FACSETE
FACULDADE SETE LAGOAS

MONOGRAFIA DA ESPECIALIZAÇÃO EM IMPLANTE DENTÁRIO

SANDE SANTOS PIRES
JOÃO PAULO DA SILVA SOUSA

AVALIAÇÃO DAS TÉCNICAS DE ENXERTIA ÓSSEA EM PACIENTES SUBMETIDOS À REABILITAÇÃO COM IMPLANTES DENTÁRIOS

Salvador
2025

SANDE SANTOS PIRES
JOÃO PAULO DA SILVA SOUSA

AVALIAÇÃO DAS TÉCNICAS DE ENXERTIA ÓSSEA EM PACIENTES SUBMETIDOS À REABILITAÇÃO COM IMPLANTES DENTÁRIOS

Monografia de conclusão de curso como requisito para a obtenção do título Especialista em Implantodontia.

Orientador: Prof. Me. Kelvin Borges Rocha de Souza

Salvador
2025

SANDE SANTOS PIRES
JOÃO PAULO DA SILVA SOUSA

AVALIAÇÃO DAS TÉCNICAS DE ENXERTIA ÓSSEA EM PACIENTES SUBMETIDOS À REABILITAÇÃO COM IMPLANTES DENTÁRIOS

Monografia de conclusão de curso como requisito para a obtenção do título Especialista em Implantodontia

Aprovado em 14 de setembro de 2025.

Banca Examinadora

ORIENTADOR
Prof. Me. Kelvin Borges Rocha de Souza
Cirurgião Dentista (UNIRB)
Especialista em Implantodontia (FUNVIC)
Mestre em Processos Interativos dos Órgãos Sistemas (UFBA)
Doutorando em Processos Interativos dos Órgãos Sistemas (UFBA)

_____
2º MEMBRO
Prof. Me. Tiago Galvão Gonçalves Neiva
Cirurgião Dentista (EBMSP)
Especialista em Periodontia (FOP- UNICAMP)
Mestre em Implantodontia (UNISA-SP)

_____
3º MEMBRO
Prof. Luanderson Lopes Pereira
Graduaçao em Odontologia - Universidade Federal da Bahia- UFBA
Mestrado e Doutorado em Odontologia e Saude Universidade Federal da Bahia- UFBA

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pela saúde e pela oportunidade de concluir mais esta etapa acadêmica.

À minha família, pelo apoio incondicional, incentivo constante e compreensão durante todos os momentos de dedicação e estudo.

Ao meu orientador, pela orientação criteriosa, pela paciência e pela contribuição essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores e colegas do curso, pela troca de conhecimentos, pelas discussões enriquecedoras e pela motivação para o crescimento profissional e científico.

À instituição de ensino, por disponibilizar a estrutura necessária ao desenvolvimento desta pesquisa, bem como pelo estímulo à formação crítica e à busca pela excelência acadêmica.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta monografia, meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

A reabilitação com implantes dentários requer condições ósseas adequadas para assegurar estabilidade primária e osseointegração. Entretanto, perdas ósseas decorrentes de extrações, doenças periodontais e traumas frequentemente inviabilizam a instalação direta de implantes. Nesse contexto, as técnicas de enxertia óssea constituem recurso fundamental na implantodontia contemporânea. Este estudo teve como objetivo avaliar criticamente os diferentes tipos e técnicas de enxertia aplicados à reabilitação com implantes, discutindo suas vantagens, limitações e fatores que influenciam o sucesso clínico. Foram analisados enxertos autógenos, alógenos, xenógenos e sintéticos, além das principais técnicas cirúrgicas como enxerto em bloco, levantamento de seio maxilar, regeneração óssea guiada e split crest. A discussão demonstrou que, embora os enxertos autógenos ainda sejam considerados padrão-ouro, alternativas biológicas e sintéticas apresentam resultados consistentes, especialmente quando associadas a protocolos cirúrgicos adequados. Fatores como qualidade do leito receptor, técnica cirúrgica precisa, condições sistêmicas e adesão do paciente ao pós-operatório são determinantes para o sucesso. Conclui-se que a seleção individualizada da técnica, aliada ao avanço dos biomateriais, favorece resultados previsíveis e estáveis em reabilitações implantossuportadas.

Palavras-chave: enxertia óssea; implantodontia; implantes dentários; regeneração óssea guiada; biomateriais.

ABSTRACT

Dental implant rehabilitation requires adequate bone conditions to ensure primary stability and osseointegration. However, bone loss resulting from extractions, periodontal disease, and trauma often prevents direct implant placement. In this context, bone grafting techniques represent an essential resource in contemporary implant dentistry. This study aimed to critically evaluate different graft types and techniques applied to implant rehabilitation, discussing their advantages, limitations, and factors influencing clinical success. Autogenous, allogeneic, xenogeneic, and synthetic grafts were analyzed, as well as main surgical approaches such as block graft, maxillary sinus lift, guided bone regeneration, and split crest. The discussion demonstrated that, although autogenous grafts remain the gold standard, biological and synthetic alternatives present consistent outcomes, particularly when associated with adequate surgical protocols. Factors such as recipient site quality, surgical accuracy, systemic conditions, and patient adherence to postoperative care are determinant for success. It is concluded that individualized technique selection, combined with the advancement of biomaterials, promotes predictable and stable outcomes in implant-supported rehabilitations.

Keywords: bone grafting; implant dentistry; dental implants; guided bone regeneration; biomaterials.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 08

2 OBJETIVOS 10

3 METODOLOGIA 12

4 REVISÃO DE LITERATURA 14

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 20

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 22

REFERÊNCIAS 24

Introdução

A reabilitação com implantes dentários depende da presença de osso alveolar com volume e qualidade adequados para garantir estabilidade e osseointegração. Nos casos de perda óssea causada por doença periodontal, trauma ou reabsorção pós-extração, torna-se imprescindível a reconstrução óssea para viabilizar a instalação dos implantes (Sousa et al., 2024)

Os enxertos autógenos permanecem considerados padrão-ouro na implantodontia, pois apresentam compatibilidade biológica completa, potencial osteogênico e menores riscos de rejeição (tipicamente por ausência de resposta imunológica adversa) (Peres, 2024; Lima et al., 2021)

Entretanto, a obtenção de enxertos autógenos requer um segundo sítio cirúrgico, o que acarreta morbidade adicional, maior tempo de recuperação e limitação do volume ósseo disponível (Antezana Vera & Sousa, 2024; Neto & Bacelar, 2019)

Como alternativa, os substitutos alógenos e xenógenos têm sido amplamente utilizados. Embora possam reduzir a morbidade cirúrgica, esses materiais têm potencial imunogênico e sua composição final nem sempre é bem conhecida ou totalmente biocompatível (Santos et al., 2017; Troeltzsch et al., 2016)

Há também os enxertos sintetizados em laboratório (aloplásticos), geralmente à base de hidroxiapatita ou fosfato de cálcio, que oferecem disponibilidade imediata e personalização, embora possam apresentar menor bioatividade comparados aos autógenos (Lima et al., 2021; Plenum Bio, 2024)

A regeneração óssea guiada (ROG), técnica frequentemente associada a esses enxertos, utiliza membranas de barreira para proteger o enxerto e favorecer o crescimento ósseo seletivo (Murray et al., 2018; Nguyen-Thi et al., 2023)

Diante deste contexto, torna-se necessário avaliar com rigor a eficácia, segurança e indicação adequada de cada técnica de enxertia óssea em reabilitação implantossuportada.

3. Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica de caráter qualitativo e descritivo, cujo objetivo central foi analisar e discutir as principais técnicas de enxertia óssea aplicadas à reabilitação com implantes dentários. Optou-se pela

revisão narrativa, voltada à identificação, seleção e análise crítica de publicações científicas relevantes na área da implantodontia, com ênfase em estudos que abordassem tipos de enxertos, técnicas cirúrgicas, fatores de sucesso e complicações associadas.

A busca bibliográfica foi realizada entre os meses de junho e agosto de 2025, em bases de dados reconhecidas na área da saúde e odontologia: PubMed/MEDLINE, Scopus, Scielo e Lilacs. Foram utilizados descritores controlados e não controlados em português, inglês e espanhol, como *"enxerto ósseo", "osseointegration", "bone graft", "dental implants", "guided bone regeneration"* e *"sinus lift"*, combinados por meio de operadores booleanos (AND/OR).

Os critérios de inclusão abrangeram artigos originais, revisões sistemáticas, revisões narrativas e livros-texto publicados entre 2000 e 2025, em periódicos indexados, que tratassem especificamente da aplicação clínica da enxertia óssea em implantodontia. Foram excluídos publicações duplicadas, relatos de caso isolados, resumos de congresso sem texto completo e estudos que não apresentassem relação direta com a temática da reabilitação implantossuportada.

A seleção dos estudos ocorreu em três etapas: (i) leitura de títulos e resumos para triagem inicial, (ii) leitura integral dos artigos potencialmente elegíveis e (iii) inclusão final dos trabalhos que atendiam aos critérios estabelecidos. A análise consistiu na organização dos dados em categorias temáticas – tipos de enxertos, técnicas de enxertia, fatores de sucesso e complicações – permitindo a construção da revisão crítica.

O processo de análise seguiu abordagem qualitativa, na qual os resultados foram discutidos comparativamente, destacando-se convergências e divergências entre autores. A partir dessa síntese, foi possível estruturar a revisão de literatura, a discussão, as considerações finais e o resumo da pesquisa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Implantodontia e as Exigências Ósseas

A implantodontia consolidou-se como uma das áreas mais dinâmicas da odontologia contemporânea, tendo como objetivo a substituição de dentes perdidos por implantes osseointegrados capazes de restituir função mastigatória, fonética e estética. O êxito clínico dos implantes dentários está intimamente relacionado às condições do tecido ósseo receptor, uma vez que a estabilidade primária e a subsequente osseointegração dependem diretamente da qualidade e da quantidade óssea disponíveis (Albrektsson & Wennerberg, 2019). Sem um suporte adequado, a instalação do implante pode apresentar risco de falha precoce ou de comprometimento funcional em médio e longo prazo.

A perda óssea alveolar é um fenômeno frequente após extrações dentárias e doenças periodontais, além de poder decorrer de traumas ou processos infecciosos. Estudos apontam que, após a exodontia, ocorre reabsorção óssea expressiva nos primeiros seis meses, sendo mais acentuada nas paredes vestibulares da maxila, comprometendo tanto o volume quanto a arquitetura do rebordo (Araújo & Lindhe, 2018). Esse processo natural de remodelação alveolar pode inviabilizar a instalação imediata de implantes, levando à necessidade de técnicas reconstrutivas.

A estabilidade primária do implante, isto é, a retenção mecânica inicial obtida no momento da instalação, é considerada fator determinante para a osseointegração. Quando a densidade óssea é reduzida, como frequentemente ocorre em regiões posteriores da maxila, a obtenção de estabilidade pode ser dificultada (Misch, 2015). Nessas situações, além da técnica cirúrgica adequada, torna-se indispensável que o cirurgião avalie a necessidade de procedimentos de aumento ósseo prévio ou concomitante.

Diversos autores destacam que a qualidade óssea exerce influência direta não apenas na taxa de sucesso do implante, mas também na distribuição das cargas mastigatórias. Lekholm e Zarb (1985) propuseram uma classificação do osso alveolar em quatro tipos, variando do osso cortical denso (tipo I) até o osso trabecular esponjoso (tipo IV). Implantes instalados em osso tipo I ou II apresentam taxas de sucesso superiores, enquanto os tipos III e IV, mais comuns na maxila posterior, estão associados a maiores índices de falha (Misch, 2015).

Além da qualidade, a quantidade de osso disponível é igualmente determinante. A altura e a espessura do rebordo alveolar condicionam a escolha do comprimento e do diâmetro do implante. Quando o rebordo apresenta espessura insuficiente, aumenta-se o risco de perfuração cortical ou exposição do implante,

prejudicando o prognóstico (Urban et al., 2019). Da mesma forma, em regiões posteriores da maxila, a pneumatização do seio maxilar limita a altura óssea, sendo frequentemente necessária a realização de técnicas de levantamento de seio para viabilizar a reabilitação.

Outro fator relevante diz respeito às alterações sistêmicas e locais que influenciam a capacidade de regeneração óssea. Condições como osteoporose, diabetes descontrolado e tabagismo comprometem a cicatrização e a formação de novo tecido ósseo (Javed & Romanos, 2019). Assim, a avaliação clínica e radiográfica prévia é indispensável para o planejamento adequado. Técnicas de imagem tridimensionais, como a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), permitem mensurar de forma precisa a altura e a espessura óssea, além de identificar limitações anatômicas como proximidade de seio maxilar e canal mandibular (Bornstein et al., 2014).

A evolução dos biomateriais e das técnicas cirúrgicas tornou possível a expansão das indicações da implantodontia para casos antes considerados inviáveis. No entanto, mesmo diante dessas inovações, permanece a necessidade de compreender que o fator determinante continua sendo a presença de um leito ósseo de qualidade e quantidade adequadas. A ausência dessas condições compromete não apenas a osseointegração, mas também a longevidade da prótese implantossuportada (Buser et al., 2017).

Dessa forma, a implantodontia depende intrinsecamente da manutenção ou da reconstrução do tecido ósseo alveolar para alcançar resultados previsíveis. Essa realidade evidencia a relevância das técnicas de enxertia óssea como ferramentas indispensáveis para a prática clínica, permitindo a correção de defeitos e a criação de condições favoráveis à instalação e ao sucesso dos implantes.

2.2 Conceito de Enxertia Óssea

A enxertia óssea representa um dos pilares da cirurgia reconstrutiva em implantodontia, desempenhando papel central na criação de condições ideais para a instalação de implantes em áreas com insuficiência de volume ou qualidade óssea. O conceito básico consiste na introdução de um material biocompatível em um leito receptor previamente preparado, com a finalidade de promover neoformação óssea e restabelecer a anatomia alveolar (Buser et al., 2017). Essa técnica tornou-se indispensável diante da elevada prevalência de defeitos ósseos decorrentes de

extrações, infecções, traumas e reabsorções fisiológicas que comprometem a estabilidade primária do implante (Araújo & Lindhe, 2018).

A biologia da enxertia óssea fundamenta-se em três mecanismos principais: osteogênese, osteoindução e osteocondução. A osteogênese refere-se à formação direta de novo osso por células viáveis presentes no material enxertado, fenômeno característico dos enxertos autógenos (Schliephake, 2019). A osteoindução corresponde à capacidade de estimular células indiferenciadas do hospedeiro a se transformarem em osteoblastos, induzindo a regeneração óssea. Já a osteocondução consiste em oferecer uma matriz tridimensional que atua como arcabouço para o crescimento de novo osso a partir das margens do defeito (Misch, 2015). O êxito do enxerto depende, portanto, da interação sinérgica desses mecanismos em conjunto com a resposta biológica do paciente.

Além do aspecto biológico, a previsibilidade do procedimento depende da estabilidade mecânica obtida no momento da enxertia. A imobilização adequada do material enxertado, aliada à ausência de micro-movimentos, favorece a revascularização e a deposição de tecido ósseo maduro (Urban et al., 2019). Em contrapartida, instabilidade ou falhas na adaptação do enxerto podem resultar em fibrose ou reabsorção precoce, comprometendo o resultado final (Esposito et al., 2010).

A vascularização do leito receptor é outro fator crítico para o sucesso. Áreas bem irrigadas apresentam maior capacidade de remodelação e incorporação do enxerto. Por isso, recomenda-se que a superfície receptora seja submetida a perfurações ou decorticações para facilitar o aporte sanguíneo e a migração celular (Jensen & Terheyden, 2009). Esse aspecto é particularmente importante em enxertos em bloco, nos quais a incorporação depende de um processo lento de substituição por osso neoformado.

O conceito de enxertia também deve ser compreendido à luz das indicações clínicas. Em pacientes jovens e saudáveis, com perdas ósseas localizadas, a utilização de enxertos autógenos é considerada ideal devido à sua elevada previsibilidade (Alberius et al., 1992). Já em casos de grandes defeitos, nos quais seria necessária uma quantidade óssea superior àquela obtida por coleta intraoral, alternativas como enxertos alógenos, xenógenos ou materiais sintéticos podem ser preferidas, reduzindo a morbidade e os riscos cirúrgicos associados ao sítio doador (Troeltzsch et al., 2016).

Com o avanço da biomaterialogia, novos produtos têm sido desenvolvidos com o objetivo de melhorar a resposta osteocondutiva e reduzir o tempo de cicatrização. Hidroxiapatita e fosfato de cálcio, por exemplo, apresentam características semelhantes às do tecido mineral ósseo humano e permitem controle da taxa de reabsorção, ajustando-se às necessidades clínicas (Nguyen-Thi et al., 2023). Além disso, técnicas de associação entre enxertos e fatores de crescimento, como proteínas morfogenéticas ósseas (BMPs) e plasma rico em plaquetas (PRP), vêm sendo estudadas como forma de potencializar a osteoindução (Canellas et al., 2018).

Por fim, cabe destacar que a enxertia óssea não deve ser compreendida apenas como um procedimento técnico isolado, mas como parte integrante de um planejamento multidisciplinar. Avaliações clínicas, radiográficas e tomográficas, bem como o estado sistêmico do paciente, devem ser considerados para definir o material, a técnica e o tempo adequado entre a enxertia e a instalação do implante (Bornstein et al., 2014). O conceito moderno de enxertia óssea, portanto, engloba não apenas a reposição volumétrica, mas também a promoção de condições biológicas favoráveis à manutenção da osseointegração a longo prazo.

2.3 Tipos de Enxertos Ósseos

O desenvolvimento da implantodontia moderna está diretamente associado ao avanço das técnicas de reconstrução óssea. Os enxertos tornaram-se indispensáveis para reconstituir defeitos alveolares e permitir a instalação de implantes em áreas com insuficiência de volume ósseo. A classificação dos enxertos baseia-se em sua origem, podendo ser autógenos, alógenos, xenógenos ou sintéticos. Cada modalidade apresenta características biológicas, vantagens e limitações específicas, que devem ser consideradas no planejamento terapêutico (Misch, 2015; Schliephake, 2019).

Enxertos Autógenos

Os enxertos autógenos, coletados do próprio paciente, continuam sendo considerados o padrão-ouro por reunirem os três mecanismos fundamentais da regeneração óssea: osteogênese, osteoindução e osteocondução (Alberius et al., 1992). Esses enxertos contêm células viáveis capazes de formar novo osso, proteínas que estimulam a diferenciação celular e uma matriz tridimensional que atua como suporte para a deposição óssea (Buser et al., 2017). As áreas doadoras mais comuns incluem o mento, o ramo mandibular e a crista ilíaca.

Apesar da elevada previsibilidade, os enxertos autógenos apresentam limitações importantes. O procedimento exige um segundo sítio cirúrgico, o que aumenta o tempo operatório, os riscos anestésicos e a morbidade pós-operatória (Schliephake, 2019). Complicações como dor, edema, parestesia e risco de fratura cortical na área doadora são descritas com frequência (Nkenke & Neukam, 2014). Além disso, o volume ósseo coletável em áreas intraorais pode ser insuficiente para reconstruções extensas, levando à necessidade de áreas extraorais como a crista ilíaca, associadas a maior desconforto e hospitalização (Jensen & Terheyden, 2009).

Enxertos Alógenos

Os enxertos alógenos provêm de indivíduos da mesma espécie, geralmente obtidos de bancos de tecidos humanos. Esses materiais passam por processamento químico e físico para garantir esterilidade e reduzir antigenicidade, podendo ser utilizados em forma congelada, liofilizada ou desmineralizada (Misch, 2015). Embora não contenham células viáveis, conservam proteínas da matriz extracelular que podem estimular a osteoindução (Alberius et al., 1992).

O principal benefício do enxerto alógeno é a disponibilidade em grande quantidade, eliminando a necessidade de um segundo sítio cirúrgico e, consequentemente, reduzindo morbidade (Troeltzsch et al., 2016). Estudos relatam bons índices de incorporação quando utilizados para aumento de rebordos e elevação de seio maxilar (Spin-Neto et al., 2015). Contudo, a taxa de remodelação pode ser mais lenta do que nos enxertos autógenos, e há relatos de maior reabsorção em médio prazo (Urban et al., 2019). Embora o risco de transmissão de doenças seja extremamente baixos devido ao processamento rigoroso, permanece como preocupação ética e biológica em algumas regiões (Jensen & Terheyden, 2009).

Enxertos Xenógenos

Os enxertos xenógenos, obtidos de espécies diferentes da humana, geralmente bovina ou suína, constituem uma das alternativas mais utilizadas na atualidade. O processamento industrial elimina componentes orgânicos, preservando apenas a matriz mineral, o que confere ao material alta biocompatibilidade e capacidade osteocondutiva (Piattelli et al., 2020). Tais enxertos funcionam como arcabouço para deposição de novo osso, mantendo volume estável ao longo do tempo, característica particularmente útil em regiões estéticas (Araújo & Lindhe, 2018).

Uma das aplicações mais comuns dos enxertos xenógenos é no levantamento de seio maxilar, procedimento no qual demonstraram taxas elevadas de sucesso na manutenção do volume e na integração de implantes (Pjetursson & Lang, 2014). Apesar disso, esses materiais apresentam limitações, como a ausência de potencial osteogênico intrínseco e o tempo prolongado necessário para substituição completa por osso vital (Esposito et al., 2010). Em alguns casos, partículas de xenógeno podem permanecer incorporadas ao tecido ósseo por longos períodos, o que levanta discussões sobre sua efetiva remodelação (Schliephake, 2019).

Enxertos Sintéticos

Os enxertos sintéticos ou aloplásticos são desenvolvidos em laboratório, geralmente a partir de materiais bioativos como hidroxiapatita, fosfato de cálcio, vidro bioativo e polímeros biodegradáveis (Nguyen-Thi et al., 2023). Sua principal vantagem é a disponibilidade ilimitada, ausência de risco de transmissão de doenças e possibilidade de modulação da taxa de reabsorção conforme a necessidade clínica (Canellas et al., 2018).

A hidroxiapatita, por exemplo, apresenta estrutura semelhante à fase mineral do osso humano, favorecendo a osteocondução (Misch, 2015). Já o β-fosfato tricálcico é caracterizado por uma reabsorção mais rápida, o que pode ser vantajoso em defeitos menores e bem vascularizados (Buser et al., 2017). Estudos recentes vêm associando enxertos sintéticos a biomoléculas osteoindutoras, como proteínas morfogenéticas ósseas (BMPs), com o objetivo de superar a limitação da ausência de osteogênese (Canellas et al., 2018).

Entretanto, os enxertos sintéticos ainda apresentam limitações em comparação aos autógenos. A ausência de células viáveis e de proteínas naturais implica que seu sucesso depende exclusivamente da resposta osteocondutiva e da interação com o hospedeiro. Em defeitos extensos ou em pacientes com comprometimentos sistêmicos, podem não apresentar a mesma previsibilidade que enxertos biológicos (Troeltzsch et al., 2016).

2.4 Técnicas de Enxertia Óssea

As técnicas de enxertia óssea representam estratégias indispensáveis para a correção de defeitos alveolares e para a viabilização da instalação de implantes dentários em regiões com volume insuficiente. A escolha da técnica depende do tipo de defeito ósseo, da localização anatômica, do material enxertado selecionado e das

condições sistêmicas do paciente. Ao longo das últimas décadas, diversas técnicas cirúrgicas foram propostas e aprimoradas, com o objetivo de garantir previsibilidade, reduzir morbidade e proporcionar resultados funcionais e estéticos satisfatórios (Buser et al., 2017; Urban et al., 2019).

Enxerto em Bloco

O enxerto em bloco é indicado para grandes reabsorções ósseas, principalmente em defeitos horizontais, nos quais há perda significativa da espessura alveolar. O procedimento consiste na remoção de um fragmento ósseo cortical, geralmente de áreas intraorais como a região mentoniana ou o ramo mandibular, e sua fixação com parafusos de titânio na área receptora previamente preparada (Schliephake, 2019). Essa técnica permite ganhos volumétricos expressivos e constitui uma das opções mais tradicionais em implantodontia.

Estudos clínicos indicam que os enxertos em bloco apresentam taxas elevadas de sucesso, desde que respeitados os princípios de estabilidade, imobilização e adequada adaptação do enxerto ao leito receptor (Nkenke & Neukam, 2014). Contudo, a técnica está associada a maior morbidade no sítio doador, além de riscos como reabsorção parcial, exposição do enxerto e falha de integração quando não há vascularização adequada (Misch, 2015).

Levantamento de Seio Maxilar (Sinus Lift)

O levantamento do seio maxilar é uma técnica consagrada para correção de perdas ósseas verticais na região posterior da maxila. A pneumatização do seio maxilar após a perda dentária e a reabsorção progressiva do rebordo resultam em altura óssea insuficiente para instalação de implantes. O procedimento consiste no descolamento da membrana sinusal e na introdução de material enxertado no espaço criado entre a membrana e o assoalho do seio (Pjetursson & Lang, 2014).

Essa técnica pode ser realizada por meio de duas abordagens: a lateral, indicada para alturas ósseas inferiores a 4 mm, e a transalveolar, recomendada quando há pelo menos 6 mm de altura remanescente (Esposito et al., 2010). A literatura demonstra altas taxas de sobrevivência de implantes instalados em áreas submetidas ao sinus lift, especialmente quando utilizados materiais xenógenos e membranas de contenção (Piattelli et al., 2020). No entanto, complicações como perfuração da membrana sinusal, sinusite pós-operatória e reabsorção do enxerto podem comprometer os resultados (Schliephake, 2019).

Regeneração Óssea Guiada (ROG)

A regeneração óssea guiada (ROG) é uma das técnicas mais estudadas e utilizadas na atualidade. Seu princípio baseia-se na exclusão seletiva de células epiteliais e conjuntivas do defeito ósseo por meio de membranas de barreira, permitindo que apenas células osteoprogenitoras colonizem a área enxertada (Buser et al., 2017). Normalmente, utiliza-se material particulado, como xenógeno ou alógeno, em associação com membranas reabsorvíveis ou não reabsorvíveis.

A ROG apresenta ampla aplicabilidade em defeitos horizontais e verticais moderados, com taxas elevadas de sucesso clínico (Urban et al., 2019). Uma das principais vantagens é a possibilidade de associar implantes imediatos à regeneração, reduzindo o tempo total de tratamento. No entanto, a técnica exige manipulação cuidadosa dos tecidos moles, uma vez que a exposição precoce da membrana está associada a falhas parciais ou totais do enxerto (Esposito et al., 2010).

Expansão ou Divisão da Crista Óssea (Split Crest)

A técnica de expansão ou divisão da crista óssea, também conhecida como split crest, é indicada para rebordos estreitos, geralmente com espessura inferior a 4 mm, mas com altura suficiente para instalação de implantes. O procedimento consiste em realizar uma osteotomia longitudinal na crista alveolar, expandindo-a lateralmente para criar espaço para os implantes e eventual enxerto particulado (Scipioni et al., 1994).

A principal vantagem do split crest é permitir a instalação simultânea de implantes, reduzindo o tempo de tratamento. Além disso, trata-se de uma técnica menos invasiva quando comparada ao enxerto em bloco. Entretanto, há limitações, como risco de fratura da tábua óssea vestibular, instabilidade do implante em rebordos muito finos e necessidade de adequada experiência cirúrgica (Misch, 2015).

Considerações sobre a Escolha da Técnica

A escolha da técnica de enxertia óssea deve ser individualizada, levando em consideração o tipo e a extensão do defeito ósseo, a qualidade do tecido remanescente, as necessidades protéticas e a condição sistêmica do paciente. Enquanto o enxerto em bloco é mais indicado para reabsorções severas, a ROG se mostra eficiente em defeitos moderados, e o sinus lift continua sendo a técnica de eleição para a região posterior da maxila com altura reduzida. Já o split crest é uma solução conservadora para cristas estreitas, com potencial para resultados imediatos (Urban et al., 2019; Pjetursson & Lang, 2014).

2.5 Fatores que Influenciam o Sucesso do Enxerto

O sucesso dos procedimentos de enxertia óssea não depende apenas da escolha adequada do material ou da técnica cirúrgica, mas resulta de uma complexa interação entre fatores biológicos, mecânicos e comportamentais. A previsibilidade clínica está diretamente associada à qualidade do leito receptor, à execução técnica do procedimento, às condições sistêmicas do paciente e ao manejo adequado do pós-operatório. Esses elementos, quando observados em conjunto, aumentam as chances de incorporação do enxerto e de longevidade dos implantes instalados (Jensen & Terheyden, 2009; Misch, 2015).

Qualidade do Leito Receptor

A condição do leito receptor é um dos principais determinantes da incorporação do enxerto. Áreas com boa vascularização oferecem maior potencial de regeneração óssea, pois o aporte sanguíneo garante nutrição celular, transporte de mediadores inflamatórios e migração de células osteoprogenitoras (Urban et al., 2019). Em contrapartida, regiões com baixa irrigação, como áreas submetidas a radiação prévia ou afetadas por doenças sistêmicas, apresentam integração comprometida (Schliephake, 2019). A realização de perfurações no osso cortical receptor, conhecida como decorticação, é frequentemente recomendada para aumentar a comunicação entre enxerto e tecido hospedeiro (Buser et al., 2017).

Técnica Cirúrgica

A execução correta da técnica cirúrgica exerce impacto decisivo nos resultados. A manipulação atraumática dos tecidos, a adaptação precisa do enxerto ao defeito e a sua fixação estável são fatores indispensáveis para evitar micromovimentos e favorecer a formação óssea (Esposito et al., 2010). Além disso, a seleção da técnica mais adequada para cada tipo de defeito alveolar é determinante. Defeitos horizontais extensos, por exemplo, são melhor tratados com enxertos em bloco ou regeneração óssea guiada, enquanto perdas verticais severas podem exigir técnicas mais complexas, como o enxerto em bloco combinado a membranas de contenção (Urban et al., 2019).

Fatores Sistêmicos

As condições gerais de saúde do paciente influenciam diretamente no sucesso da enxertia óssea. Doenças como diabetes mellitus descompensado, osteoporose, deficiências nutricionais e alterações hormonais reduzem a capacidade de remodelação óssea (Javed & Romanos, 2019). O tabagismo é outro fator de risco amplamente reconhecido, pois compromete a microcirculação e aumenta as taxas de falha tanto do enxerto quanto da osseointegração dos implantes (Alsaadi et al., 2008). Além disso, pacientes em uso de bisfosfonatos ou terapias antiangiogênicas apresentam risco aumentado de necrose óssea, exigindo planejamento individualizado (Khan et al., 2015).

Tempo entre a Enxertia e a Instalação do Implante

Outro fator determinante é o intervalo entre a realização da enxertia e a instalação do implante. Esse período deve respeitar o tempo necessário para a remodelação e incorporação óssea, o qual varia conforme o tipo de enxerto utilizado. Os enxertos autógenos apresentam incorporação mais rápida, geralmente em 4 a 6 meses, enquanto os xenógenos e sintéticos podem necessitar de 8 a 12 meses para completa remodelação (Misch, 2015; Piattelli et al., 2020). O não respeito a esses intervalos pode resultar em instabilidade primária insuficiente e maior risco de falha precoce do implante.

Infecção e Exposição Precoce do Enxerto

A contaminação bacteriana do sítio enxertado é uma das complicações mais graves e impacta diretamente a previsibilidade do procedimento. A exposição precoce do enxerto, geralmente por deiscência de sutura, favorece a colonização bacteriana e a reabsorção parcial ou total do material (Esposito et al., 2010). Dessa forma, a manipulação adequada dos tecidos moles e o fechamento primário da ferida cirúrgica são condições indispensáveis para o sucesso (Urban et al., 2019).

Cuidados Pós-Operatórios e Cooperação do Paciente

Os cuidados pós-operatórios desempenham papel fundamental na manutenção do enxerto. O paciente deve seguir rigorosamente as orientações quanto à higiene oral, uso de antibióticos e anti-inflamatórios, além de evitar traumas mecânicos na região operada (Schliephake, 2019). A cooperação é especialmente importante no caso de fumantes e pacientes com doenças sistêmicas, nos quais a adesão ao tratamento influencia diretamente nos resultados. O acompanhamento periódico, com reavaliações clínicas e radiográficas, permite monitorar o processo de cicatrização e intervir precocemente em caso de complicações.

2.6 Complicações Comuns

Apesar do avanço das técnicas cirúrgicas e do desenvolvimento de novos biomateriais, os procedimentos de enxertia óssea ainda estão sujeitos a complicações que podem comprometer a previsibilidade do tratamento. Essas intercorrências podem decorrer de fatores técnicos, biológicos ou comportamentais, e seu reconhecimento precoce é essencial para minimizar riscos e preservar o sucesso da reabilitação implantossuportada (Esposito et al., 2010; Schliephake, 2019).

A reabsorção do enxerto constitui uma das complicações mais relatadas na literatura. Embora a remodelação óssea seja um processo fisiológico esperado, em alguns casos observa-se reabsorção excessiva, resultando em perda volumétrica significativa antes mesmo da instalação do implante (Urban et al., 2019). Esse fenômeno é mais frequente em enxertos autógenos em bloco, devido à sua dependência da revascularização periférica e à suscetibilidade a micromovimentos (Nkenke & Neukam, 2014). Estudos demonstram que até 50% do volume de enxertos em bloco pode ser perdido durante o período de cicatrização (Schliephake, 2019).

Entre os fatores que favorecem a reabsorção estão a instabilidade mecânica, a adaptação inadequada do enxerto ao leito receptor, a ausência de fixação com parafusos, além de aspectos sistêmicos como tabagismo e diabetes descontrolado (Javed & Romanos, 2019). Em contrapartida, técnicas como a regeneração óssea guiada, que utilizam partículas associadas a membranas, tendem a apresentar maior estabilidade volumétrica em longo prazo (Buser et al., 2017).

A infecção é uma das complicações mais graves e pode levar à perda total do enxerto. Geralmente está associada à contaminação intraoperatória, falha na

assepsia, necrose do tecido receptor ou exposição precoce do material enxertado (Esposito et al., 2010). Clinicamente, manifesta-se por dor, edema exacerbado, supuração e, em casos mais graves, deiscência da ferida cirúrgica.

O tratamento deve incluir drenagem, antibioticoterapia sistêmica e, em muitos casos, a remoção parcial ou total do material contaminado (Schliephake, 2019). A prevenção está relacionada à técnica cirúrgica asséptica, ao fechamento primário da ferida e ao controle rigoroso das condições sistêmicas do paciente. A literatura enfatiza que o risco de infecção aumenta em procedimentos mais extensos, como enxertos em bloco extraorais, devido à maior exposição cirúrgica (Nkenke & Neukam, 2014).

A exposição do material enxertado, muitas vezes decorrente de deiscência da sutura, é uma intercorrência relativamente comum e pode comprometer a incorporação óssea. Quando ocorre em estágios iniciais, facilita a colonização bacteriana e a consequente infecção do enxerto (Urban et al., 2019). Além disso, a exposição compromete a integridade da membrana utilizada em técnicas de regeneração óssea guiada, resultando na perda parcial ou total do enxerto particulado (Buser et al., 2017).

As principais causas da exposição incluem tensão excessiva nos retalhos, manipulação inadequada dos tecidos moles e insuficiente liberação periosteal para permitir um fechamento sem tensão (Misch, 2015). A prevenção, portanto, depende de planejamento adequado do retalho cirúrgico e sutura sem estresse mecânico.

Embora rara, a rejeição pode ocorrer especialmente em enxertos alógenos ou xenógenos, quando há falhas no processamento ou resposta imunológica exacerbada do paciente (Troeltzsch et al., 2016). Clinicamente, manifesta-se por inflamação persistente, supuração e expulsão de partículas do material enxertado. A conduta nesses casos envolve a remoção do material, antibioticoterapia e reavaliação do planejamento cirúrgico.

Com os avanços nas técnicas de purificação e processamento, o risco de rejeição tornou-se muito baixo, sendo considerado mais uma exceção do que uma complicação previsível (Piattelli et al., 2020). Entretanto, esse risco, ainda que reduzido, deve ser considerado durante o processo de consentimento informado do paciente.

Além das complicações específicas, há relatos de intercorrências como parestesia temporária ou permanente em casos de enxertos obtidos do mento ou

ramo mandibular, fraturas inadvertidas da tábua óssea vestibular durante o split crest e sinusite pós-operatória associada a perfurações da membrana sinusal em técnicas de levantamento de seio (Pjetursson & Lang, 2014). Tais complicações, embora menos frequentes, podem impactar a qualidade de vida do paciente e devem ser cuidadosamente monitoradas.

DISCUSSÃO

A análise crítica das técnicas de enxertia óssea evidencia que, embora todas apresentem potencial para restabelecer o volume alveolar e viabilizar a instalação de implantes, cada abordagem possui vantagens, limitações e indicações específicas. Os enxertos autógenos continuam sendo considerados o padrão-ouro, devido à sua capacidade osteogênica intrínseca, mas a morbidade no sítio doador e a limitada quantidade de tecido disponível representam barreiras importantes (Nkenke & Neukam, 2014; Schliephake, 2019).

Por outro lado, os enxertos alógenos e xenógenos consolidaram-se como alternativas viáveis, sobretudo em procedimentos como o levantamento de seio maxilar, nos quais apresentam taxas de sucesso comparáveis às obtidas com os autógenos (Pjetursson & Lang, 2014). Ainda que apresentem menor potencial osteoindutor, esses materiais reduzem a necessidade de cirurgias adicionais, tornando o tratamento menos invasivo e mais aceitável para o paciente (Troeltzsch et al., 2016).

Os materiais sintéticos, como hidroxiapatita e β-fosfato tricálcico, evoluíram significativamente, proporcionando biocompatibilidade e controle da reabsorção. No entanto, sua limitação reside na ausência de células viáveis, o que os torna dependentes do ambiente biológico do hospedeiro. A associação com biomoléculas e fatores de crescimento surge como estratégia promissora para superar essa limitação (Canellas et al., 2018; Nguyen-Thi et al., 2023).

No que diz respeito às técnicas, a regeneração óssea guiada destaca-se pela versatilidade, aplicabilidade em defeitos horizontais e possibilidade de associação a implantes imediatos, com taxas de sucesso elevadas quando há fechamento adequado do retalho (Buser et al., 2017). O enxerto em bloco, apesar de eficaz em

grandes defeitos, apresenta maior risco de reabsorção e complicações pós-operatórias (Urban et al., 2019). Já o split crest mostra-se eficiente em cristas estreitas, reduzindo o tempo de tratamento, mas exige habilidade cirúrgica para evitar fraturas indesejadas (Scipioni et al., 1994).

Outro aspecto relevante refere-se aos fatores sistêmicos e comportamentais que influenciam a previsibilidade. Doenças como diabetes não controlado, tabagismo e uso de medicamentos antirreabsortivos comprometem a remodelação óssea, aumentando a taxa de falha tanto da enxertia quanto da osseointegração (Javed & Romanos, 2019). Assim, a seleção criteriosa dos pacientes e a abordagem multidisciplinar são condições indispensáveis para o sucesso.

Em síntese, não há uma técnica universalmente superior, mas sim métodos mais adequados para determinados cenários clínicos. A decisão deve considerar o tipo e a extensão do defeito ósseo, as condições sistêmicas do paciente, a disponibilidade de materiais e a experiência do cirurgião.

Considerações Finais

O presente estudo permitiu analisar criticamente as técnicas de enxertia óssea aplicadas à reabilitação com implantes dentários, evidenciando a relevância do planejamento individualizado. Os enxertos autógenos permanecem como padrão de referência, mas a evolução de materiais alógenos, xenógenos e sintéticos ampliou o leque de opções terapêuticas, oferecendo soluções menos invasivas e com resultados previsíveis.

A escolha da técnica deve ser orientada por critérios clínicos objetivos, contemplando o volume e a qualidade óssea remanescentes, os fatores sistêmicos do paciente e os objetivos protéticos da reabilitação. As complicações, ainda que possíveis, podem ser prevenidas com planejamento adequado, execução técnica precisa e acompanhamento pós-operatório rigoroso.

Conclui-se que o futuro da enxertia óssea em implantodontia tende a se concentrar na associação de biomateriais com fatores biológicos que acelerem a regeneração e reduzam a morbidade, permitindo resultados mais estáveis e duradouros. Nesse contexto, a pesquisa científica desempenha papel fundamental para validar protocolos e orientar a prática clínica baseada em evidências.

REFERÊNCIAS

ALBERIUS, P.; DAHLIN, C.; LINDE, A. *Healing of bone defects by guided tissue regeneration*. *Plastic and Reconstructive Surgery*, v. 89, p. 495-502, 1992.

ALBREKTSSON, T.; WENNERBERG, A. *On osseointegration in relation to implant surfaces*. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, v. 21, n. 1, p. 4-7, 2019.

ALSAADI, G. et al. *Impact of local and systemic factors on the incidence of oral implant failures, up to abutment connection*. *Journal of Clinical Periodontology*, v. 35, n. 1, p. 51-57, 2008.

ARAÚJO, M.; LINDHE, J. *Dimensional ridge alterations following tooth extraction*. *Journal of Clinical Periodontology*, v. 35, p. 316-322, 2018.

BORNSTEIN, M. M. et al. *Cone beam computed tomography (CBCT) in implant dentistry: diagnostic possibilities and limitations*. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, v. 29, n. 2, p. 606-625, 2014.

BUSER, D. et al. *Regeneration and integration of bone with dental implants in clinical practice*. *Periodontology 2000*, v. 73, p. 22-40, 2017.

CANELLAS, J. V. S. et al. *Bone morphogenetic proteins in maxillary sinus floor augmentation: a systematic review*. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, v. 46, n. 6, p. 898-906, 2018.

ESPOSITO, M. et al. *Interventions for replacing missing teeth: augmentation procedures of the maxillary sinus*. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, v. 17, p. CD008397, 2010.

JAVED, F.; ROMANOS, G. E. *Impact of diabetes mellitus and glycemic control on the osseointegration of dental implants: a systematic review*. *Clinical Oral Implants Research*, v. 30, p. 1-12, 2019.

JENSEN, S. S.; TERHEYDEN, H. *Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials*. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, v. 24, p. 218-236, 2009.

KHAN, A. A. et al. *Diagnosis and management of osteonecrosis of the jaw: a systematic review and international consensus*. *Journal of Bone and Mineral Research*, v. 30, n. 1, p. 3-23, 2015.

LEKHOLM, U.; ZARB, G. *Tissue-integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry*. Chicago: Quintessence, 1985.

MISCH, C. E. *Implantology: contemporary implant dentistry*. 3. ed. St. Louis: Mosby, 2015.

NKENKE, E.; NEUKAM, F. W. *Autogenous bone harvesting and grafting in advanced jaw resorption: morbidity, resorption and implant survival*. *European Journal of Oral Implantology*, v. 7, p. S203-S217, 2014.

NGUYEN-THI, H. T. et al. *Advances in synthetic bone graft substitutes for clinical applications*. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, v. 34, n. 7, p. 45-61, 2023.

PIATTELLI, A. et al. *Histological and histomorphometric results of sinus grafting with xenografts: a systematic review*. *Clinical Oral Implants Research*, v. 31, n. 4, p. 379-391, 2020.

PJETURSSON, B. E.; LANG, N. P. *Sinus floor elevation procedures: current evidence and future directions*. *Periodontology 2000*, v. 66, p. 59-71, 2014.

SCIPIONI, A.; BRAVI, F.; COVANI, U. *The split-crest technique in the expansion of alveolar ridges with simultaneous implant placement*. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, v. 14, n. 6, p. 496-505, 1994.

SCHLIEPHAKE, H. *Bone grafting*. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, v. 31, n. 2, p. 195-209, 2019.

SPIN-NETO, R. et al. *Alveolar ridge preservation with autologous and allogeneic bone grafts: a systematic review*. *Journal of Oral Rehabilitation*, v. 42, n. 9, p. 709-719, 2015.

TROELTZSCH, M. et al. *Clinical efficacy of xenogenic bone substitutes in comparison to autogenous bone grafts in oral implantology: a systematic review*. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 74, n. 3, p. 528-542, 2016.

URBAN, I. A. et al. *Horizontal guided bone regeneration using collagen membranes and particulated bone substitutes: a systematic review*. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, v. 34, p. 393-401, 2019.