preservação do rebordo alveolar. As membranas de colágeno atuam como barreiras semipermeáveis, permitindo a difusão de nutrientes e gases, mas impedindo a invasão de células indesejáveis. Além disso, são biocompatíveis, bioabsorvíveis e promovem uma matriz favorável à adesão celular e angiogênese. Estudos demonstram que o colágeno estimula a quimiotaxia de fibroblastos e osteoblastos, contribuindo para um microambiente propício à regeneração óssea. O artigo analisado — “Influência da barreira de colágeno no processo de reparo alveolar em alvéolos de rato após exodontia” — corrobora esses achados ao evidenciar, por meio de avaliação histológica em modelo animal, que a utilização da membrana de colágeno favoreceu a organização e maturação do tecido ósseo nos primeiros períodos pós-operatórios. Esses resultados reforçam a eficácia clínica do colágeno como agente facilitador da ROG, sendo uma opção viável e segura na prática odontológica. Em síntese, a literatura científica aponta que a aplicação de membranas de colágeno é eficaz na modulação da cicatrização óssea alveolar, com destaque para sua atuação nos estágios iniciais da regeneração. A incorporação dessa abordagem pode representar um avanço significativo na manutenção do volume ósseo e no sucesso de terapias reabilitadoras, como os implantes osseointegrados (PAULINO 2023).

A utilização de membranas de barreira é um elemento fundamental dessa abordagem, pois impede a invasão de células epiteliais e do tecido conjuntivo na área de regeneração, permitindo que células osteogênicas colonizem o local e favoreçam a neoformação óssea. As membranas podem ser classificadas em reabsorvíveis e não reabsorvíveis. As membranas reabsorvíveis, como as de

colágeno, têm como vantagem a eliminação da necessidade de uma segunda cirurgia para remoção. Elas apresentam boa biocompatibilidade e são capazes de estimular a cicatrização, porém podem ter menor resistência mecânica. Já as membranas não reabsorvíveis, como as de politetrafluoretileno (PTFE), oferecem maior estabilidade espacial, sendo indicadas em casos de grandes defeitos ósseos, embora exijam remoção cirúrgica posterior. Estudos clínicos e laboratoriais demonstram que a escolha adequada da membrana, em conjunto com fatores como a estabilidade do coágulo, a técnica cirúrgica e a ausência de infecção, é determinantes para o sucesso da ROG. Além disso, o uso de enxertos ósseos em conjunto com as membranas pode potencializar os resultados, promovendo uma maior formação óssea em áreas de reconstrução. Conforme discutido no artigo, a literatura reforça que a seleção do tipo de membrana deve considerar o tipo e o tamanho do defeito ósseo, a saúde sistêmica do paciente, o risco de exposição da membrana e a necessidade de suporte estrutural. A técnica é especialmente útil em casos de perda óssea alveolar decorrente de trauma, infecções ou extrações dentárias, onde se busca restabelecer volume ósseo adequado para a reabilitação com implantes (RANDOLPH R 2018)

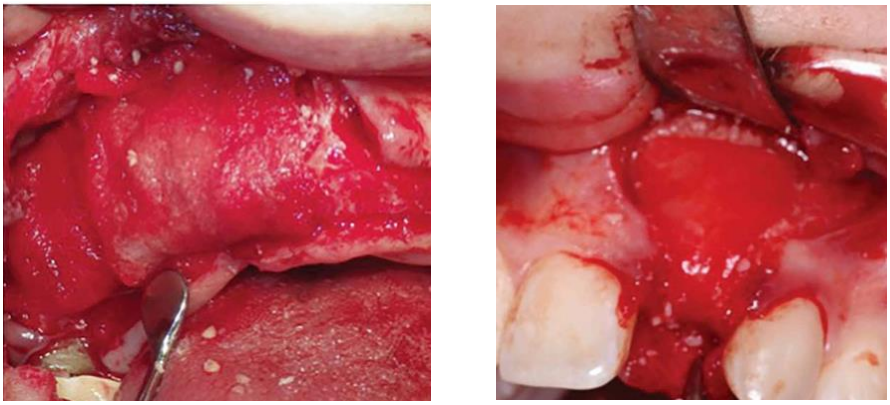


Figura 11. (A) Membrana de colágeno colocada após enxerto ósseo. (B) Membrana de colágeno colocada em formato do corte para melhor adequação na cicatrização.

Fonte: autor

3. DISCUSSÃO

A Regeneração Óssea Guiada (ROG) é uma técnica fundamental na Implantodontia, onde membranas atuam como barreiras para impedir a invasão de tecidos moles em áreas de defeitos ósseos, criando um ambiente favorável à neoformação óssea. A discussão entre os diversos autores revela tanto os avanços quanto os desafios em relação ao uso de diferentes tipos de membranas e biomateriais.

Membranas colágenas de origem animal, como as de colágeno bovino e suíno, destacam-se por sua biocompatibilidade, permeabilidade seletiva e

capacidade de manutenção do espaço durante a cicatrização (Ramires et al., 2021). O estudo de Borges (2020) mostrou que as membranas colágenas absorvíveis, especialmente as derivadas de derme suína e pericárdio bovino, apresentam resposta biológica superior, promovendo melhores resultados na regeneração óssea quando comparadas com outras opções, como o politetrafluoretileno (PTFE), que, embora biocompatível, tem mostrado menor eficácia na formação de tecido mineralizado.

Em relação ao material colágeno suíno, estudos indicam sua superioridade nos estágios iniciais de cicatrização, sugerindo seu uso estratégico em fases precoces (Ramires et al., 2021). Além disso, sua estrutura porosa e composição favorecem a integração tecidual e o crescimento ósseo (Chaves, Lima e Matuda, 2013). A escolha entre membranas de colágeno nativo e reticulado também é importante, pois as primeiras oferecem uma melhor integração tecidual, enquanto as reticuladas garantem maior estabilidade e durabilidade, embora com o risco de reações inflamatórias (Sbricoli et al., 2020).

Por outro lado, a utilização de membranas de látex natural (LN), associadas ao colágeno, mostrou resultados promissores em termos de formação óssea e vascularização, destacando o potencial terapêutico da combinação de biomateriais com diferentes propriedades físico-químicas (Paiva, 2018). A combinação de enxertos ósseos com membranas, particularmente com colágeno e derivados de pericárdio bovino, tem se mostrado eficaz em promover a osteogênese em defeitos ósseos mais complexos, como em maxilas atróficas (Freires, 2020).

No que tange ao uso de membranas de pericárdio bovino, estudos recentes (Mizutani, 2021) destacam sua estrutura colagenosa organizada, que promove integração com os tecidos hospedeiros, além de ser completamente reabsorvível, o que elimina a necessidade de uma segunda cirurgia para remoção. Contudo, o processo de esterilização e a padronização de seu uso ainda representam desafios.

A preservação alveolar após a extração dentária é um dos focos importantes na literatura, e o uso de membranas de colágeno associadas a biomateriais tem mostrado resultados satisfatórios na manutenção do volume ósseo e estabilidade estética do alvéolo pós-exodontia (Guarnier, 2019). Uma abordagem inovadora propõe a exposição parcial da membrana, sem o fechamento primário da ferida, o que simplifica o procedimento cirúrgico e melhora a estabilidade do coágulo.

Essa divergência entre os autores sobre a escolha entre membranas absorvíveis e não absorvíveis reflete uma questão prática na clínica: a escolha da membrana depende do tipo e localização do defeito ósseo, bem como da necessidade de

suporte estrutural para garantir o sucesso da regeneração óssea. Seabra sugere que, em áreas submetidas a fortes forças de carga, as membranas não absorvíveis são essenciais para garantir a regeneração óssea. Já Leite parece favorecer as membranas absorvíveis, apontando sua praticidade e capacidade de promover a regeneração sem a necessidade de uma segunda intervenção.

A discussão sobre o uso de biomateriais, como o Bio-Oss® e o osso bovino inorgânico, também gera divergência entre os autores. Para Kasuya Shin (2018), a combinação de Bio-Oss® com membranas de colágeno é extremamente eficaz na promoção de neoformação óssea, especialmente em áreas com grande perda óssea, como após extrações dentárias ou em defeitos alveolares. Ele observa que o Bio-Oss®, por sua estrutura porosa, facilita a penetração de vasos sanguíneos, o que é crucial para a revascularização e integração do enxerto. Bizzo (2025) compartilha dessa visão, apontando que a associação de biomateriais como o Bio-Oss® com membranas de colágeno resulta em um aumento significativo do volume ósseo neoformado em comparação com o uso isolado de cada componente.

Por outro lado, Fofano (2005), na sua análise sobre o uso de osso bovino em medicina veterinária, destaca a eficácia do osso bovino liofilizado como substituto ósseo em cães e equinos. Fofano sugere que o osso bovino, quando combinado com membranas de colágeno e técnicas de fixação como miniplacas e parafusos, oferece suporte eficaz à formação óssea. A principal diferença aqui é que Fofano enfatiza a biocompatibilidade e a adaptabilidade do osso bovino aos diferentes tipos de pacientes veterinários, enquanto Kasuya Shin e Bizzo concentram-se mais na aplicação desses biomateriais em pacientes humanos, especialmente em procedimentos de implantodontia.

Ren Yanru (2022) aponta que os avanços em engenharia de tecidos, especialmente com o uso de células-tronco mesenquimais (CTMs) e scaffolds tridimensionais, têm possibilitado um grande avanço na regeneração óssea, promovendo a diferenciação celular e a formação óssea de maneira mais eficiente. Ela enfatiza a importância da pré-vascularização e o uso de fatores angiogênicos, como o VEGF, para garantir a integração dos enxertos e a formação de novos vasos sanguíneos no processo regenerativo.

Leite (2019) concorda com a importância da vascularização na regeneração óssea, mas também salienta que, em muitos casos clínicos, a introdução de tecnologias de bioengenharia ainda é limitada pela necessidade de tempo e investimentos financeiros. Para ele, o foco deve estar na combinação de técnicas tradicionais com os novos avanços, como o PRP (plasma rico em plaquetas), que já

demonstram bons resultados em acelerar a cicatrização e otimizar os tempos de regeneração.

A integração de fatores biológicos, como a idade do paciente, a nutrição e a presença de doenças sistêmicas, é outro ponto comum entre os autores, mas com algumas variações na forma como esses fatores são abordados. Fofano (2005) é claro ao afirmar que o sucesso clínico depende não apenas da escolha dos biomateriais, mas também de uma abordagem personalizada, levando em consideração as características biológicas do paciente veterinário.

Por outro lado, Paulino (2023), em seu estudo sobre a regeneração óssea em alvéolos de ratos, sugere que o controle rigoroso da infecção e a preservação do coágulo sanguíneo são fatores determinantes para o sucesso da regeneração óssea. Ele enfatiza que os cuidados pós-operatórios, como a proteção contra infecções e o acompanhamento constante, são tão importantes quanto a escolha dos biomateriais.

A escolha da membrana para ROG depende de múltiplos fatores, incluindo a origem do material, tempo de reabsorção, compatibilidade com enxertos e tipo de colágeno. As membranas colágenas de origem animal, especialmente bovina e suína, mostram-se promissoras devido à sua biocompatibilidade, resposta biológica positiva e potencial de integração tecidual. No entanto, é necessário aprofundar a pesquisa sobre a padronização de biomateriais, processamento e os diferentes efeitos das membranas absorvíveis e não absorvíveis para otimizar os resultados clínicos na Implantodontia. Leite (2019) e Kasuya Shin (2018) destacam as membranas de colágeno como uma das principais opções para ROG, principalmente por sua biocompatibilidade e facilidade de absorção, que eliminam a necessidade de remoção cirúrgica posterior. Para Leite (2019), as membranas de colágeno, associadas a biomateriais como a hidroxiapatita e o Bio-Oss®, são fundamentais para promover a osteogênese. Ele enfatiza ainda o papel das membranas absorvíveis no controle da infecção e na estabilização do coágulo sanguíneo.

No entanto, Seabra (2022) e Bizzo (2025) apresentam uma visão diferente, argumentando que as membranas não absorvíveis, como o politetrafluoretileno expandido (e-PTFE), ainda são preferidas em defeitos ósseos maiores ou em áreas com alta carga mecânica. Seabra argumenta que, apesar da necessidade de uma segunda cirurgia para remoção, a estabilidade oferecida pelas membranas não absorvíveis é insubstituível quando se trata de defeitos complexos.

4. CONCLUSÃO

Em síntese, as membranas de colágeno são uma alternativa altamente eficaz para procedimentos de regeneração óssea, especialmente em situações em que a estabilidade mecânica do material é favorável. Elas se destacam pela sua biocompatibilidade, pela facilidade de adaptação aos tecidos moles e pela redução de complicações. A escolha adequada do tipo de membrana, a avaliação detalhada do defeito ósseo e a utilização de técnicas combinadas com enxertos e pinos de fixação são elementos-chave para maximizar os benefícios e garantir o sucesso dos tratamentos. Portanto, a contínua pesquisa sobre as propriedades dessas membranas, bem como o aprimoramento das técnicas de aplicação, são essenciais para o avanço da regeneração óssea guiada e para a melhoria dos resultados em tratamentos odontológicos e médicos.

- **Origem biológica (animal)**: As membranas de colágeno utilizadas em odontologia são, na maioria das vezes, derivadas de tendões ou derme de bovinos, pericárdio de suínos ou outras estruturas conjuntivas de origem animal. São purificadas para garantir segurança biológica e eliminar imunogenicidade.
- **Alta biocompatibilidade**: Devido à sua origem natural e composição semelhante ao colágeno humano tipo I, apresentam excelente tolerância pelos tecidos vivos, promovendo uma cicatrização favorável e reduzindo o risco de rejeição.
- **Bioderivadas e bioabsorvíveis**: As membranas de colágeno são reabsorvíveis pelo organismo, dispensando a necessidade de remoção cirúrgica e reduzindo o número de intervenções clínicas.
- **Suporte à regeneração tecidual**: Atuam como arcabouço para proliferação de fibroblastos e osteoblastos, sendo eficazes em técnicas como ROG (Regeneração Óssea Guiada) e RTG (Regeneração Tecidual Guiada).
- **Resistência mecânica moderada**: Embora tenham capacidade razoável de manutenção do espaço durante a cicatrização inicial, são

menos resistentes à tração e degradação quando comparadas a membranas não reabsorvíveis (ex: PTFE).

- **Boa adequação clínica**: São amplamente utilizadas em procedimentos com ou sem enxerto ósseo, em defeitos periodontais, periimplantares e cirurgias reconstrutivas, devido à sua flexibilidade, facilidade de manipulação e baixo risco de complicações.
- **Limitações associadas à origem:** A origem animal, embora segura, pode levantar preocupações éticas ou culturais para alguns pacientes, além de risco residual (muito baixo) de transmissão de agentes patogênicos se não houver adequada purificação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ALARCÓN-APAPLAZA** JOSEFA, KARINA GODOY-SÁNCHEZ, MARCELA JARPA PARRA, KARLA GARRIDO, RAMÓN FUENTES TISSUE SOURCES THE MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF COLLAGEN MEMBRANES FOR GUIDED BONE REGENERATION (2024).

2. **ARAÚJO** LANA KARIENE, ABRAHÃO LINCOLN ALVES CUNHA, YASMIN ALVES TELES DE MENEZES, MIRRAEL DE SOUSA LOPES, JACQUES ANTONIO CAVALCANTE MACIEL, IGOR LUCO CASTRO-SILVA. Membranas osteopromissoras em odontologia: tendêcias cientificas e análise do mercado brasileiro (2021).

3. **BIZZO** FERNANDA CUNHA, ISABEL DIAS DOS SANTOS, JULYA VITTÓRIA DE AZEVEDO DOS SANTOS, SUELEN DA SILVA SANTOS, MARIA THERESA ALVES DA CUNHA KALIL, MARCOS DA VEIGA KALIL. TIPOS DE MEMBRANAS ABSORVÍVEIS E NÃO ABSORVÍVEIS APLICADA À IMPLANTODONTIA: REVISÃO SISTEMÁTICA(2025).

4. **BORGES** Aline Ferreira ASSOCIAÇÃO ENTRE ENXERTO ÓSSEO BOVINO E DIFERENTES MEMBRANAS COLÁGENAS ABSORVÍVEIS NA REGENERAÇÃO ÓSSEA GUIADA (ROG). ANÁLISE MICROTOMOGRÁFICA,HISTOLÓGICA E HISTOMORFOMÉTRICA EM CALVÁRIA DE RATOS. (2020).

5. **CHAVES AL,** ,Lima SC, Matuda FS. MATRIZ DE COLÁGENO SUÍNA PARA RECOBRIMENTO RADICULAR, UMA REVISÃO DE LITERATURA **(**2013).

6. **COSTA,** José Boaventura Zumaéta, Fabricio da silva, Christiano de Almeida Dultra, Lais Farias Souza, Maria Clara Nascimento Eyotte dos Santos. O USO DE MEMBRANAS BIOLÓGICAS PARA REGENERAÇÃO ÓSSEA GUIADA EM IMPLANTODONTIA(2015).

7. **FOFANO,** ANDREA PACHECO B.B, CLAUDIO CESAR FONSECA, MARLENE I.V.V, EMILY, VINICIUS WINTER, ERICA BATISTA, TATIANA SCHMITZ. ASPECTOS HISTOLÓGICOS DA ASSOCIAÇÃO DE MATRIZ ÓSSEA BOVINA MINERALIZADA COM MEMBRANA DE COLÁGENO NA REPARAÇÃO ALVEOLAR DA MANDÍBULA DE CÃO (2005).

8. **FREIRES** IGOR DE BRITO PINÓRIO, GABRIEL GOMES DA SILVA, ANGENOR FRANCISCO RIBEIRO NETO, JABES GENNEDYR CRUZ LIMA, JULIANA CAMPOS PINHEIRO, BRUNO TORRES BEZERRA UTILIZAÇÃO DE ENXERTO ÓSSEO AUTOGENO NA REABILITAÇÃO DOS MAXILARES (2020).

9. **GALLO NUNZIA,** MARIA LUCIA NATALI, ALESSANDRO SANNINO E LUCAS SALVATORE. AN OVERVIEW OF THE USE EQUINE COLLAGEN AS EMERGIGN MATERIAL FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS(2020).

10. **GUARNIER** RENZO, DARIO DI NARDO, GIANNI DI GIORGIO, GABRIELE MICCOLI, LUCA TESTARELLI EFFECTIVENESS OF XENOGRAFT AND PORCINE-DERIVED RESORBEBLE MEMBRANE IN AUGMENTATION PF POSTERIOR

EXTRACTION SOCKETS WITH A SEVERE WALL DEFECT. A RADIOGRAPHIC-TOMOGRAPHIC EVALUTION (2019).

11. **JEONG-KUI KU,** IN-WOONG UM, MI-KYOUNG JUN, II-HYUNG KIM. DENTIN-DERIVED-BARRIER IN GUIDED BONE REGENERATION: A CASE REPORT (2021).

12. **KASUYA SHIN,** DDS; NAHOKO KATO-KOGOE, MICHI OMORI, KAYOKO YAMAMOTO, SHOGO TAGUCHI,HIROSHI FUJITA, NACKO IMAGAWA, AKIHIRO SUNANO, KAZUYA INOUE, YUICHI ITO, AZUMI HIRATA, TAKAAI UENO, PETER K. MOY. NEW BONE FORMATION PROCESS USING BIO-OSS AND COLLAGEN MEMBRANE FOR RAT CALVARIAL BONE DEFECT: HISTOLOGICAL OBSERVATION (2018).

13. **LEITE ANDRE FARIAS,** LILIAN M.M.F, CHARLLYTON L.S.C, VINCENTE G.F.V, JOSÉ Z.L.S, RAUIRYS A.O, DANNIEL C.L.F, ANTONIO L.M.M.F . ESTUDO IN VIVO DA REPARAÇÃO ÓSSEA GUIADA PELA MEMBRANA BIOLÓGICA DE POLIESTIRENO COM COLÁGENO E NEROBIXINA (2019).

14. **MIZUTANI FS,** CIOTTI DL, REINO DM, FEVARI M. O USO DE MEMBRANA DE COLÁGENO DE PERICÁRDIO BOVINO NA REGENERAÇÃO ÓSSEA: CARACTERÍSCAS E RELATO DE CASO (2021).

15. **PAIVA** MARCELA BRITTO. Efeitos das membranas de latéx natural e/ou colágeno na regeneração guiada em tíbias de ratos (2018).

16. **PAULINO** VITORIA DOS SANTOS CORRÊA. REGENERAÇÃO ÓSSEA GUIADA COM MEMBRANA DE COLÁGENO E PLASMA RICO EM FIBRINA (2023).

17. **RAMIRES**, HUKIA TAINI HELENA, JULIO C. S. DE OLIVEIRA, LEONARDO PEREZ FAVERANI, ANA PAULA F. BASSI. EVALUATION OF GUIDED BONE REGENERATION IN CRITICAL DEFECTS USING BOVINE AND PORCIONE COLLAGEN MEMBRANES:HISTOMORPHOMETRIC AND IMMUNOHISTOCHEMICAL ANALYSES (2021).

18. **RANDOLPH R,** RESINK, DMD, MDS. O USO DE MEMBRANAS DE BARREIRA NA IMPLANTODONTIA(2018).

19. **REN YANRU,** LU FIAN, SAID ALKILDANI, LUO LIU, STEFFEN EMMERT, STEVO NAJMAN, DENIS RIMASHEVSKY, REINHARD SCHNETTLER, OLE JUNG, XIN XIONG, MIKE BARBECK. BARRIER MEMBRANES FOR GUIDED BONE REGENERATION(GBR): A FOCUS ON RECENT ADVANCES IN COLLAGEN MEMBRANES. LIVRO MISH- IMPLANTES DENTAIS CONTEMPÔRANEOS (2022).

20. **SBRICOLI** LUCA, RICCARDO GUAZZO, M A , L G, E B, LIVIA NASTRI Selection of Collagen Membranes for Bone Regeneration: A Literature Review (2020).

21. **SEABRA** ANA ISABEL NUNES. REGENERAÇÃO ÓSSEA GUIADA COM MEMBRANAS REABSORVÍVEIS VS MEMBRANAS NÃO REABSORVÍVEIS (2022).

22. **VARGAS,** JAIRO MEMBRANAS DE USO EN REGENERACIÓN ÓSSEA GUIADA(2016).