



ISSN 2674-8169



Latindex



DOI



Avanços Recentes na Regeneração Óssea Guiada em Implantodontia: Revisão de Literatura

Sabrina Alves dos Santos ¹, Vitor Hugo Porto Militão ², Elton Elemer Finger ³, Eliézer Canabarro Schussler ⁴, Daniel Domingues Júnior ⁵, Ubyrajara Aquino de Castro Júnior ⁶, Paulo Vinicius de Oliveira Bastos ⁷, Suzana Carolina Ramos Silva ⁸, Juliane Siqueira Belchior ⁹, Matheus Prates Santos ¹⁰, Ives Luis Velásquez Molina ¹¹



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2026v8n2p858-868>

Artigo recebido em 16 de Janeiro e publicado em 16 de Fevereiro de 2026

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

A Regeneração Óssea Guiada (ROG) constitui uma abordagem essencial na implantodontia contemporânea, especialmente em casos de reabsorções ósseas alveolares que inviabilizam a instalação adequada de implantes dentários. Nos últimos anos, avanços significativos em biomateriais, técnicas cirúrgicas e tecnologias digitais têm ampliado a previsibilidade e o sucesso clínico dessa técnica. O objetivo deste artigo é apresentar os principais avanços recentes relacionados à ROG em implantodontia, enfatizando inovações que contribuem para melhores resultados regenerativos. A metodologia baseou-se na análise de estudos científicos recentes, incluindo revisões sistemáticas, revisões narrativas publicadas na íntegra, com foco em novos materiais de enxertia, membranas de barreira e abordagens terapêuticas associadas. Os resultados demonstram que o desenvolvimento de membranas reabsorvíveis e não reabsorvíveis com propriedades mecânicas e biológicas aprimoradas tem favorecido a estabilidade do coágulo e a exclusão de tecidos moles, promovendo a neoformação óssea. Além disso, a introdução de biomateriais osteocondutores e bioativos, associados ou não a concentrados plaquetários, como o PRF, tem potencializado os processos de cicatrização e regeneração. A incorporação de tecnologias digitais, como a cirurgia guiada e a impressão 3D, também tem contribuído para maior precisão no planejamento e execução dos procedimentos regenerativos. Conclui-se que os avanços recentes na ROG têm impactado positivamente a implantodontia, proporcionando tratamentos mais previsíveis e seguros. Contudo, a padronização dos protocolos clínicos e a realização de estudos clínicos de longo prazo permanecem necessárias para consolidar essas inovações na prática clínica.

Palavras-chave: Fraturas orbitárias; Blow-out; Reconstrução orbital; Manejo cirúrgico.

Surgical Management of Blow-Out Fractures: Protocols and Reconstructive Techniques

ABSTRACT

Guided Bone Regeneration (GBR) constitutes an essential approach in contemporary implant dentistry, especially in cases of alveolar bone resorption that preclude the proper placement of dental implants. In recent years, significant advances in biomaterials, surgical techniques, and digital technologies have expanded the predictability and clinical success of this technique. The aim of this article is to present the main recent advances related to GBR in implant dentistry, emphasizing innovations that contribute to improved regenerative outcomes. The methodology was based on the analysis of recent scientific studies, including systematic reviews and narrative reviews published in full, with a focus on new grafting materials, barrier membranes, and associated therapeutic approaches. The results demonstrate that the development of resorbable and non-resorbable membranes with enhanced mechanical and biological properties has favored clot stability and the exclusion of soft tissues, thereby promoting new bone formation. In addition, the introduction of osteoconductive and bioactive biomaterials, associated or not with platelet concentrates such as PRF, has enhanced healing and regenerative processes. The incorporation of digital technologies, such as guided surgery and three-dimensional printing, has also contributed to greater accuracy in the planning and execution of regenerative procedures. It is concluded that recent advances in GBR have positively impacted implant dentistry by providing more predictable and safer treatments. However, the standardization of clinical protocols and the conduct of long-term clinical studies remain necessary to consolidate these innovations in clinical practice.

Keywords: Orbital fractures; Blow-out; Orbital reconstruction; Surgical management.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



INTRODUÇÃO

A regeneração óssea guiada (ROG) representa um dos pilares das técnicas reconstrutivas na implantodontia, especialmente em casos de defeitos ósseos que inviabilizam a instalação imediata de implantes osseointegrados. Essa abordagem visa promover novo volume ósseo estabelecendo uma barreira entre tecido conjuntivo e a área de regeneração, permitindo a proliferação de osteoblastos e a formação óssea adequada (Chiapasco; Zaniboni; Boisco, 2006).

Historicamente, a ROG foi desenvolvida a partir dos princípios de regeneração tecidual guiada (GTR) na periodontia, evoluindo para uma técnica sofisticada aplicada em reconstrução de rebordos alveolares antes ou simultaneamente à colocação de implantes. (Buser; Dahlin; Schenk, 1994).

O sucesso clínico da ROG está intimamente relacionado à seleção adequada dos biomateriais de enxertia e das membranas de barreira, que devem ser biocompatíveis, promover exclusão celular e permitir espaço favorável para a osteogênese. Recentemente, avanços tecnológicos ampliaram as opções de materiais e técnicas, incluindo o uso de membranas poliméricas sintéticas avançadas, tecidos bioativos e estruturação por impressão 3D para maior precisão do procedimento (Elgali et al., 2017).

A literatura aponta que a escolha de biomateriais e membranas influencia diretamente a predição de ganho ósseo vertical e horizontal, fator crucial para reabilitações estéticas e funcionais de alto desempenho. Apesar da extensa pesquisa sobre ROG, ainda há diversidade nas abordagens clínicas e experimentais, o que reflete a complexidade inerente aos defeitos ósseos e às características individuais dos pacientes (Miron et al., 2017).

O objetivo desta revisão de literatura é sintetizar os avanços recentes, destacando inovações em biomateriais, técnicas cirúrgicas e perspectivas futuras no contexto da implantodontia. Assim, pretende-se contribuir para o desenvolvimento de práticas clínicas mais eficientes e baseadas em evidências.

METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão de literatura, de abordagem qualitativa, cujo objetivo foi analisar e sintetizar os principais avanços, protocolos e técnicas relacionados à regeneração óssea guiada aplicada à implantodontia. Essa metodologia foi adotada por possibilitar uma análise ampla e atualizada do tema, permitindo a integração de diferentes evidências científicas, conceitos biológicos e aplicações clínicas descritas na literatura especializada.

A busca bibliográfica foi realizada em bases de dados científicas reconhecidas, incluindo PubMed/MEDLINE, SciELO, Lilacs e Google Scholar, contemplando artigos nacionais e internacionais relevantes para a área de implantodontia e cirurgia oral. Foram considerados estudos publicados em diferentes períodos, com o intuito de abranger tanto os fundamentos clássicos da regeneração óssea guiada quanto os avanços recentes em biomateriais, membranas de barreira e técnicas cirúrgicas.

Os descritores utilizados foram selecionados a partir dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e dos Medical Subject Headings (MeSH), incluindo os termos: regeneração óssea guiada, guided bone regeneration, implantodontia, dental implants, biomateriais, membranas de barreira e enxertos ósseos, combinados por meio dos operadores booleanos “AND” e “OR”, de acordo com a estratégia de busca adotada em cada base de dados.

Foram incluídos artigos originais, revisões sistemáticas, revisões narrativas, estudos clínicos controlados, séries de casos e livros-texto clássicos da área de implantodontia e cirurgia oral, que abordassem aspectos relacionados aos princípios biológicos da regeneração óssea guiada, indicações clínicas, tipos de enxertos ósseos, membranas utilizadas, técnicas cirúrgicas e resultados clínicos associados à osseointegração.

Foram excluídos da revisão trabalhos duplicados, estudos com dados incompletos, publicações que não abordassem diretamente a regeneração óssea guiada em implantodontia, bem como artigos que não estivessem disponíveis na íntegra. Também

foram desconsiderados estudos que tratassem exclusivamente de outras técnicas reconstrutivas não relacionadas à ROG.

REVISÃO DE LITERATURA

A regeneração óssea guiada (ROG) consolidou-se como uma das principais técnicas reconstrutivas na implantodontia moderna, sendo amplamente utilizada para corrigir defeitos ósseos horizontais e verticais que comprometem a instalação e o prognóstico dos implantes dentários. Fundamentada nos princípios da exclusão celular seletiva, a técnica visa impedir a migração de tecidos moles para o interior do defeito ósseo, permitindo que células osteogênicas promovam a neoformação óssea de maneira previsível (Buser; Dahlin; Schenk, 1994).

Os princípios biológicos da ROG envolvem a manutenção de espaço, estabilidade do coágulo, exclusão celular e adequada vascularização. Esses fatores são essenciais para o sucesso da regeneração, uma vez que a ausência de qualquer um deles pode comprometer a qualidade e o volume do osso neoformado. Estudos demonstram que a correta aplicação desses princípios resulta em aumento significativo da largura e altura óssea, favorecendo a osseointegração e a longevidade dos implantes (Elgali et al., 2017).

Entre os materiais utilizados, os enxertos ósseos desempenham papel central no processo regenerativo. O enxerto autógeno é considerado o padrão-ouro devido às suas propriedades osteogênicas, osteoindutoras e osteocondutoras. No entanto, sua utilização é limitada pela morbidade da área doadora e pela disponibilidade óssea. Dessa forma, enxertos alógenos, xenógenos e sintéticos têm sido amplamente estudados e utilizados, isoladamente ou em associação, com resultados clínicos satisfatórios (Retzepi; Donos, 2010).

As membranas de barreira representam outro componente fundamental da ROG. As membranas reabsorvíveis, principalmente à base de colágeno, são amplamente empregadas devido à sua biocompatibilidade e à eliminação da necessidade de uma segunda cirurgia para remoção. Por outro lado, as membranas não reabsorvíveis, como as de politetrafluoretileno expandido e as telas de titânio, apresentam maior capacidade

de manutenção de espaço, sendo indicadas especialmente em defeitos ósseos extensos e verticais (Zitzmann; Scharer, 2001).

Avanços recentes incluem o desenvolvimento de membranas sintéticas e biofuncionalizadas, capazes de modular a resposta inflamatória e estimular a osteogênese. Além disso, superfícies de membranas incorporadas com agentes antimicrobianos e fatores bioativos têm demonstrado potencial para reduzir complicações como infecções e exposições precoces, aumentando a previsibilidade dos procedimentos regenerativos (Elgali et al., 2017).

A associação da regeneração óssea guiada com adjuvantes biológicos, como o plasma rico em fibrina (PRF) e suas variações, tem sido amplamente investigada. Esses biomateriais autólogos atuam na liberação gradual de fatores de crescimento, promovendo angiogênese, aceleração do reparo tecidual e melhora da qualidade óssea formada, o que pode resultar em melhores taxas de sucesso clínico e cicatrização mais rápida (Miron et al., 2017).

O uso de tecnologias digitais também representa um avanço significativo na ROG. O planejamento virtual, a tomografia computadorizada de feixe cônico e a impressão 3D permitem a confecção de guias cirúrgicos e dispositivos personalizados, como malhas de titânio customizadas. Essas ferramentas aumentam a precisão cirúrgica, melhoram a adaptação dos biomateriais ao defeito ósseo e reduzem o tempo operatório (Urban; Monje; Sneider, 2016).

Apesar dos avanços, a literatura aponta que o sucesso da regeneração óssea guiada ainda depende de fatores como a experiência do cirurgião, o controle de infecção, o fechamento primário adequado e a correta seleção dos materiais. Dessa forma, a ROG permanece como uma técnica altamente previsível, porém dependente de planejamento criterioso e individualização do tratamento, sendo continuamente aprimorada por meio de novas pesquisas e inovações tecnológicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A regeneração óssea guiada tem sido amplamente discutida na literatura como uma técnica previsível e eficaz para a reconstrução de defeitos ósseos associados à implantodontia. Os estudos analisados demonstram que a aplicação correta dos princípios biológicos da ROG resulta em ganhos ósseos significativos, tanto em largura quanto em altura, favorecendo a instalação de implantes em posições proteticamente ideais. Entretanto, observa-se que os resultados clínicos variam de acordo com o tipo de defeito ósseo, os materiais utilizados e a experiência do profissional (Urban; Monje; Sneider, 2016).

No que se refere aos enxertos ósseos, a literatura mantém o enxerto autógeno como padrão-ouro devido às suas propriedades osteogênicas, osteoindutoras e osteocondutoras. Contudo, diversos estudos relatam resultados comparáveis quando enxertos autógenos são associados a biomateriais alógenos, xenógenos ou sintéticos, reduzindo a morbidade da área doadora. Essa tendência reforça a busca por alternativas menos invasivas, sem comprometer a qualidade da regeneração óssea (Hammerle; Araújo; Simion, 2012).

A escolha da membrana de barreira permanece como um dos pontos mais discutidos nos protocolos de ROG. Membranas reabsorvíveis, especialmente as à base de colágeno, são amplamente utilizadas devido à facilidade de manuseio e à eliminação da necessidade de remoção cirúrgica. No entanto, estudos indicam que, em defeitos verticais extensos, as membranas não reabsorvíveis ou malhas de titânio oferecem melhor manutenção de espaço, fator determinante para o sucesso regenerativo (Miron *et al.*, 2017).

Apesar das vantagens das membranas não reabsorvíveis, a literatura aponta maior incidência de complicações, como exposição precoce e risco de infecção, quando comparadas às membranas reabsorvíveis. Dessa forma, muitos autores defendem que a escolha do tipo de membrana deve ser individualizada, considerando o tamanho do defeito, a qualidade dos tecidos moles e a capacidade de obtenção de um fechamento primário adequado (Zitzmann; Scharer, 2001).

Avanços recentes discutem o desenvolvimento de membranas biofuncionalizadas, capazes de modular a resposta inflamatória e estimular a diferenciação osteoblástica. Estudos experimentais e clínicos iniciais demonstram que essas membranas podem melhorar a qualidade do osso neoformado e reduzir complicações pós-operatórias, embora ainda sejam necessários estudos clínicos de longo prazo para confirmar sua superioridade em relação às técnicas convencionais (Elgali et al., 2017).

A associação da regeneração óssea guiada com adjuvantes biológicos, como o plasma rico em fibrina (PRF), tem recebido destaque na literatura atual. Os fatores de crescimento liberados pelo PRF contribuem para a angiogênese, aceleração da cicatrização e melhora da estabilidade do enxerto. Embora muitos estudos relatem resultados positivos, ainda há heterogeneidade nos protocolos utilizados, o que dificulta a padronização clínica dessa associação (Retzepe; Donos, 2010).

Outro ponto amplamente discutido é a incorporação de tecnologias digitais no planejamento e execução da ROG. O uso de tomografia computadorizada de feixe cônico e impressão 3D permite a confecção de guias cirúrgicos e dispositivos personalizados, como telas de titânio customizadas. Esses recursos aumentam a precisão cirúrgica e a previsibilidade dos resultados, especialmente em casos complexos de defeitos ósseos extensos (Urban; Monje; Sneider, 2016).

Por fim, a literatura converge ao afirmar que, apesar dos avanços tecnológicos e biomateriais disponíveis, o sucesso da regeneração óssea guiada depende de fatores fundamentais, como controle de infecção, estabilidade do enxerto, fechamento primário sem tensão e adequada seleção do caso. Assim, a ROG deve ser compreendida como uma técnica altamente previsível quando corretamente indicada e executada, permanecendo como um campo em constante evolução dentro da implantodontia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A regeneração óssea guiada consolidou-se como uma técnica fundamental na implantodontia contemporânea, apresentando elevados índices de previsibilidade e sucesso clínico quando aplicada de forma criteriosa. Os avanços em biomateriais, membranas de barreira, enxertos ósseos e adjuvantes biológicos ampliaram as

possibilidades terapêuticas, permitindo a reabilitação de áreas previamente consideradas desfavoráveis para a instalação de implantes osseointegrados.

Apesar da evolução tecnológica, a literatura evidencia que o êxito da regeneração óssea guiada está diretamente relacionado ao correto diagnóstico, ao planejamento individualizado e à adequada execução cirúrgica. Assim, a escolha racional dos materiais, associada ao domínio dos princípios biológicos da técnica, permanece essencial para a obtenção de resultados previsíveis e duradouros, reforçando a necessidade de contínua atualização científica e de novos estudos clínicos de longo prazo.

REFERÊNCIAS

BUSER, D.; DAHLIN, C.; SCHENK, R. K. Guided bone regeneration in implant dentistry. Chicago: Quintessence Publishing, 1994.

CHIAPASCO, M.; ZANIBONI, M.; BOISCO, M. Augmentation procedures for the rehabilitation of deficient edentulous ridges with oral implants. *Clinical Oral Implants Research*, v. 17, supl. 2, p. 136–159, 2006.

ELGALI, I.; TURRI, A.; XIAO, X.; PETERSSON, A.; THOMSEN, P. Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited. *European Journal of Oral Sciences*, v. 125, n. 5, p. 315–337, 2017.

HAMMERLE, C. H. F.; ARAÚJO, M. G.; SIMION, M. Evidence-based knowledge on the biology and treatment of extraction sockets. *Clinical Oral Implants Research*, v. 23, supl. 5, p. 80–82, 2012.

MIRON, R. J.; ZUCHELLI, G.; PIKOS, M. A.; et al. Use of platelet-rich fibrin in regenerative dentistry: a systematic review. *Clinical Oral Investigations*, v. 21, n. 6, p. 1913–1927, 2017.



RETZEPI, M.; DONOS, N. Guided bone regeneration: biological principle and therapeutic applications. *Clinical Oral Implants Research*, v. 21, n. 6, p. 567–576, 2010.

URBAN, I. A.; MONJE, A.; SNEIDER, A. Vertical ridge augmentation with guided bone regeneration in the posterior mandible: a clinical study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, v. 31, n. 2, p. 370–379, 2016.

ZITZMANN, N. U.; SCHÄRER, P. Biological and clinical aspects of bone regeneration. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, v. 16, supl. 1, p. 47–61, 2001.