

ASSOCIAÇÃO ENTRE L-PRF E RHBMP-2 NA RECONSTRUÇÃO DE GRANDES DEFEITOS ÓSSEOS APÓS EXÉRESE DE CISTOS MAXILARES

ASSOCIATION OF L-PRF AND RHBMP-2 FOR THE RECONSTRUCTION OF LARGE BONE DEFECTS AFTER MAXILLARY CYST ENUCLEATION

ASOCIACIÓN DE L-PRF Y RHBMP-2 EN LA RECONSTRUCCIÓN DE GRANDES DEFECTOS ÓSEOS POSTERIORES A LA EXÉRESIS DE QUISTES MAXILARES.

Rodrigo Alber Alves de Vasconcelos¹

Israela Kevia Gomes Duarte²

Janilson Vieira da Silva³

Monycke Alves Calixto de Lima⁴

RESUMO: A reconstrução de grandes defeitos ósseos decorrentes da exérese de cistos maxilares representa um desafio frequente na cirurgia bucomaxilofacial, especialmente em situações nas quais a regeneração espontânea é insuficiente para restabelecer adequadamente o volume e a arquitetura óssea. Nesse contexto, a utilização da fibrina rica em plaquetas e leucócitos (L-PRF) e da proteína morfogenética óssea recombinante humana tipo 2 (rhBMP-2) tem se destacado como alternativa promissora para potencializar o reparo tecidual. O presente estudo teve como objetivo analisar as evidências científicas acerca da associação entre L-PRF e rhBMP-2 na reconstrução de grandes defeitos ósseos pós-exérese de cistos maxilares. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura realizada em bases de dados nacionais e internacionais. Os estudos analisados demonstraram que a combinação dessas terapias favorece a angiogênese, a osteoindução e a neoformação óssea, contribuindo para melhores resultados clínicos e radiográficos. Conclui-se que a associação entre L-PRF e rhBMP-2 apresenta potencial relevante para a regeneração óssea maxilofacial, embora sejam necessários estudos clínicos adicionais para padronização dos protocolos terapêuticos.

Palavras-chave: Regeneração Óssea. Fibrina Rica em Plaquetas. Proteína Morfogenética Óssea-2. Cistos Maxilares. Cirurgia Bucal.

¹ Discente do curso de Odontologia da Uninassau Parangaba.

² Discente do curso de Odontologia da Uninassau Parangaba.

³ Discente do curso de Odontologia da Uninassau Parangaba.

⁴ Especialista em Odontologia para pacientes com Necessidades Especiais pela UNILEYA.

ABSTRACT: The reconstruction of large bone defects resulting from the enucleation of maxillary cysts remains a frequent challenge in oral and maxillofacial surgery, particularly in cases where spontaneous healing is insufficient to restore bone volume and architecture adequately. In this context, the use of leukocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF) and recombinant human bone morphogenetic protein-2 (rhBMP-2) has emerged as a promising alternative for enhancing tissue repair. This study aimed to analyze the scientific evidence regarding the association between L-PRF and rhBMP-2 in the reconstruction of large bone defects following maxillary cyst enucleation. An integrative literature review was conducted using national and international databases. The analyzed studies demonstrated that the combination of these therapies promotes angiogenesis, osteoinduction, and new bone formation, contributing to improved clinical and radiographic outcomes. It can be concluded that the association of L-PRF and rhBMP-2 presents significant potential for maxillofacial bone regeneration, although further clinical studies are needed to establish standardized therapeutic protocols.

Keywords: Bone Regeneration. Platelet-Rich Fibrin. Bone Morphogenetic Protein 2. Jaw Cysts. Oral Surgery.

RESUMEN: La reconstrucción de grandes defectos óseos resultantes de la exéresis de quistes maxilares constituye un desafío frecuente en la cirugía oral y maxilofacial, especialmente cuando la regeneración espontánea no es suficiente para restablecer adecuadamente el volumen y la arquitectura ósea. En este contexto, el uso de fibrina rica en plaquetas y leucocitos (L-PRF) y de la proteína morfogenética ósea recombinante humana tipo 2 (rhBMP-2) se ha destacado como una alternativa prometedora para potenciar la reparación tisular. El presente estudio tuvo como objetivo analizar la evidencia científica sobre la asociación entre L-PRF y rhBMP-2 en la reconstrucción de grandes defectos óseos posteriores a la exéresis de quistes maxilares. Se realizó una revisión integradora de la literatura en bases de datos nacionales e internacionales. Los estudios analizados demostraron que la combinación de estas terapias favorece la angiogénesis, la osteoinducción y la neoformación ósea, contribuyendo a mejores resultados clínicos y radiográficos. Se concluye que la asociación entre L-PRF y rhBMP-2 presenta un importante potencial para la regeneración ósea maxilofacial, aunque se requieren más estudios clínicos para estandarizar los protocolos terapéuticos.

Palabras clave: Regeneración Ósea. Fibrina Rica en Plaquetas. Proteína Morfogenética Ósea 2. Quistes Maxilares. Cirugía Bucal.

INTRODUÇÃO

Os cistos maxilares constituem um grupo heterogêneo de lesões patológicas que se desenvolvem nos ossos gnáticos e estão entre as alterações mais frequentemente diagnosticadas na rotina da cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial. Originados principalmente de remanescentes epiteliais associados ao desenvolvimento dentário ou a processos inflamatórios crônicos, esses cistos apresentam comportamento biológico variável, podendo permanecer assintomáticos por longos períodos ou evoluir progressivamente com expansão óssea significativa. Em muitos casos, o crescimento lento e silencioso dessas lesões dificulta o

diagnóstico precoce, permitindo que atinjam grandes dimensões antes de serem identificadas clinicamente ou por exames de imagem. Como consequência, podem provocar deformidades faciais, deslocamento de dentes, reabsorções radiculares, perfuração das corticais ósseas e comprometimento funcional de estruturas anatômicas importantes, como o seio maxilar, o canal mandibular e as cavidades nasais (KU et al., 2022; SHI et al., 2022).

A exérese cirúrgica permanece como o tratamento mais amplamente empregado para a maioria dos cistos odontogênicos, uma vez que possibilita a remoção completa do tecido patológico e reduz o risco de recorrência. Entretanto, apesar da eficácia da abordagem cirúrgica, a remoção dessas lesões frequentemente resulta em cavidades ósseas extensas, especialmente quando os cistos apresentam comportamento expansivo ou são diagnosticados em estágios avançados. Embora o tecido ósseo possua reconhecida capacidade de regeneração, a reparação espontânea de defeitos extensos nem sempre ocorre de forma previsível. A neoformação óssea depende de uma complexa interação entre células osteogênicas, fatores de crescimento, vascularização adequada e estabilidade mecânica do leito cirúrgico. Quando um ou mais desses elementos são insuficientes, o processo reparacional pode tornar-se lento, incompleto ou incapaz de restabelecer integralmente a arquitetura óssea original, comprometendo futuras reabilitações protéticas e implanto suportadas (SHAH; SNIS; PALMQUIST, 2022).

3

Nas últimas décadas, os avanços da engenharia tecidual e da medicina regenerativa transformaram significativamente a forma como os defeitos ósseos são tratados. O conceito moderno de regeneração óssea baseia-se na associação entre células, biomateriais e moléculas sinalizadoras capazes de reproduzir, de maneira controlada, os eventos biológicos responsáveis pela formação do tecido ósseo. Dentro desse cenário, a busca por alternativas que reduzam a necessidade de enxertos autógenos tem impulsionado o desenvolvimento de terapias bioativas capazes de estimular os mecanismos naturais de reparo, proporcionando resultados mais previsíveis e menor morbidade ao paciente (GOMES-FERREIRA et al., 2016).

Entre essas alternativas, a fibrina rica em plaquetas e leucócitos (L-PRF) destaca-se como uma das mais promissoras. Desenvolvida como uma evolução dos concentrados plaquetários de primeira geração, a L-PRF é obtida a partir da centrifugação do sangue autólogo sem a utilização de anticoagulantes ou aditivos químicos. O resultado é uma matriz tridimensional de fibrina rica em plaquetas, leucócitos e proteínas bioativas que atuam diretamente nos processos de cicatrização e regeneração tecidual. Diferentemente de materiais sintéticos ou enxertos convencionais, a L-PRF funciona como um reservatório biológico capaz

de liberar gradualmente fatores de crescimento essenciais para o reparo, incluindo o fator de crescimento derivado de plaquetas (PDGF), o fator de crescimento transformador beta (TGF- β), o fator de crescimento endotelial vascular (VEGF) e o fator de crescimento semelhante à insulina (IGF). Esses mediadores estimulam a proliferação celular, favorecem a formação de novos vasos sanguíneos, aumentam a síntese de matriz extracelular e criam condições ideais para a regeneração dos tecidos moles e duros (RIBEIRO et al., 2024; HERRERA-VIZCAINO et al., 2024).

Além de suas propriedades biológicas, a L-PRF apresenta vantagens clínicas importantes, como baixo custo, facilidade de obtenção, excelente biocompatibilidade e ausência de risco de rejeição imunológica, uma vez que é produzida exclusivamente a partir do sangue do próprio paciente. Tais características explicam sua crescente utilização em procedimentos de implantodontia, periodontia, cirurgia oral e reconstrução maxilofacial. Estudos recentes demonstram que sua aplicação em defeitos ósseos pode acelerar o processo de reparação, melhorar a qualidade do tecido regenerado e reduzir complicações pós-operatórias, tornando-se um recurso valioso dentro dos protocolos regenerativos contemporâneos (GARCÍA et al., 2025; SHARMA; PRASAD; BHATNAGAR, 2016).

Paralelamente ao avanço dos concentrados plaquetários, a proteína morfogenética óssea recombinante humana tipo 2 (rhBMP-2) consolidou-se como uma das biomoléculas mais estudadas e utilizadas na engenharia tecidual óssea. Pertencente à superfamília do fator de crescimento transformador beta (TGF- β), a rhBMP-2 desempenha papel fundamental durante o desenvolvimento embrionário e a formação do esqueleto, sendo responsável por sinalizar células-tronco mesenquimais para que se diferenciem em osteoblastos. Em termos clínicos, isso significa que a proteína possui a capacidade de induzir a formação de novo tecido ósseo mesmo em regiões onde a atividade osteogênica é limitada. Sua ação osteo indutora tem sido amplamente documentada em procedimentos de aumento ósseo alveolar, reconstruções maxilomandibulares, elevação de seio maxilar e tratamento de defeitos ósseos críticos decorrentes de traumas, infecções ou remoção de lesões patológicas (HWANG; ON; SONG, 2016; KIM; YUN; OH, 2019; SEO et al., 2023).

Apesar dos resultados promissores obtidos individualmente com essas terapias, pesquisas recentes passaram a investigar os possíveis benefícios de sua utilização combinada. A hipótese central baseia-se no fato de que L-PRF e rhBMP-2 atuam em etapas distintas, porém complementares, da regeneração óssea. Enquanto a L-PRF promove angiogênese, controle

inflamatório e suporte biológico para migração celular, a rhBMP-2 exerce potente estímulo osteo indutor, desencadeando a diferenciação celular necessária para a formação de tecido ósseo mineralizado. Dessa forma, a associação entre ambos os recursos pode potencializar a regeneração por meio da integração entre suporte biológico, vascularização adequada e estímulo osteogênico direcionado. Estudos experimentais e clínicos têm demonstrado que essa combinação pode resultar em maior volume ósseo regenerado, melhor organização trabecular e redução do tempo necessário para a reparação tecidual, especialmente em defeitos considerados críticos (PARK; KIM; KIM, 2017; KIM; KIM; KIM, 2016; KIM; KIM; LEE, 2021).

Diante da crescente utilização dessas terapias na prática clínica e da necessidade de estabelecer protocolos regenerativos cada vez mais previsíveis, torna-se relevante analisar criticamente as evidências científicas disponíveis sobre a associação entre L-PRF e rhBMP-2 na reconstrução de grandes defeitos ósseos decorrentes da exérese de cistos maxilares. A realização deste estudo justifica-se pela busca de alternativas terapêuticas capazes de otimizar a neoformação óssea, reduzir a morbidade associada aos enxertos convencionais e contribuir para melhores resultados funcionais e estéticos. Assim, o presente trabalho tem como objetivo geral avaliar a eficácia da utilização combinada de L-PRF e rhBMP-2 na reconstrução de grandes defeitos ósseos após exérese de cistos maxilares. Como objetivos específicos, pretende-se analisar os efeitos dessa associação sobre o processo de regeneração óssea e comparar seus resultados clínicos e radiográficos com aqueles obtidos por outras modalidades terapêuticas descritas na literatura.

5

METODOLOGIA

Segundo o Cochrane Handbook (2024), a revisão de escopo é um método de pesquisa destinado a mapear sistematicamente as evidências disponíveis sobre determinado tema, identificando conceitos centrais, abordagens teóricas, lacunas do conhecimento e oportunidades para futuras investigações. Além disso, permite sintetizar de forma abrangente o panorama atual da literatura, contribuindo para a organização e compreensão do campo estudado.

A elaboração da pergunta norteadora e busca dos resultados apropriados contou com o emprego da estratégia População, Intervenção e Contexto (PICO), conforme está descrito no Quadro 1. Logo, teve-se como questionamento: O uso combinado de L-PRF e rhBMP-2 promove melhor resultados na regeneração de grandes defeitos ósseos pós-exérese de cistos maxilares quando comparado a terapias regenerativas convencionais?

Quadro 1 – Estratégia PICO.

Elemento	Descrição
P (Population/Problema)	Pacientes com grandes defeitos ósseos após exérese de cistos maxilares
I (Intervention/Intervenção)	Uso combinado de L-PRF e rhBMP-2
C (Comparison/Comparação)	Técnicas regenerativas convencionais, enxertos ósseos ou uso isolado dos biomateriais
O (Outcome/Desfecho)	Regeneração óssea, neoformação óssea, reparo tecidual e melhora clínica/radiográfica

Fonte: Elaboração própria (2026).

Para a identificação dos estudos nas bases de dados, foi elaborada uma estratégia de busca avançada utilizando os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e o *Medical Subject Headings* (MeSH). Os termos foram combinados estrategicamente através dos operadores booleanos **OR** (para agrupar sinônimos e termos relacionados) e **AND** (para cruzar os eixos temáticos da pesquisa) na base de dados SCOPUS utilizando os seguintes descritores: ‘Regeneração Óssea’; ‘Fibrina Rica em Plaquetas’; ‘Proteína Morfogenética Óssea-2’; ‘Cistos Maxilares’; ‘Cirurgia Bucal’. Dessa forma a estratégia utilizada no foi: **Português:** ("Fibrina Rica em Plaquetas" AND "Proteína Morfogenética Óssea-2 Recombinante Humana" AND "Regeneração Óssea") AND ("Cistos Maxilares" OR "Defeitos Ósseos"); **Inglês:** ("Platelet-Rich Fibrin" AND "Recombinant Human Bone Morphogenetic Protein-2" AND "Bone Regeneration") AND ("Jaw Cysts" OR "Bone Defects"); **Espanhol:** ("Fibrina Rica en Plaquetas" AND "Proteína Morfogenética Ósea Humana Recombinante-2" AND "Regeneración Ósea") AND ("Quistes Maxilares" OR "Defectos Óseos").

A seleção dos estudos seguiu critérios previamente estabelecidos. Foram incluídos artigos publicados entre 2016 e 2026, nos idiomas português, inglês e espanhol, com texto completo disponível e que abordassem o uso de L-PRF e/ou rhBMP-2 na regeneração óssea maxilofacial. Foram excluídos editoriais, cartas ao editor, resenhas, livros, capítulos de livros, teses, dissertações, relatos de caso isolados e estudos duplicados.

A seleção ocorreu em duas etapas. Inicialmente, realizou-se a triagem por meio da leitura dos títulos e resumos, considerando a relevância para o tema proposto. Em seguida, os estudos potencialmente elegíveis foram submetidos à leitura completa, sendo incluídos aqueles que atenderam integralmente aos critérios estabelecidos.

Eventualmente, um total de estudos foram colhidos após a busca nas bases de dados para serem submetidos a um processo de filtração a partir da utilização do *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses* (PRISMA). Em seguida com as etapas de seleção com base nos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos, 90 artigos foram selecionados para coleta de dados e análise de seus resultados. Após uma leitura dos estudos, 40 artigos analisados serão estudados nos resultados e discussão.

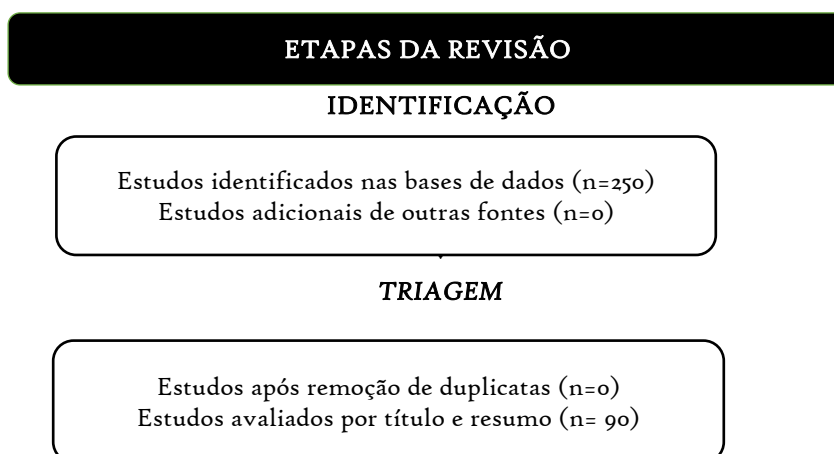
Após a etapa de seleção, os dados extraídos dos estudos elegíveis foram categorizados em alinhamento com a pergunta norteadora e os objetivos da revisão. A análise e a interpretação das informações ocorreram mediante agrupamento temático, sendo o processo de triagem devidamente sistematizado por meio de um fluxograma. A partir dessa organização estrutural, a discussão dos achados foi desenvolvida sob a luz da literatura científica pertinente

RESULTADOS

7

A busca inicial nas bases de dados resultou na identificação de 250 artigos. Após a remoção de possíveis duplicatas e a rigorosa aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, em conformidade com as diretrizes do protocolo PRISMA, a amostra final foi constituída por 45 estudos. O detalhamento de todas as etapas de triagem e elegibilidade metodológica encontra-se esquematizado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma Prisma. Fortaleza, Ceará, Brasil, 2026.



ELEGIBILIDADE

Artigos lidos na íntegra (n=60)
Artigos excluídos com justificativa (n=15)

INCLUSÃO

Artigos incluídos na revisão final (n=45)

Fonte: Elaboração própria (2026).

DISCUSSÃO

A regeneração de grandes defeitos ósseos maxilares continua sendo um dos maiores desafios da cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial, particularmente quando essas perdas teciduais são decorrentes da exérese de cistos odontogênicos extensos. Embora o tecido ósseo apresente capacidade intrínseca de reparação, a previsibilidade desse processo depende de diversos fatores biológicos e mecânicos, incluindo o tamanho da cavidade remanescente, a preservação do suprimento vascular local, a idade do paciente, o potencial osteogênico individual e a presença de condições sistêmicas capazes de interferir na cicatrização. Em defeitos de pequenas dimensões, a regeneração espontânea geralmente ocorre de forma satisfatória; entretanto, à medida que a extensão da lesão aumenta, observa-se uma redução da capacidade natural de preenchimento ósseo, favorecendo a formação de áreas com menor densidade mineral e remodelação incompleta. Nesse contexto, pesquisas recentes têm direcionado esforços para o desenvolvimento de terapias regenerativas capazes de potencializar os mecanismos biológicos envolvidos na neoformação óssea, reduzindo o tempo de reparação e melhorando a qualidade do tecido regenerado (KU et al., 2022; SHI et al., 2022).

Os estudos que investigaram a evolução de cavidades ósseas após a remoção de cistos maxilares demonstram que a regeneração espontânea pode apresentar comportamento variável e, em muitos casos, insuficiente para restabelecer completamente a arquitetura óssea original. Ku et al. (2022) verificaram que, mesmo após longos períodos de acompanhamento, parte dos pacientes apresentava preenchimento ósseo parcial da cavidade cirúrgica, especialmente em defeitos volumosos. De maneira semelhante, Shi et al. (2022) observaram que lesões extensas exibiam menor taxa de neoformação óssea quando comparadas a defeitos menores, evidenciando a limitação da capacidade regenerativa fisiológica diante de perdas teciduais

significativas. Esses achados reforçam a necessidade da utilização de biomateriais e agentes bioativos capazes de criar condições favoráveis para a migração celular, angiogênese e deposição de matriz óssea.

Entre as estratégias regenerativas disponíveis, a fibrina rica em plaquetas e leucócitos (L-PRF) tem se destacado por sua capacidade de atuar simultaneamente como biomaterial e reservatório biológico de fatores de crescimento. Obtida a partir da centrifugação do sangue autólogo sem a utilização de anticoagulantes ou aditivos químicos, a L-PRF forma uma matriz tridimensional de fibrina altamente organizada, contendo elevadas concentrações de plaquetas, leucócitos, citocinas e proteínas bioativas. Essa rede fibrinosa funciona como um arcabouço biológico capaz de favorecer a adesão celular, a migração de fibroblastos, células endoteliais e osteo progenitoras, além de promover a liberação gradual de importantes mediadores do reparo tecidual, como o fator de crescimento derivado de plaquetas (PDGF), o fator de crescimento transformador beta (TGF- β), o fator de crescimento endotelial vascular (VEGF) e o fator de crescimento semelhante à insulina (IGF) (RIBEIRO et al., 2024; MIRON et al., 2021).

A presença desses fatores de crescimento confere ao L-PRF papel fundamental na fase inicial da cicatrização. O VEGF estimula intensamente a angiogênese, favorecendo a formação de novos vasos sanguíneos e aumentando o aporte de oxigênio e nutrientes para a área regenerativa. Paralelamente, o PDGF e o TGF- β participam da proliferação celular, da síntese de matriz extracelular e do recrutamento de células responsáveis pela formação de tecido ósseo. Além disso, os leucócitos presentes na matriz desempenham importante função imunomoduladora, contribuindo para o controle da resposta inflamatória e reduzindo o risco de infecções locais. Dessa forma, o L-PRF não atua apenas como um preenchimento biológico, mas como um sistema ativo de modulação do processo cicatricial, criando condições favoráveis para a regeneração tecidual (CASTRO et al., 2017; GHANAATI et al., 2020).

Outro aspecto que justifica o crescente interesse pelo L-PRF está relacionado à sua facilidade de obtenção, baixo custo operacional e excelente biocompatibilidade. Por ser derivado exclusivamente do sangue do próprio paciente, elimina riscos imunológicos e reduz a possibilidade de reações adversas. Estudos clínicos conduzidos por Castro et al. (2017), Ghanaati et al. (2018) e Herrera-Vizcaíno et al. (2024) demonstraram que sua utilização em procedimentos de regeneração óssea guiada, preservação alveolar e reconstrução de defeitos maxilofaciais está associada à aceleração da cicatrização, redução do desconforto pós-operatório e melhora da qualidade do tecido ósseo neoformado.

Paralelamente ao desenvolvimento dos concentrados plaquetários, a proteína morfogenética óssea recombinante humana tipo 2 (rhBMP-2) consolidou-se como uma das mais importantes moléculas osteo indutoras empregadas na engenharia tecidual óssea. Pertencente à superfamília do fator de crescimento transformador beta (TGF- β), a rhBMP-2 possui capacidade singular de induzir a diferenciação de células-tronco mesenquimais indiferenciadas em osteoblastos maduros. Esse mecanismo desencadeia uma cascata molecular responsável pela expressão de genes relacionados à osteogênese, promovendo a deposição de matriz osteoide, sua posterior mineralização e a formação de novo tecido ósseo funcional (GOMES-FERREIRA et al., 2016).

A eficácia clínica da rhBMP-2 tem sido amplamente demonstrada em diferentes cenários da cirurgia reconstrutiva. Hwang, On e Song (2016) observaram aumento significativo da formação óssea em cavidades resultantes da enucleação de cistos maxilares tratadas com a proteína. Resultados semelhantes foram relatados por Kim, Yun e Oh (2019), que verificaram preenchimento ósseo mais rápido e maior densidade mineral em defeitos tratados com rhBMP-2 associada a esponjas absorvíveis de colágeno. Esses achados sugerem que a proteína é capaz de acelerar etapas fundamentais da regeneração óssea, especialmente em defeitos considerados críticos, nos quais a capacidade regenerativa natural é limitada.

10

Além do potencial osteo indutor, a rhBMP-2 tem contribuído para reduzir a dependência dos enxertos ósseos autógenos, tradicionalmente considerados padrão-ouro na reconstrução maxilofacial. Apesar de suas excelentes propriedades biológicas, os enxertos autógenos apresentam limitações importantes, incluindo morbidade da área doadora, aumento do tempo cirúrgico, dor pós-operatória e quantidade limitada de tecido disponível. Nesse sentido, a utilização da rhBMP-2 representa uma alternativa capaz de estimular a formação óssea sem a necessidade de procedimentos adicionais para obtenção de enxerto, oferecendo vantagens significativas para o paciente e para o cirurgião (GOMES-FERREIRA et al., 2016).

Quando analisados conjuntamente, os mecanismos biológicos do L-PRF e da rhBMP-2 sugerem uma interação potencialmente sinérgica. Enquanto a rhBMP-2 atua diretamente na indução da diferenciação osteoblástica e na formação de tecido mineralizado, o L-PRF fornece um ambiente biológico altamente favorável para que esses eventos ocorram de maneira mais eficiente. A matriz de fibrina funciona como suporte físico para retenção celular e manutenção local da proteína, além de promover angiogênese e liberação contínua de fatores de crescimento. Essa complementaridade pode explicar os resultados observados por Kim, Kim e Kim (2016) e

Park, Kim e Kim (2017), que relataram respostas regenerativas superiores quando ambas as terapias foram utilizadas em associação. Dessa forma, a combinação entre L-PRF e rhBMP-2 emerge como uma abordagem promissora para a reconstrução de grandes defeitos ósseos maxilares, reunindo propriedades osteo condutoras, osteoindutoras e bioestimuladoras em uma única estratégia terapêutica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As evidências científicas analisadas demonstram que a regeneração de grandes defeitos ósseos decorrentes da exérese de cistos maxilares continua sendo um desafio relevante na cirurgia bucomaxilofacial, especialmente quando se busca a restituição adequada do volume ósseo e a preservação da funcionalidade da região afetada. Nesse contexto, o uso de biomateriais e bioestimuladores tem se consolidado como uma alternativa promissora aos métodos reconstrutivos convencionais. Os estudos revisados apontam que a fibrina rica em plaquetas e leucócitos (L-PRF) apresenta resultados favoráveis na aceleração do processo cicatricial, na angiogênese e na liberação gradual de fatores de crescimento, contribuindo significativamente para a reparação dos tecidos duros e moles. Da mesma forma, a proteína morfogenética óssea recombinante humana tipo 2 (rhBMP-2) tem demonstrado elevada capacidade osteo indutora, estimulando a diferenciação celular e favorecendo a neoformação óssea em defeitos considerados críticos ou extensos.

11

Além disso, a literatura sugere que a associação entre L-PRF e rhBMP-2 pode potencializar os mecanismos biológicos envolvidos na regeneração óssea, criando um ambiente mais favorável para a formação de tecido ósseo de qualidade e reduzindo o tempo necessário para o reparo. Embora os resultados disponíveis sejam encorajadores, observa-se a necessidade de estudos clínicos controlados com amostras maiores e acompanhamento em longo prazo para estabelecer protocolos terapêuticos mais padronizados e confirmar a previsibilidade dessa abordagem. Dessa forma, conclui-se que a combinação dessas terapias regenerativas representa uma estratégia inovadora e biologicamente fundamentada para a reconstrução de grandes defeitos ósseos pós-exérese de cistos maxilares, podendo contribuir para melhores desfechos clínicos, funcionais e estéticos, além de ampliar as possibilidades terapêuticas na prática da cirurgia oral e maxilofacial contemporânea.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram que não há conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

ALAREEKI, L. F. et al. Bone Regeneration Using PRF After Cyst Enucleation (PRF-Bone): randomized controlled clinical trial protocol. ClinicalTrials.gov, Bethesda, 2026. Identifier: NCT07424716.

BALAJI, S. M. Mandibular cystic defect: a composite approach with rhBMP-2 and rib graft. Journal of Maxillofacial and Oral Surgery, New Delhi, v. 8, n. 2, p. 196-199, 2009.

CARAMÊS, J. M. M. et al. Guided bone regeneration in the edentulous atrophic maxilla using deproteinized bovine bone mineral combined with platelet-rich fibrin. Journal of Clinical Medicine, Basel, v. 11, n. 3, p. 894, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm11030894>.

CASTRO, A. B. et al. Regenerative potential of leucocyte- and platelet-rich fibrin. Clinical Oral Investigations, Berlin, v. 21, n. 7, p. 2183-2195, 2017.

CHEN, S. et al. Platelet-rich fibrin promotes maxillary sinus bone regeneration: a randomized clinical trial and proteomic analysis. Journal of Clinical Periodontology, Copenhagen, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.70103>.

CHOUKROUN, J. et al. Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology, St. Louis, v. 101, n. 3, p. e37-e44, 2006.

12

CICCIÙ, M. et al. Protein-signaled guided bone regeneration using rhBMP-2. Implant Dentistry, Baltimore, v. 28, n. 2, p. 152-161, 2019.

CICCIÙ, M. et al. Recombinant human BMPs and bone regeneration in oral surgery. Implant Dentistry, Baltimore, v. 27, n. 5, p. 618-626, 2018.

COCHRAN, D. L. et al. Evaluation of recombinant human bone morphogenetic protein-2 in oral applications. International Journal of Oral and Maxillofacial Implants, Lombard, v. 15, n. 4, p. 519-526, 2000.

DEL CASTILLO-SANTAELLA, T. et al. Formulation, colloidal characterization, and in vitro biological effect of BMP-2 loaded PLGA nanoparticles for bone regeneration. Journal of Functional Biomaterials, Basel, v. 15, n. 2, 2024.

DEL CORSO, M.; SAMMARTINO, G.; DOHAN EHRENFEST, D. M. Clinical use of leukocyte- and platelet-rich fibrin in oral surgery. Current Pharmaceutical Biotechnology, Sharjah, v. 19, n. 2, p. 128-135, 2018.

DEL CORSO, M.; SAMMARTINO, G.; DOHAN EHRENFEST, D. M. Clinical evaluation of intrabony defects treated with leukocyte- and platelet-rich fibrin. Journal of Periodontology, Chicago, v. 89, n. 4, p. 443-453, 2018.

DOHAN EHRENFEST, D. M.; RASMUSSEN, L.; ALBREKTSSON, T. Classification of platelet concentrates: from PRP to L-PRF. *Trends in Biotechnology*, Amsterdam, v. 27, n. 3, p. 158-167, 2009.

FERNANDES, J. Q. et al. Bone regeneration with recombinant human bone morphogenetic protein 2: a systematic review. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, New Delhi, v. 17, n. 1, p. 13-21, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12663-016-0988-1>.

FIORELLINI, J. P. et al. Randomized study evaluating rhBMP-2 for extraction socket augmentation. *Journal of Periodontology*, Chicago, v. 76, n. 4, p. 605-613, 2005.

FUJIOKA-KOBAYASHI, M. et al. Optimized platelet-rich fibrin with growth factor release. *Clinical Oral Investigations*, Berlin, v. 25, n. 3, p. 1235-1246, 2021.

GARCÍA, J. C. et al. Clinical behavior of bone regeneration therapy with platelet-rich fibrin in cystic cavities: a systematic review. *Minerva Dental and Oral Science*, Torino, v. 74, n. 1, p. 1-12, 2025. DOI: <https://doi.org/10.23736/S2724-6329.25.04876-4>.

GHANAATI, S. et al. Advanced platelet-rich fibrin: a new concept for cell-based tissue engineering. *European Cells and Materials*, Davos, v. 34, p. 1-15, 2018.

GHANAATI, S. et al. Advanced platelet-rich fibrin and tissue regeneration. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, Berlin, v. 46, n. 2, p. 281-288, 2020.

GOMES-FERREIRA, P. H. et al. Scientific evidence on the use of recombinant human bone morphogenetic protein-2 (rhBMP-2) in oral and maxillofacial surgery. *Oral and Maxillofacial Surgery*, Berlin, v. 20, n. 3, p. 223-232, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10006-016-0563-4>.

HALLMAN, M.; THOR, A. Bone substitutes and growth factors as alternatives to autogenous bone for maxillary sinus augmentation. *Periodontology 2000*, Copenhagen, v. 66, n. 1, p. 172-192, 2014.

HART, K. L.; BOWLES, D. E. Reconstruction of alveolar defects using titanium-reinforced porous polyethylene and recombinant human bone morphogenetic protein-2. *Journal of oral and Maxillofacial Surgery*, Philadelphia, v. 70, n. 8, p. 1975-1983, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joms.2011.09.025>.

HERRERA-VIZCAINO, C. et al. Platelet-rich fibrin and growth factor-mediated bone regeneration in oral surgery: current evidence and future perspectives. *Bioengineering*, Basel, v. 11, n. 4, 2024.

HERFORD, A. S.; BOYNE, P. J. Reconstruction of mandibular continuity defects with bone morphogenetic protein-2. *Journal of oral and Maxillofacial Surgery*, Philadelphia, v. 66, n. 4, p. 616-624, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joms.2007.11.021>.

HERFORD, A. S.; BOYNE, P. J.; WILLIAMS, R. P. Clinical applications of rhBMP-2 in maxillofacial surgery. *Journal of the California Dental Association*, Sacramento, v. 35, n. 5, p. 335-341, 2007.

HWANG, D. Y.; ON, S. W.; SONG, S. I. Bone regenerative effect of recombinant human bone morphogenetic protein-2 after cyst enucleation. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, Seoul, v. 38, n. 1, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40902-016-0070-4>.

JUNG, R. E. et al. A randomized-controlled clinical trial evaluating rhBMP-2 for guided bone regeneration. *Clinical Oral Implants Research*, Copenhagen, v. 29, n. 3, p. 295-302, 2018.

JUNG, R. E. et al. Effect of rhBMP-2 on guided bone regeneration in humans. *Clinical Oral Implants Research*, Copenhagen, v. 28, n. 2, p. 177-184, 2017.

KIM, B. J.; KIM, S. K.; LEE, J. H. Bone regeneration of demineralized dentin matrix with platelet-rich fibrin and recombinant human bone morphogenetic protein-2 on bone defects in rabbit calvaria. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, Seoul, v. 43, n. 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40902-021-00320-8>.

KIM, H. S. et al. Evaluation of bone healing using rhBMP-2 soaked hydroxyapatite in ridge augmentation: a prospective observational study. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, Seoul, v. 39, n. 1, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40902-017-0138-9>.