



# ARTIGO DE REVISÃO

## REGENERAÇÃO ÓSSEA GUIADA & EVIDÊNCIAS SOBRE AUMENTO ÓSSEO VERTICAL

### Guided bone regeneration & evidence on vertical bone augmentation

ISSN: 2178-7514

Vol. 16 | Nº. 2 | Ano 2024

Élida Lúcia Ferreira Assunção, Daniela Cristiane Pinheiro Rodrigues<sup>1</sup>,  
Lílian Gabrielle Almeida de Oliveira<sup>1</sup>, Jacqueline Salomão Jardim<sup>1</sup>,  
Fillipe Mendes Silva<sup>1</sup>, Lucas Gabriel de Melo Franco<sup>1</sup>,  
Kaio Henrique Soares<sup>1</sup>, Ângelo Fonseca Silva<sup>1</sup>

---

### RESUMO

Considera-se como aumento ósseo vertical, qualquer técnica com a finalidade de criar uma maior altura da crista alveolar. Nos últimos anos do século XX, começou-se a utilizar a regeneração óssea guiada (ROG) em mandíbulas atroficas, para possibilitar a instalação de implantes osseointegrados. É atualmente considerada uma terapia muito importante em implantodontia, para promover a regeneração óssea em defeitos ósseos maxilares, sendo baseada no uso de membranas reabsorvíveis e não reabsorvíveis combinadas com biomateriais de enchimento, como osso autólogo, osso homólogo, materiais heterólogos ou aloplásticos com funções de barreira mecânica, tendendo a excluir células epiteliais e conjuntivais da zona de reparo, permitindo a invasão de células osteoprogenitoras. O objetivo é criar um leito adequado para o posicionamento dos implantes. A fim de avaliar e expor parte das evidências atualmente disponíveis, com relação ao ROG para aumento ósseo vertical, foi realizada a seguinte revisão da literatura.

**Palavras-chave:** regeneração óssea vertical, regeneração óssea guiada, ROG, aumento ósseo vertical.

---

### ABSTRACT

Vertical bone augmentation refers to any technique aimed at increasing the height of the alveolar ridge. In the late twentieth century, the use of guided bone regeneration (GBR) in atrophic jaws began to facilitate the installation of osseous integrated implants. Currently, it is considered a crucial therapy in implantology to promote bone regeneration in maxillary bone defects. This method relies on the use of resorbable and non-resorbable membranes combined with filling biomaterials, such as autologous bone, homologous bone, heterologous bone, or alloplastic materials, which serve as a mechanical barrier. These barriers prevent the invasion of epithelial and connective tissue cells into the repair zone, allowing osteoprogenitor cells to occupy the area instead. The goal is to create a suitable bed for implant placement. To evaluate and present some of the evidence currently available regarding GBR for vertical bone augmentation, the following literature review was conducted.

**Keywords:** vertical bone regeneration, guided bone regeneration, GBR, vertical bone augmentation.

---

1- Universidade Federal Dos Vales Do Jequitinhonha E Mucuri

### Autor de correspondência

Élida Lúcia Ferreira Assunção

elida.assuncao@ufvjm.edu.br

DOI: [10.36692/V16N2-100R](https://doi.org/10.36692/V16N2-100R)

## INTRODUÇÃO

Regenerar o osso perdido tem sido objeto de estudo durante algum tempo. No campo da odontologia, a partir do desenvolvimento da implantodontia é que mais estudos começaram a ser realizados acerca desse assunto, devido à falta, em muitas ocasiões, de osso disponível para instalação de implantes dentários<sup>1</sup>.

Por causa disso, nos últimos tempos, as investigações foram focadas na criação de novos ossos onde for necessário e, assim, ser capaz de aumentar o número de pessoas que podem receber implantes<sup>1,2</sup>.

Para este fim, vários materiais e técnicas foram utilizados. Dentro deles estão as membranas, que funcionam como uma barreira para manter o volume dos defeitos do osso, isolando-o por sua vez do tecido conectivo<sup>1,2</sup>. No entanto, quando o defeito ósseo a ser tratado é muito grande, ou não é favorável, é necessário realizar enxertos ósseos para ganhar volume perdido. O uso ósseo do mesmo paciente foi testado e é escolhido como a primeira opção para esses procedimentos, embora envolva cirurgia adicional para levar o osso a ser enxertado, geralmente a partir da área do queixo, trígono retromolar, tuberosidade da maxila ou, menos frequentemente, da calota crista craniana ou íliaca, dependendo da quantidade necessária<sup>1-3</sup>.

Muitas vezes para os pacientes, essa cirurgia adicional é muito traumática. Para evitar esse problema, aloenxertos têm sido propostos

(osso humano processado em formas diferentes), xenoenxertos (por exemplo, osso bovino) ou material aloplástico à base de fosfato de cálcio<sup>3</sup>.

O tecido ósseo representa a parte mais importante do esqueleto. É uma forma especializada de tecido conjuntivo denso cujas funções são: proteção, em torno do cérebro e da medula espinal, e parte dos órgãos do tórax e do abdome como uma concha protetora; e participar da manutenção da homeostase mineral<sup>2-3</sup>.

De acordo com MCMAHON et al., Ossificação significa formação de tecido ósseo, e sempre ocorre ao se diferenciar células indiferenciadas (células mesenquimais), que sintetizam e secretam matriz óssea orgânica, que logo sofre calcificação<sup>4</sup>.

O desenvolvimento embrionário dos ossos ou osteogênese diferencia entre duas formas de ossificação, intramembranosa e endocondral. A ossificação intramembranosa é quando o osso é produzido diretamente no tecido conjuntivo primitivo do feto, e ossificação endocondral, é produzido a partir de um molde pré-formado de cartilagem<sup>5</sup>.

Os ossos chatos do crânio, partes do maxilar inferior e maior parte da mandíbula (exceto o côndilo) é formada por ossificação intramembranosa e são chamados ossos mesenquimais<sup>5</sup>.

É chamado de ossificação intramembranosa porque a formação dos ossos começa dentro de uma densa placa mesenquimal, membranosa. Esta condensação do mesênquima

é produzida por divisão ativa de células mesenquimais e sua condensação em um tecido conectivo ricamente vascularizado<sup>6</sup>. As células mesenquimais diferem aos osteoblastos, que logo após secretam a matriz óssea orgânica. Essa matriz não-calcificada é chamada osteóide e é composta de proteoglicanos e fibras de colágeno para sofrer, uma rápida calcificação pelo depósito de fosfato de cálcio<sup>5-6</sup>.

O centro de ossificação cresce em tamanho onde eles estão incluídos osteoblastos circunvizinhos e são transformados em osteócitos, onde são mantidos interligados por pequenas extensões. Os osteoblastos incorporados são substituídos por outros, da diferenciação de células mesenquimal, para continuar com a formação da matriz óssea<sup>6</sup>.

As pequenas trabéculas recém-formadas são colocadas em malha entrelaçada e ramificada entre os vasos sanguíneos. Estes fazem contato com áreas vizinhas semelhantes, formam o tecido ósseo esponjoso, com tecido ricamente vascularizado em espaços chamados esponjoso primitivo<sup>7</sup>.

Onde se pretende a formação de tecido ósseo compacto, ocorre um espessamento das trabéculas pela deposição de tecido ósseo recentemente formado, diminuindo os espaços ocupados pelo tecido conjuntivo, formando o compacto primitivo<sup>6-7</sup>.

O resultado é uma formação de tecido ósseo vascularizado e primitivo, cercado por uma membrana condensada de mesênquima vascular,

que então torna-se periósteeo<sup>7</sup>. Todos os outros ossos do organismo, isto é, a base do crânio, coluna, pelve e extremidades são formadas por ossificação endocondral e eles são chamados de complexos osteocondrais. Estes são previamente constituídos por cartilagem hialina circundada por pericôndrio, que posteriormente, eles serão substituídos por tecido ósseo<sup>6</sup>.

A ossificação endocondral é melhor compreendida a partir dos ossos longos das extremidades, onde a ossificação do molde cartilaginosa começa na 7ª semana. A primeira indicação de formação óssea inicial é observada no centro da futura diáfise, pela formação do centro de ossificação primária, caracterizada por modificações notáveis sofridas por condrócitos. Estes se tornam hipertróficos, aumentando o tamanho das lagoas, reduzindo a matriz cartilaginosa até atingir partições finas, que sofrem calcificação quando o plasma sanguíneo e o fluido intersticial do tecido está presente uma concentração suficiente de cálcio e fosfato<sup>5-7</sup>.

Paralelamente às modificações da cartilagem, as células do pericôndrio na parte central da diáfise adquirem potencial osteogênico, e o pericôndrio torna-se periósteeo. As células do periósteeo sofrem transformação para osteoblastos, que depositam uma fina camada de tecido osso ao redor da parte central da diáfise, chamada manguito ou colar periósteeo. Além disso tecido conjuntivo primitivo vascularizado do periósteeo cresce através do manguito via atividade osteoclástica, que é denominada perióstico broto e preenche os espaços da matriz cartilaginosa<sup>5-7</sup>.

Os vasos sanguíneos deste surto se ramificam e enviam capilares para as cavidades de cada extremidade do molde cartilaginosa. O botão periosteal também transporta células mesenquimais para o interior da cartilagem, muitos dos quais diferem da medula óssea primitiva, e outros, nos osteoblastos quando entram em contato com a cartilagem calcificada<sup>6</sup>.

Os osteoblastos utilizam as trabéculas cartilaginosa calcificadas como estrutura e começam a depositar matriz óssea ao redor deles. Trabéculas ósseas formado contém um núcleo de cartilagem calcificada, rodeado por uma camada de tecido ósseo<sup>7</sup>.

Tendo em vista a atual busca por reabilitacoes com implantes dentarios e a necessidade de regeneracao ossea guiada em determinadas regioes, o objetivo do atual estudo e revisar a literatura sobre a regeneracao ossea guiada e as evidencias atuais sobre o ganho osseo vertical.

## METODOLOGIA

A metodologia adotada para esta revisão bibliográfica narrativa qualitativa sobre regeneração óssea guiada (ROG) consistiu em uma busca sistemática e abrangente da literatura científica disponível. Primeiramente, foram identificadas as principais bases de dados relevantes para o tema, incluindo PubMed, Scielo, Web of Science e Google Scholar. Os termos de busca utilizados foram “regeneração óssea guiada”,

“ROG”, “regeneração óssea”, “biomateriais”, “implantes dentários” e suas combinações em português e inglês.

Os critérios de inclusão englobaram estudos que investigaram a eficácia, materiais e técnicas utilizadas em ROG, publicados em periódicos revisados por pares e redigidos em português ou inglês. Foram excluídos artigos que tratassem de intervenções farmacológicas não relacionadas diretamente à ROG, estudos em animais, revisões de literatura não sistemáticas e publicações de caráter meramente opinativo. Revisões sistemáticas e meta-análises foram incluídas para proporcionar uma visão abrangente e consolidada do estado atual da pesquisa.

### **Regeneração óssea guiada (ROG)**

É considerado como aumento ósseo vertical qualquer procedimento, qualquer técnica que visa criar uma maior altura de crista alveolar em uma dimensão vertical, com o objetivo de implantes dentários de comprimento adequado (tipicamente 9 milímetros ou maior)<sup>8</sup>.

O advento da osseointegração e os avanços em biomateriais e técnicas têm contribuído para um maior uso de implantes dentários na reabilitação de pacientes, em ambos os casos, seja com pacientes parcialmente ou totalmente desdentados.

Um pré-requisito importante para prever o sucesso a longo prazo dos implantes osseointegrados é um volume suficiente de osso saudável nos locais receptores<sup>9</sup>.

A perda vertical do osso alveolar, particularmente em pacientes desdentados,

continua a ser um desafio devido às limitações anatômicas e às dificuldades técnicas envolvidas no planejamento dos implantes. A presença da cavidade nasal, do seio maxilar e do nervo dentário inferior limitam a altura do osso disponível para a colocação correta do implante. Além disso, uma grande altura intermaxilar pode alterar o comprimento e a forma da coroa e produzir uma relação coroa-raiz desfavorável da reconstrução protética final. Este último pode resultar em uma restauração protética com uma estética inaceitável e/ou pode causar dificuldades para realizar uma higiene oral adequada, potencialmente arriscando o prognóstico a longo prazo<sup>9</sup>.

O tratamento regenerativo do osso pode basear-se apenas na colocação de enxertos ósseos autólogos ou em combinação com a membrana. A escolha de uma dessas duas alternativas dependerá da morfologia do defeito ósseo. Um defeito com paredes ósseas conservadas (defeito fechado) pode cicatrizar com o simples uso de osso autólogo, desde que, juntamente com o coágulo sanguíneo, permaneça estável dentro do espaço a ser regenerado<sup>10</sup>.

Um defeito na ausência de uma ou mais paredes ósseas (defeito aberto), a regeneração pode ser dificultada, devido a fatores, tais como falta de espaço causada pelo colapso de tecidos de superfície, ou instabilidade do coágulo devido aos micro-movimentos durante o cicatrizes. Nestes casos, a membrana além de cumprir a função de uma barreira mecânica, cumpre a função de manutenção de espaço, criando ao nível do defeito

ósseo de um ambiente fechado delimitado por um lado por resíduos paredes ósseas e do outro lado da membrana. Ele serve como uma parede temporária durante o período de cicatrização. Esse ambiente deve ser espaçoso e protegido, para que o coágulo esteja estável nos estágios iniciais da cicatrização e, assim, o processo de regeneração óssea não seja interrompido<sup>11</sup>.

Quanto menor o número de paredes ósseas residuais, maior a necessidade de usar biomateriais osteoindutores. Enxertos ósseos autólogos representam a alternativa mais adequada para reparar defeitos ósseos complexos<sup>10,12</sup>.

Existem duas indicações específicas para a realização de técnicas verticais de regeneração óssea, a primeira é quando não há osso satisfatório para acomodar e manter um implante que garanta o sucesso a longo prazo e a estabilidade do elemento protético; e o outro é por razões estéticas<sup>13</sup>.

Os procedimentos de aumento ósseo podem ser realizados, às vezes, antes de o implante ser colocado (procedimento de dois estágios) ou no mesmo ato em que o implante é colocado (procedimento de um estágio), usando vários materiais e técnicas. Quando realizada antes da colocação do implante, é necessária uma segunda intervenção cirúrgica, o que implica que um período prudente de tempo seja esperado para a área reparar antes que os implantes sejam colocados<sup>8</sup>.

Diante do exposto, as técnicas de aumento do osso tornaram-se um elemento indispensável

para além da implantologia oral, o que fez com que surgisse a utilização de vários métodos para atingir este fim, para o cirurgião de implante tendo uma ampla variedade de procedimentos focado em alcançar um aumento na altura e/ou volume ósseo, o que, especialmente em relação ao aumento de osso vertical levanta algumas questões sobre o que é a melhor técnica a respeito de previsibilidade, ganho de magnitude osso, morbidade prognóstico do paciente e do médio e longo prazo<sup>14</sup>.

Regeneração óssea guiada (ROG), cuja aplicação neste campo tem adquirido grande relevância nos últimos anos<sup>9</sup>.

A fim de avaliar a evidência científica disponível sobre o ROG para aumento de rebordo vertical, foi realizada a seguinte análise da literatura incluindo vários tipos de literatura científica atual sobre este assunto.

Os primeiros experimentos da regeneração óssea guiada (ROG) foram aplicados no início dos anos 90 para as mandíbulas atróficas. Vários defeitos verticais foram tratados por membranas barreira não reabsorvíveis reforçadas com titânio, em conjunto com implantes osseointegrados<sup>8,15</sup>.

Essas técnicas utilizam membranas de barreira para proteger os defeitos ósseos da invasão pelo crescimento das células do tecido mole, de tal forma que as células osteoprogenitoras possam desenvolver o osso, sem serem inibidas. A invaginação ou o crescimento dos tecidos moles no interior do defeito pode impedir a osteogênese no dito defeito ou área a ser regenerada.

As membranas podem ser reabsorvíveis ou não absorvíveis<sup>8</sup>. Segundo Esposito et al., as membranas reabsorvíveis, geralmente, permitem maior regeneração óssea do que as membranas não reabsorvíveis de politetrafluoretileno (PTFE)<sup>8</sup>. No entanto, se a deiscência de tecido mole puder ser evitada, as membranas de PTFE permitem uma regeneração óssea ligeiramente maior que as reabsorvíveis<sup>8</sup>.

Estudo revelou que a qualidade óssea da regeneração com vários materiais de enxerto e sua importância na osseointegração foram levantadas. Este estudo relata a análise histológica de secções ósseas de futuros locais de implantes em mandíbulas superiores e inferiores que foram aumentadas com poros bovinos como matéria de enxerto ósseo mais uma membrana de colágeno. Devido à severa atrofia da crista alveolar, a ROG antes da colocação do implante foi indicada em 11 pacientes com idade de 45,5 anos). Após uma média de 7 meses de cura, a cirurgia de colocação de implantes foi realizada. Seções ósseas de leitões de implante foram fixados em formol, descalcificados em citrato de sódio e ácido fórmico, e colocado em parafina. Seções de 5 a 7 µm de espessura foram preparados, corados com hematoxilina e eosina, e analisados sob microscopia de luz. Comparado com a mandíbula inferior, segmentos da parte superior da mandíbula tiveram menor porcentagem de osso e maior porcentagem de material residual e vascularização. Os autores concluíram que dentro dos limites deste estudo, a osteogênese

foi completada e a taxa de vascularização e atividade osteoclástica foi reduzida em 7 meses. Além disso, a parte superior da mandíbula diferiu significativamente da mandíbula inferior na formação óssea, na vascularização e quantidade de material residual. Assim, a localização anatômica do defeito pode ser tão importante quanto as propriedades do material de enxerto usado na obtenção de osteogênese bem sucedida utilizando técnicas de regeneração óssea guiada<sup>3,16</sup>.

Em três estudos foram avaliadas a sobrevivência do implante dentário em pacientes tratados com aumento de cume ou técnicas de preservação de implantes dentários. Concluíram que existe um alto nível de sobrevivência previsível dos implantes nos locais tratados por ROG, com taxas de sobrevivência semelhantes às dos implantes colocados em osso nativo<sup>17-19</sup>.

Von Arx e Buser relataram que a incidência de deiscência da ferida com a exposição de uma membrana de barreira é de 8-40% e que, em casos de membranas de barreira expostas, o risco de infecção aumenta, enquanto a quantidade de osso regenerado diminui<sup>20</sup>.

Urban, Jovanovic e Lozada avaliaram regeneração óssea guiada, antes de ou em combinação, para a colocação do implante, com o auxílio de membranas de PTFE reforçado com titânio em combinação com enxerto ósseo autólogo em três diferentes cenários: dente único ausente, múltiplos dentes ausentes e defeitos verticais na maxila posterior, onde foi realizada em conjunto com a ROG uma elevação do seio

maxilar. Foi determinado que as membranas guiadas de regeneração de osso e de PTFE em partículas e osso autólogo é um processo previsível para o aumento do rebordo vertical, com um ganho de peso médio de 5,5 mm de altura; Além disso, o sucesso e sobrevivência dos implantes colocados no osso regenerado foi semelhante ao dos implantes colocados no osso nativo; e taxas de sucesso e falha dos implantes colocados em locais conduzido conjuntamente uma elevação do seio e uma regeneração vertical foi semelhante, em um tempo de seguimento 12 e 72 meses após o carregamento do implante<sup>21</sup>.

Langer et al. em uma publicação retrospectiva de uma série de casos apresentados os resultados de oito pacientes tratados com partículas de aloenxertos de osso desmineralizado de congelação seca (DFDBA) e membranas de barreira, tanto não absorvível (PTFE reforçado de titânio), conforme biorreabsorvível (Resolut), usando mini-parafusos (procedimento de dois passos) ou implantes (procedimento de um passo), ou apenas o material de enxerto, para suportar ou suportar a membrana. Obteve-se um ganho vertical que oscilou entre 2 a 8 mm. Nos pacientes nos quais foi utilizada uma membrana biorreabsorvível, a exigência de regeneração vertical da estatura foi muito menor. O uso do aloenxerto eliminou a necessidade de cirurgias adicionais no local a ser tratado e, portanto, minimizou a morbidade. Em todos os pacientes, a quantidade de regeneração do osso vertical, permitida a colocação de um ou mais implantes

em locais de enxerto, seguido da preparação da prótese definitiva, pelo menos, 5,5 meses após a colocação do implante. A altura do osso marginal ao redor dos implantes permaneceu estável ao longo de 4 a 13 anos de seguimento<sup>22</sup>.

Merli et al. em um estudo randomizado controlado que comparou a eficácia de duas técnicas diferentes para regeneração óssea vertical e a colocação do implante, utilizando autógeno particulado intraoral do osso, adjacente ao implante e osso áreas locais coletado com uma “armadilha” ou filtro, a partir dos locais previamente dispostos para colocar os implantes; membranas bioabsorvíveis revestidos com barreira de colágeno (Bio-Gide) suportada por placas de osteossíntese contra membranas de barreira não reabsorvíveis de PTFE reforçadas com titânio, com um controle de tempo de três anos após o carregamento do implante. Vinte e dois pacientes, que necessitaram de aumento ósseo vertical, foram randomizados em dois grupos, cada um com 11 pacientes. A falha, tanto do implante quanto da prótese, as complicações, a quantidade de osso regenerado verticalmente e os níveis de osso marginal peri-implantar, foram registrados “cegamente” por consultores independentes. Nenhum paciente foi deixado de fora do estudo ou excluído aos 3 anos de acompanhamento. O ganho ósseo vertical foi semelhante nos dois grupos; Média de 2,5 mm para o grupo de membrana não reabsorvível e 2,2 mm para reabsorvível, não havendo diferenças significativas entre os dois

grupos. Não houve falhas na prótese, nem implantes dentários, nem complicações após o carregamento dos implantes. Não houve diferenças estatisticamente significativas na perda óssea entre os dois grupos no primeiro ano ou terceiro ano. Após 3 anos, os pacientes tratados com membranas biorreabsorvíveis tiveram uma perda óssea média de 0,55 mm; enquanto os pacientes tratados com membranas não reabsorvíveis apresentaram uma perda óssea média de 0,53 mm. Devido aos resultados, concluiu-se que 3 anos após o carregamento do implante não houve falhas ou complicações e a perda óssea marginal peri-implantar foi mínima; portanto, ambas as técnicas foram eficazes no aumento ósseo, embora ambas estivessem associadas a uma quantidade significativa de complicações antes do carregamento funcional. Portanto, eles apresentaram evidências de que o osso regenerado verticalmente pode ser mantido com sucesso no tempo, após a carga funcional do implante<sup>13</sup>.

Outros quatro estudos também avaliaram o uso de membranas de colágeno absorvíveis no procedimento de ROG, sabendo que no momento as informações científicas sobre o uso de membranas de colágeno são limitadas. Os estudos tiveram como objetivo comparar clínica e histomorfometricamente o uso de membranas de colágeno, Bio-GideA e BioMend Extend™, para o tratamento de implantes. Os resultados dos estudos indicam que: o tratamento com ROG com membranas de colágeno pode



melhorar a regeneração óssea, manifestada na fase tardia (16 semanas) de cicatrização; e o espaço de manutenção e cobertura de membrana foram os dois fatores mais importantes que afetam a ROG usando membranas de colágeno bioabsorvíveis<sup>23-26</sup>.

Em um estudo experimental em cães adultos, Simion et al. avaliaram o efeito de regeneração óssea guiada (GBR), utilizando-se uma membrana não-reabsorvível de PTFE (Gore-Tex), em defeitos de osso alveolar em implantes de titânio. Após a remoção de três pré-molares e um molar de cada lado da mandíbula em três cães, os defeitos no osso alveolar ocorreram entre 5 a 7 mm de profundidade. Após quatro meses, três implantes foram inseridos em cada defeito a uma profundidade de quase 4 mm, de modo que sua porção coronal estava projetando aproximadamente 5 mm coronal para a borda óssea. Quatro lados dos cães foram designados para um grupo experimental e os dois lados remanescentes para um grupo controle. Os 12 implantes do grupo experimental foram cobertos com uma membrana de PTFE reforçada com titânio e fixada com tachas. O espaço sob a membrana foi preenchido com sangue venoso periférico do animal e os retalhos foram suturados cobrindo a membrana. Nos 6 implantes do grupo controle, eles não receberam membrana, nem sangue venoso periférico anterior à sutura para um fechamento completo da ferida. Os animais foram sacrificados após 6 meses e amostras histológicas não descalcificadas

foram preparadas a partir dos implantes e tecidos adjacentes. Posteriormente, análises histológicas e histomorfométricas revelaram uma quantidade significativamente maior de preenchimento ósseo no grupo experimental (média = 57,42%) do que nos controles (média = 11,65%); e a avaliação clínica em um dos locais experimentais mostrou que os implantes estavam completamente cobertos com tecido ósseo. Na maioria dos espécimes, o osso cresceu em altura próximo ou em contato direto com a membrana. No entanto, o novo osso, geralmente, não estava em contato direto com os implantes. Regularmente, uma densa área de tecido conectivo era interposta entre os implantes e o osso recém-formado. Com estes resultados, concluiu-se que, apesar da formação de quantidades consideráveis de osso após o aumento vertical da crista, com regeneração óssea guiada e implantes dentários, não foi acompanhada por uma osseointegração previsível dos implantes. Essa circunstância é complexa de explicar, mas pode estar relacionada às características da superfície dos implantes, uma vez que foram utilizados implantes com superfície usinada; e foi demonstrado que os implantes com superfície áspera são mais eficientes em termos de favorecer o contato implante-osso (osseointegração). Outra razão possível para estes resultados seria que os tecidos moles circundantes migraram sob a membrana e cobria a parte saliente do implante devido ao tempo relativamente longo pode ser tomado para encher com o tecido ósseo, o espaço protegido pela

membrana. Por isso, os autores determinaram a necessidade de realizar mais estudos para revelar os fatores essenciais para a obtenção do contato osso-implante<sup>27</sup>.

Outro estudo de Simion et al., realizada em humano, avaliada a partir de um ponto de vista histológico e histomorfométrica a eficácia de uma mistura de 1: 1 de osso bovino mineral desproteínizado DBBM (Bio-Oss) e enxerto de osso autógeno, feita a partir da região retromolar com broca trefina ou próximo ao local de aumento com raspadores ósseos; associado a uma membrana não reabsorvível de PTFE reforçado com titânio (Gore-Tex), para aumento vertical da flange em humanos. A razão para misturar com DBBM osso autógeno (xenoenxerto), foi a fim de combinar as propriedades de xenoenxerto de andaime com propriedades osteogênicas e osteoindutores de auto-enxerto. Para este propósito, eles incluíram 7 pacientes com mandíbulas parcialmente desdentadas e 10 locais cirúrgicos que necessitaram de aumento vertical da crista. O procedimento de aumento vertical foi desenvolvido com enxerto composto na proporção de 1: 1 de DBBM e osso autógeno. 27 implantes Branemark foram colocados. Onze biópsias da área regenerada foram analisadas histologicamente e histomorfometricamente. O período de cicatrização transcorreu sem intercorrências em nove locais cirúrgicos. Em um local, a membrana mostrou uma exposição após 3 meses. Na conexão do abutment, todos os implantes eram estáveis e submersos em um

tecido duro regenerado, clinicamente similar ao osso. Análises histológicas mostraram nova formação óssea e remodelação contínua de osso autógeno e partículas de DBBM. A combinação de DBBM/Autoenxerto (1: 1), mostrou uma média de regeneração do osso da crista de 3,15 mm, o que satisfaz a 35,56% de osso regenerado, consistente com os resultados de estudos anteriores. Ambos os materiais, osso autógeno e DBBM, mostraram reabsorção evidente durante o período de cicatrização (6 a 9 meses). Com base nos resultados, os pesquisadores concluíram que os resultados deste estudo clínico e histológico apoiar o uso de um 1: 1 DBBM e osso autógeno para o aumento vertical, a partir de técnicas de regeneração óssea guiada. O osso regenerado pode levar a osseointegração adequada de um implante dentio colocado no momento de processo de regeneração, ou depois de um período de cura de, pelo menos, 6 meses. O DBBM sofre de reabsorção muito lentos e é substituída com osso novo, o que pode ser vantajoso para a estabilidade a longo prazo do osso regenerado. O uso da combinação de DBBM/autoenxerto, permite uma redução na quantidade de osso autógeno feita, fazendo técnica cirúrgica menos invasiva e diminuir o desconforto do paciente no pós-operatório. Os autores determinaram que mais ensaios clínicos de longo prazo são necessários para confirmar o efeito positivo de DBBM combinado com enxerto de osso autógeno, aumentando a estabilidade duradoura do osso aumentou verticalmente<sup>28</sup>.

Rocchietta I, F e H Simion Fontana, na sua revisão sistemática, que avaliou o aumento do osso alguns entre estes ROG, exibiu o seguinte<sup>9</sup>:

1. Nos artigos revistos, todos eram consistentes relatório gama ganho de 2-8 mm entre osso, mostrando o aumento de rebordo vertical pode lograr mediante ROG, mas devido ao número limitado de pacientes tratados por alguns centros, não pode ser considerado uma intervenção generalizável.

2. Com relação à estabilidade óssea em longo prazo, foi observada uma perda óssea de 1,27 a 2,0 mm, para um seguimento de 7 anos. Estes dados indicam que o osso recuperado aparenta permanecer estável ao longo de um período contínuo de 7 anos. O que sugere que o osso aumenta verticalmente, responde à colocação do implante, semelhante ao osso nativo ou não regenerado.

3. Uma ampla gama de complicações foi relatada em todos os estudos (0-45,5%). A complicação mais comum foi a exposição da membrana barreira e suas sequelas.

4. É relatada uma taxa de sobrevivência para implantes colocados em osso regenerado verticalmente, numa gama de 92,1% a 100% ao longo de 1-7 anos; um estudo observou uma taxa de sucesso de 76,3% a 97,5% em geral; e outro estudo relatou uma taxa de sucesso de 61,5% para implantes de estágio único e 75% para implantes dentários colocados em duas fases.

5. A maioria dos estudos usou implantes de superfície usinados; no entanto, os estudos

mais recentes relatam o uso de implantes de superfície rugosa com maior frequência, dada a corrente global de uso limitado na prática clínica de implantes de superfície usinados.

6. Uma série de biomateriais foi usada nos estudos de ROG. A maioria utilizou membranas não reabsorvíveis de e-PTFE, nas quais os enxertos variaram entre coágulo sanguíneo, enxerto autógeno e aloenxerto ósseo congelado desmineralizado desidratado (DFDBA).

7. Vários estudos descrevem a regeneração óssea guiada, utilizando diferentes tipos de enxertos combinados com as membranas e-PTFE, sugerindo que a união de um enxerto com uma técnica de membrana aumenta a eficácia de tal procedimento em termos de ganho ósseo vertical.

8. Valores negativos na altura óssea de -2,7 mm e valores extremamente altos de deiscência de tecido mole foram relatados quando se tentou usar membranas reabsorvíveis, em um aumento vertical do flange experimental.

9. Também avaliou o uso de uma malha de titânio com um xenoenxerto, onde só foi possível obter dados de um único estudo. Neste, um ganho médio na altura óssea de 5,2 mm foi relatado; no entanto, nenhuma informação foi dada sobre a estabilidade óssea ao longo do tempo. A única complicação registrada foi a exposição da tela de titânio, em 2 dos 10 pacientes avaliados. Foi relatado que todos os implantes dentários colocados foram integrados e funcionalmente protéticos após um acompanhamento de pelo

menos 2 anos. Outro estudo realizado por Von arx et al. (1998), também utilizando tela de titânio, mas em combinação com autoenxerto, em relação à estabilidade deste procedimento, calculou uma perda de osso peri-implantar de 1,0 mm no primeiro ano de carregamento e de 0,1 mm no segundo ano.

### **Técnicas e procedimentos de ROG**

Apesar das diferenças entre os tipos de enxerto e/ou membranas utilizadas em diversos estudos, bem como o design do mesmo pode ser observado resultados semelhantes quanto à eficácia de ROG como uma técnica para aumento de rebordo verticais, com ganhos de 2 a 8 mm<sup>9</sup>, cumprindo na grande maioria dos casos o objetivo da técnica de aumento vertical através da ROG<sup>8,16</sup>.

Os enxertos ósseos utilizados nos vários estudos foram: enxerto autólogo<sup>21</sup>, auto-enxerto combinado com xenoenxerto<sup>27</sup>, xenoenxerto<sup>20</sup>, aloenxertos<sup>22</sup> e um coágulo de sangue<sup>27</sup>. Independente de enxerto utilizado na técnica ROG, foram obtidos resultados satisfatórios em todos os estudos analisado, o que poderia sugerir que a utilização de xeno-enxertos ou aloenxertos, quer sozinhos ou em combinação com o osso autólogo, pode servir como material de enxerto ósseo nas técnicas de ROG, diminuindo ou mesmo evitando a necessidade de obtenção de enxerto autólogo, o que diminuiria a morbidade do paciente, minimizando as exigências do osso autólogo<sup>3,17-19</sup>.

Em relação ao tipo de membrana utilizada, estudos utilizaram membranas de PTFE não absorvíveis<sup>12,14,21,27,28</sup> e outros estudos utilizaram uma combinação de membranas reabsorvíveis e

não reabsorvíveis de PTFE<sup>20,22</sup>. Estudos utilizando ambos os tipos de membranas relataram que não existem grandes diferenças entre os resultados obtidos, no entanto na revisão por Langer et al. apenas as membranas reabsorveis foram usadas em pequenos defeitos<sup>22,23,24,25,26</sup>. Isso contrasta com os resultados obtidos em outros estudos, em que o ganho vertical era menos do que membranas reabsorveis utilizadas<sup>9</sup>. Rocchietta, Fontana e Simion postularam que as membranas reabsorveis geralmente permitem uma maior regeneração membranas de PTFE não absorvível ósseas, no entanto, se a exposição for evitada membranas de PTFE permitem a regeneração óssea ligeiramente maior do que reabsorvível, por isso, é provável que as diferenças nos resultados obtidos nos diferentes estudos utilizando ambos os tipos de membranas podem ser devido aos procedimentos da técnica altamente sensível ROG, bem como o tipo de defeito para regenerar e sua magnitude<sup>9</sup>.

No que diz respeito à manutenção do tecido ósseo regenerada, bem como o prognóstico a longo prazo de implantes instalados no tecido, não houve significativa quando comparado com os implantes instalados em diferenças osso nativo, em que o tecido do osso regenerado que se comportam tão semelhante ao osso nativo do paciente<sup>9,21</sup>.

Em relação às complicações associadas com as técnicas de ROG, o mais comum era a exposição da membrana e as suas sequelas, que embora geralmente diminuir a quantidade de tecido regenerado, geralmente não determinado o fracasso do processo de regeneração<sup>10,12</sup>.

Falta de homogeneidade dos diferentes estudos analisados faz com que seja impossível para tirar conclusões sobre o melhor tipo de enxerto e/ou de membrana para utilização em técnicas de ROG para aumento de crista vertical estudos longitudinais, por conseguinte, são requeridos bem concebidos a fim de padronizar técnica ROG e determinar a melhor combinação tipo ou de enxerto, assim como o tipo mais adequado para cada membrana.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos estudos revisados, pode-se concluir que complicações foram comuns em vários estudos e, em alguns casos, a triagem pode fazer com que o ocorra o sucesso ou insucesso no procedimento. Dentro das complicações, como a exposição à membrana, as deiscências da mucosa na zona de intervenção e infecção, em vários casos envolvendo o procedimento.

Os profissionais e os pacientes devem avaliar os benefícios e os riscos em relação aos resultados obtidos, avaliando as técnicas de aumento vertical do reborde.

As técnicas de regeneração óssea são altamente sensíveis, por isso, os casos podem ser sempre diferentes uns dos outros.

Como as indicações são claras, cada procedimento deve ser minuciosamente estudado. No entanto, pode-se dar prioridade a situações nas quais pacientes e processos de aumento são realmente necessários, àquelas intervenções que parecem mais simples, menos invasivas, menos dolorosas, que envolvem risco de complicações e atingem seus medidores dentro de um prazo mais curto

As indicações para o uso de vários substitutos ósseos devem ser exploradas com mais detalhes e devem avaliar locais doadores, como ossos, com menor risco de complicações e desconforto do paciente.

Os sistemas funcionais biológicos, como as proteínas morfogênicas e o plasma rico em plaquetas, são benéficos, necessitam de mais estudos para determinar sua real relevância nos processos de regeneração óssea.

Muitos estudos mostram a evolução da utilização das técnicas de regeneração óssea guiada, com alta previsibilidade de sobrevida dos implantes; no entanto, poucas publicações relataram resultados a longo prazo no aumento vertical do flange. A regeneração guiada por mistura de esmalte autógeno com xenoenxerto, pode ser favorecida pelas propriedades osteogênicas. Combinação entre primeiro osteoindutor, com propriedades de segunda estrutura, desde que o autógeno tenha sido reabsorvido de maneira atenciosa durante a cura e subsequente fermentação do implante; e xenoenxerto tem uma reabsorção mais lenta.

Tendo em conta os resultados e conclusões dos artigos analisados, pode-se concluir que ROG é uma técnica de regeneração, alcançando a longo prazo, vários níveis verticais de ganho, previsibilidade e manutenção muitas vezes superiores aos apresentados por outras técnicas; A fim de reduzir a morbidade ou, pelo menos minimizando, a necessidade de agentes auto-suficientes para a regeneração vertical.

## REFERÊNCIAS

1. Battafarano, G., Rossi, M., De Martino, V., Marampon, F., Borro, L., Secinaro, A., & Del Fattore, A. (2021). Strategies for Bone Regeneration: From Graft to Tissue Engineering. *International journal of molecular sciences*, 22(3), 1128. <https://doi.org/10.3390/ijms22031128>
2. Anitua E. Plasma rich in growth factors: Preliminary results of use in the preparation of future sites for implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1999;14(4):429-35.
3. Busenlechner D, Kantor M, Tangl S, Tepper G, Zechner W, Haas R, Watzek G. Alveolar ridge augmentation with a prototype trilayer membrane and various bone grafts: a histomorphometric study in baboons. *Clin Oral Implants Res*. 2005 Apr;16(2):220-7.
4. McMahon RE, Wang L, Skoracki R, Mathur AB. Development of nanomaterials for bone repair and regeneration. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2013;101(2):387-97.
5. Jin SW, Sim KB, Kim SD. Development and Growth of the Normal Cranial Vault : An Embryologic Review. *J Korean Neurosurg Soc*. 2016 May;59(3):192-6.
6. Blumer M. J. F. (2021). Bone tissue and histological and molecular events during development of the long bones. *Annals of anatomy = Anatomischer Anzeiger : official organ of the Anatomische Gesellschaft*, 235, 151704. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2021.151704>
7. Fernández-Iglesias, Á., Fuente, R., Gil-Peña, H., Alonso-Durán, L., Santos, F., & López, J. M. (2021). The Formation of the Epiphyseal Bone Plate Occurs via Combined Endochondral and Intramembranous-Like Ossification. *International journal of molecular sciences*, 22(2), 900. <https://doi.org/10.3390/ijms22020900>
8. Esposito M, Grusovin MG, Felice P, Karatzopoulos G, Worthington HV, Coulthard P. The efficacy of horizontal and vertical bone augmentation procedures for dental implants: a Cochrane systematic review. *Cochrane Library*. 2009;4:195-218.
9. Rocchietta I, Fontana F, Simion M. Clinical outcomes of vertical bone augmentation to enable dental implant placement: a systematic review. *J Clin Periodontol*. 2008;35(Suppl 8):203-15.
10. Buser D, Bragger U, Lang NP. Regeneration and enlargement of jaw bone using guided tissue regeneration. *Clin Oral Impl Res*. 1990;1:22-32.
11. Schenk RK, Buser D, Hardwick WR. Healing pattern of bone regeneration in membrane-protected defects: a histologic study in the canine mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1994;9:13-29.
12. Simion M, Baldoni M, Rossi P. A comparative study of the effectiveness of e-PTFE membranes with and without early exposure during the healing period. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1994;14:167-80.
13. Merli M, Lombardini F, Esposito M. Vertical ridge augmentation with autogenous bone grafts 3 years after loading: resorbable barriers versus titanium reinforced barriers. A randomized controlled clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010;25:801-7.
14. Lima LA, Fuchs-Wehrle AM, Lang NP, Hämmerle CH, Liberti E, Pompeu E, Todescan JH. Surface characteristics of implants influence their bone integration after simultaneous placement of implant and GBR membrane. *Clin Oral Implants Res*. 2003 Dec;14(6):669-79.
15. Simion M, Fontana F, Rasperini G, Maiorana C. Vertical ridge augmentation by expanded-polytetrafluoroethylene membrane and a combination of intraoral autogenous bone graft and deproteinized anorganic bovine bone (Bio-Oss). *Clin Oral Implants Res*. 2007;18:620-9.
16. Ersanli DS, Olgac V, Leblebicioglu B. Histologic analysis of alveolar bone following guided bone regeneration. *J Periodontol*. 2004 May;75(5):750-6.
17. Fiorellini JP, Nevins ML. Localized ridge augmentation/preservation. A systematic review. *Ann Periodontol*. 2003 Dec;8(1):321-7.
18. Chiapasco M, Romeo E, Casentini P, Rimondini L. Alveolar distraction osteogenesis vs. vertical guided bone regeneration for the correction of vertically deficient edentulous ridges: a 1-3-year prospective study on humans. *Clin Oral Implants Res*. 2004 Feb;15(1):82-95.
19. Covani U, Crespi R, Cornelini R, Barone A. Immediate implants supporting single crown restoration: a 4-year prospective study. *J Periodontol*. 2004 Jul;75(7):982-8.
20. Von Arx T, Buser D. Horizontal ridge augmentation using autogenous block grafts and the guided bone regeneration technique with collagen membranes: a clinical study with 42 patients. *Clin Oral Implants Res*. 2006;17(4):359-66.
21. Urban IA, Jovanovic SA, Lozada JL. Vertical ridge augmentation using guided bone regeneration (GBR) in three clinical scenarios prior to implant placement: a retrospective study of 35 patients 12 to 72 months after loading. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24:502-10.
22. Langer B, Langer I, Sullivan RM. Vertical ridge augmentation procedure using guided bone regeneration demineralized freeze-dried bone allograft, and miniscrews: 4- to 13-year observations on loaded implants. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2010;30:227-35.
23. Moses O, Pitaru S, Artzi Z, Nemcovsky CE. Healing of dehiscence-type defects in implants placed together with different barrier membranes: a comparative clinical study. *Clin Oral Implants Res*. 2005 Apr;16(2):210-9.
24. Oh TJ, Meraw SJ, Lee EJ, Giannobile WV, Wang HL. Comparative analysis of collagen membranes for the treatment of implant dehiscence defects. *Clin Oral Implants Res*. 2003 Feb;14(1):80-90.
25. Chu C, Deng J, Hou Y, Xiang L, Wu Y, Qu Y, Man Y. Application of PEG and EGCG modified collagen-based membrane to promote osteoblasts proliferation. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2017 Jul 1;76:31-6.
26. Wang Y, Hua Y, Zhang Q, Yang J, Li H, Li Y, et al. Using biomimetically mineralized collagen membranes with different surface stiffness to guide regeneration of bone defects. *J Tissue Eng Regen Med*. 2018 Jul;12(7):1545-55.
27. Simion M, Dahlin C, Rocchietta I, Stavropoulos A, Sánchez R, Karring T. Vertical ridge augmentation with guided bone regeneration in association with dental implants: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res*. 2007;18:86-94.
28. Simion M, Jovanovic SA, Tinti C. Long-term evaluation of osseointegrated implants inserted at the time or after vertical ridge augmentation. *Clin Oral Implants Res*. 2001;12:35-45.

**Observação:** os/(as) autores/(as) declaram não existir conflitos de interesses de qualquer natureza.



