Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.08, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

A UTILIZAÇÃO DE BIOMATERIAIS PARA REGENERAÇÃO ÓSSEA EM IMPLANTES DENTÁRIOS: AVANÇOS E APLICAÇÕES CLÍNICAS

THE USE OF BIOMATERIALS FOR BONE REGENERATION IN DENTAL IMPLANTS: ADVANCES AND CLINICAL APPLICATIONS

Kauã Rihs Corrêa
Graduando do 8º período de Odontologia, pela Alfa Unipac, Teófilo Otoni/MG, Brasil
E-mail: kauarihs2020@gmail.com

Rendrikson Batista Gomes
Graduando do 9º período de Odontologia, pela Alfa Unipac, Teófilo Otoni/MG, Brasil
E-mail: rendrikson_rk12@hotmail.com

Carlos Daniel Barbosa de Miranda
Graduando do 9º período de Odontologia, pela Alfa Unipac, Teófilo Otoni/MG, Brasil
E-mail: carlosdanielblz2029@gmail.com

Murilo Rocha Rodrigues
Cirurgião-Dentista, Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus GV, Brasil
Mestre em Odontologia Restauradora com ênfase em Prótese Dentária, Universidade Estadual Paulista, Brasil
Pós-graduado em Implantodontia pelo Instituto Advances – São José dos Campos, Brasil
Docente do curso de odontologia, AlfaUnipac, Brasil
Email: murilorrodrigues@outlook.com

Recebido: 01/04/2025 – Aceito: 25/04/2025

RESUMO

A aplicação de biomateriais na regeneração óssea associada a implantes dentários configura-se como um dos principais avanços da odontologia contemporânea, promovendo melhorias significativas na reabilitação funcional e estética dos pacientes. Este estudo tem como objetivo apresentar uma análise dos principais biomateriais utilizados em procedimentos de regeneração óssea guiada (ROG), destacando suas propriedades físico-químicas, avanços tecnológicos e aplicações clínicas. São abordados os diferentes tipos de enxertos ósseos, membranas de barreira e o papel da nanotecnologia na criação de materiais com maior biocompatibilidade, bioatividade e desempenho regenerativo. A pesquisa, de caráter bibliográfico, também discute os benefícios proporcionados por esses materiais, como a otimização da osseointegração, e os desafios enfrentados em sua utilização clínica. Por fim, são consideradas as perspectivas futuras da área, com ênfase no desenvolvimento de novas tecnologias capazes de ampliar as possibilidades terapêuticas em implantodontia. Os resultados reforçam a importância dos biomateriais na prática odontológica moderna, apontando para um cenário promissor de inovação e eficácia nos tratamentos restauradores.

Palavras-chave: Regeneração Óssea Guiada; biomateriais; implantes dentários; nanotecnologia odontológica; osseointegração.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.08, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

ABSTRACT

The application of biomaterials in bone regeneration associated with dental implants represents one of the most significant advances in contemporary dentistry, leading to substantial improvements in patients' functional and aesthetic rehabilitation. This study aims to present an analysis of the main biomaterials used in guided bone regeneration (GBR) procedures, highlighting their physicochemical properties, technological advancements, and clinical applications. It addresses different types of bone grafts, barrier membranes, and the role of nanotechnology in developing materials with enhanced biocompatibility, bioactivity, and regenerative performance. Based on a literature review, the research also discusses the benefits provided by these materials—such as optimized osseointegration—as well as the challenges involved in their clinical use. Finally, future perspectives in the field are considered, with an emphasis on the development of new technologies capable of expanding therapeutic possibilities in implant dentistry. The findings reinforce the importance of biomaterials in modern dental practice, pointing to a promising scenario of innovation and effectiveness in restorative treatments.

Keywords: Guided Bone Regeneration; biomaterials; dental implants; dental nanotechnology; osseointegration.

1. INTRODUÇÃO

A reabilitação óssea, juntamente com a restauração funcional e estética de pacientes com perdas ósseas significativas, configura-se como um dos maiores desafios da odontologia contemporânea, especialmente no âmbito da implantodontia. Nesse contexto, os biomateriais desempenham um papel fundamental na ROG, viabilizando a reconstrução de estruturas comprometidas e fornecendo uma base estável para a osseointegração dos implantes dentários. A constante evolução no design e na composição desses materiais tem contribuído não apenas para melhores resultados clínicos, mas também para a redução do tempo de recuperação e a minimização de riscos cirúrgicos associados aos procedimentos implantodônticos (OLIVEIRA et al., 2010).

Nas últimas décadas, os avanços nas áreas de biotecnologia e nanotecnologia têm impulsionado o desenvolvimento de biomateriais cada vez mais biocompatíveis, com propriedades bioativas capazes de estimular a regeneração tecidual e restaurar a integridade estrutural de áreas previamente comprometidas. Enxertos ósseos, membranas de barreira e materiais enriquecidos com nanotecnologia representam um marco na engenharia tecidual, ampliando significativamente as possibilidades terapêuticas para pacientes com diferentes graus de perda óssea (SINHORETI; VITTI; SOBRINHO, 2013).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.08, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

Diante desse panorama, torna-se essencial compreender os fundamentos dos biomateriais, seu papel específico na ROG, os avanços tecnológicos envolvidos e suas diversas aplicações clínicas. Além disso, é fundamental discutir os benefícios, limitações e perspectivas futuras do uso desses materiais na implantodontia. A relevância do tema transcende os aspectos clínicos, envolvendo também implicações econômicas e sociais que impactam diretamente o sucesso dos tratamentos em pacientes com perdas ósseas severas (ANTEZANA-VERA, 2024; RODRIGUES, 2023).

Assim, este estudo propõe-se a oferecer uma visão abrangente e atualizada sobre o uso de biomateriais na odontologia, com ênfase nos aspectos clínicos e técnicos, contribuindo de forma relevante para a consolidação de uma prática implantodôntica moderna, segura e eficaz.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GERAL

- Analisar o papel dos biomateriais na ROG aplicada à implantodontia, considerando seus avanços tecnológicos, aplicações clínicas e impacto na reabilitação de pacientes com perdas ósseas significativas.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender os conceitos fundamentais sobre biomateriais e sua relação com a ROG em implantodontia;
- Investigar os principais avanços em biotecnologia e nanotecnologia voltados ao desenvolvimento de biomateriais utilizados na reconstrução óssea;
- Avaliar os benefícios clínicos, os desafios e as perspectivas futuras do uso de biomateriais em tratamentos implantodônticos, especialmente em casos de perda óssea crítica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O que são biomateriais?

Os biomateriais são substâncias, naturais ou sintéticas, projetadas para interagir com tecidos biológicos com o objetivo de substituir, restaurar ou regenerar

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.08, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

estruturas danificadas do corpo humano. No campo da odontologia, esses materiais são amplamente utilizados em procedimentos de regeneração óssea, sobretudo para favorecer a integração de implantes dentários, oferecendo suporte estrutural e funcional adequado à reabilitação oral (DA SILVA, 2016; RODRIGUES, 2023).

Esses materiais exercem um papel essencial ao criar um microambiente favorável à regeneração óssea, estimulando a neoformação óssea ao redor dos implantes e garantindo uma base sólida e durável para futuras reabilitações protéticas. Sua atuação está diretamente relacionada ao sucesso da osseointegração, sendo considerados pilares fundamentais na prática implantodôntica moderna (DANTAS et al., 2011; BIANCHINI, 2020).

Diversas classes de biomateriais são empregadas em odontologia, especialmente na regeneração óssea, incluindo cerâmicas (como a hidroxiapatita e os biovidros), polímeros, metais e materiais compósitos. Cada grupo apresenta propriedades específicas de biocompatibilidade, biodegradabilidade, osteocondução e osteoindução, atributos que influenciam diretamente sua escolha e aplicação clínica. Enquanto a osteocondução refere-se à capacidade do material de servir como arcabouço para o crescimento ósseo, a osteoindução envolve a indução da diferenciação celular em tecido ósseo novo (SULZER; BORGES; SILVA, 2022; SINHORETI; VITTI; SOBRINHO, 2013).

A seleção do biomaterial mais adequado depende do tipo, extensão e localização do defeito ósseo, bem como das características clínicas e sistêmicas do paciente. Fatores como tempo de reabsorção, resistência mecânica e compatibilidade imunológica devem ser cuidadosamente avaliados para otimizar os resultados clínicos (SOARES, 2015; OLIVEIRA et al., 2010).

É importante destacar que o desempenho dos biomateriais está diretamente vinculado aos princípios biológicos da cicatrização óssea. O tecido ósseo, por sua natureza dinâmica, encontra-se em constante remodelação, regulada pelo equilíbrio entre os processos de reabsorção e formação. Dessa forma, biomateriais eficazes devem integrar-se harmonicamente a esse ciclo, promovendo regeneração sem provocar reações adversas. Muitos desses materiais, ao apresentarem características similares ao tecido ósseo humano, favorecem o processo de cicatrização e estimulam a regeneração óssea adequada (EUFRÁSIO; ANTEZANA-VERA; ANTEZANA-VERA, 2024).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.08, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

Diante disso, é evidente a relevância dos biomateriais na odontologia contemporânea, especialmente em abordagens minimamente invasivas voltadas à substituição de tecidos perdidos e à promoção da remineralização óssea. A contínua evolução desses materiais, aliada ao avanço de técnicas como a nanotecnologia, tem ampliado significativamente o leque de possibilidades terapêuticas, contribuindo para tratamentos mais previsíveis, seguros e eficazes (DO NASCIMENTO; DA SILVA, 2024; TINOCO, 2018; KLEE; LIMA, 2024).

2.1.1. Metais

Os metais são amplamente utilizados na odontologia e na medicina como componentes estruturais em próteses e dispositivos destinados à estabilização de fraturas ósseas. Elementos como placas, parafusos e mini placas são comumente empregados em procedimentos de osteossíntese devido à sua elevada resistência mecânica, excelente tenacidade e boa capacidade de suportar deformações sem comprometer a estabilidade da estrutura óssea (SULZER; BORGES; SILVA, 2022).

De acordo com Sulzer et al. (2022), esses materiais também se destacam por sua facilidade de fabricação e pelo custo relativamente acessível, características que favorecem sua ampla aplicação clínica. Metais como titânio, cromo, ferro, cobalto e níquel, assim como suas ligas, são geralmente bem tolerados pelo organismo humano, o que contribui para seu uso extensivo em procedimentos que exigem integração biológica e resistência à carga funcional.

Além disso, a capacidade dos metais de suportar cargas mecânicas intensas é fundamental em tratamentos que envolvem a regeneração óssea, especialmente em regiões sujeitas a esforço mastigatório. Com base nisso, têm sido desenvolvidos sistemas que buscam otimizar a distribuição de tensões e minimizar as deformações ósseas, assegurando uma recuperação mais eficaz e estável nas áreas em que ocorre a osteossíntese (SINHORETI; VITTI; SOBRINHO, 2013; SOARES, 2015).

2.1.2. Polímeros

Os polímeros utilizados na odontologia podem ser de origem natural ou sintética, sendo que muitos destes últimos apresentam a vantagem de serem biodegradáveis. Esses materiais abrangem uma ampla variedade de aplicações clínicas, desde os utilizados em moldagens até aqueles empregados em procedimentos cirúrgicos, como fios de sutura e biomateriais à base de silicone

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

para reconstruções faciais. Sua baixa densidade os torna particularmente adequados para a substituição de tecidos moles na cavidade oral, conferindo leveza e adaptabilidade às estruturas tratadas (SULZER; BORGES; SILVA, 2022).

Entretanto, é essencial que esses materiais sejam atóxicos e isentos de resíduos monoméricos residuais, a fim de evitar reações adversas nos tecidos biológicos. Entre as propriedades mais relevantes dos polímeros estão sua elevada ductilidade, compatibilidade biológica satisfatória, boa resiliência e resistência à corrosão. Apesar das limitações quanto à resistência mecânica, estas podem ser eficientemente superadas por meio da incorporação de fibras de carbono, o que amplia significativamente sua durabilidade e potencial de aplicação em ambientes clínicos exigentes (SINHORETI; VITTI; SOBRINHO, 2013; SOARES, 2015).

2.1.3. Cerâmicos

Tratam-se de biomateriais que apresentam estabilidade química superficial superior à dos polímeros e dos metais. Podem ser de origem natural ou sintética, e são classificados como bioinertes, quando praticamente não interagem com os tecidos vivos, ou bioativos, quando promovem adesão e integração ao tecido ósseo. Entre os bioativos, destacam-se os diversos fosfatos de cálcio, amplamente estudados devido ao seu potencial na neoformação óssea, sendo, por isso, os mais pesquisados nesse contexto. Esses biomateriais geralmente são sólidos, inorgânicos e compostos por uma ou mais fases amorfas ou cristalinas. Destacam-se por sua biocompatibilidade, resistência mecânica e capacidade de substituir ou regenerar o tecido ósseo de forma eficaz (SULZER; BORGES; SILVA, 2022; SINHORETI et al., 2013; DA SILVA, 2016; OLIVEIRA et al., 2010).

2.2. Regeneração Óssea Guiada (ROG) e a utilização de biomateriais

A ROG é uma técnica cirúrgica avançada amplamente empregada na odontologia e na implantodontia com o objetivo de estimular o crescimento ósseo em regiões que sofreram perda ou apresentam defeitos ósseos significativos. Seu principal mecanismo de ação baseia-se na utilização de uma barreira física que favorece a migração, proliferação e diferenciação de células osteogênicas, enquanto inibe a invasão de células provenientes dos tecidos moles, que poderiam comprometer o processo de regeneração (KLEE; LIMA, 2024; DANTAS et al., 2011). Essa técnica é especialmente indicada para a reabilitação do osso alveolar, proporcionando uma base estável e adequada para a instalação de implantes dentários (EUFRÁSIO et al., 2024).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.08, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

Nesse contexto, o uso de biomateriais é fundamental para o sucesso da ROG. Membranas de colágeno e substitutos ósseos atuam não apenas como barreiras mecânicas, mas também como agentes osteocondutores e osteoindutores, criando um ambiente favorável à formação de novo tecido ósseo (SILVA; OLIVEIRA; SOUZA, 2014; BIANCHINI, 2020). As membranas auxiliam na manutenção do espaço e na proteção do coágulo sanguíneo, contribuindo diretamente para a osteogênese. Os biomateriais podem ser naturais, sintéticos ou conter componentes bioativos, como nanopartículas ou proteínas morfogenéticas, que potencializam a resposta regenerativa e melhoram a qualidade do osso neoformado (DO NASCIMENTO; DA SILVA, 2024; RODRIGUES, 2023).

Entre os biomateriais mais utilizados na ROG estão as membranas de colágeno reabsorvíveis e as não reabsorvíveis. As reabsorvíveis, por serem biocompatíveis e de fácil manipulação, dispensam uma segunda cirurgia para remoção, tornando-se uma escolha clínica comum (SILVA; OLIVEIRA; SOUZA, 2014). Já as membranas não reabsorvíveis, como as de politetrafluoretileno (PTFE), oferecem maior estabilidade dimensional e são indicadas para defeitos ósseos mais extensos, ainda que exijam uma intervenção cirúrgica posterior para remoção (KLEE; LIMA, 2024; TINOCO, 2018).

Além disso, a combinação de membranas com materiais de enxerto ósseo, como substitutos xenógenos, alógenos ou aloplásticos, tem se mostrado eficaz. Esses enxertos funcionam como arcabouços tridimensionais que facilitam a migração e o crescimento de células osteoprogenitoras, promovendo uma regeneração óssea mais robusta (DA SILVA, 2016; SOARES, 2015; DANTAS et al., 2011). Evidências clínicas apontam que o uso de biomateriais bioativos e estratégias combinadas na ROG proporciona aumentos significativos no volume ósseo regenerado, favorecendo a estabilidade e longevidade dos implantes (SULZER; BORGES; SILVA, 2022; OLIVEIRA et al., 2010).

Dessa forma, a ROG, quando associada ao uso de biomateriais adequados, representa uma abordagem terapêutica segura e consolidada na reabilitação de áreas ósseas comprometidas. A contínua evolução tecnológica e científica no desenvolvimento de biomateriais tem ampliado as possibilidades clínicas, elevando a previsibilidade e o sucesso dos procedimentos implantodonticos (SINHORETI et al., 2013; REDDI; MARSHALL, 2003).

2.3. Avanços no uso de biomateriais

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.08, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

Nos últimos anos, a utilização de biomateriais, especialmente voltados à regeneração óssea em implantodontia, tem apresentado avanços significativos. Esses progressos englobam o desenvolvimento de novos tipos de enxertos ósseos, a criação de membranas com maior desempenho biológico e mecânico, além da introdução da nanotecnologia, que potencializa a capacidade regenerativa e a integração dos materiais com o tecido ósseo (DO NASCIMENTO; DA SILVA, 2024; RODRIGUES, 2023).

A principal finalidade do aprimoramento desses biomateriais é proporcionar maior previsibilidade clínica, estabilidade funcional e redução do tempo de tratamento, beneficiando tanto os pacientes quanto os profissionais da área odontológica. Tecnologias como a incorporação de bioativos e estruturas nanotopográficas contribuem para uma resposta celular mais eficiente, promovendo melhor osteocondução e osteoindução (DA SILVA, 2016; SINHORETI et al., 2013).

A regeneração óssea em implantodontia tem se beneficiado amplamente desses avanços. Novos tipos de enxertos, como os alógenos, xenógenos e aloplásticos, associados a membranas reabsorvíveis ou não reabsorvíveis, vêm demonstrando resultados clínicos superiores. Esses biomateriais de última geração aliam biocompatibilidade, resistência e capacidade de interação com o tecido ósseo, otimizando a osseointegração e acelerando o processo de regeneração (EUFRÁSIO et al., 2024; OLIVEIRA et al., 2010; SULZER; BORGES; SILVA, 2022).

2.3.1. Enxertos ósseos

Os enxertos ósseos contemporâneos têm se diversificado em duas principais categorias: biológicos e sintéticos, cada uma com características e indicações específicas. No caso dos enxertos biológicos, destacam-se: o osso autógeno, retirado do próprio paciente; o alógeno, proveniente de doadores da mesma espécie; e o xenógeno, geralmente derivado de espécies como a bovina. Esses enxertos são amplamente utilizados devido à sua composição estrutural semelhante ao osso humano, elevada biocompatibilidade e capacidade de reabsorção progressiva, o que favorece sua substituição por tecido ósseo novo (DA SILVA, 2016; EUFRÁSIO et al., 2024; OLIVEIRA et al., 2010).

Paralelamente, os avanços nos enxertos sintéticos também têm contribuído significativamente para a evolução da implantodontia. Materiais aloplásticos, como o fosfato de cálcio, a hidroxiapatita e o vidro bioativo, são projetados para mimetizar

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

a matriz mineral do osso natural, promovendo osteocondução eficaz. Além disso, esses biomateriais podem ser manipulados em sua porosidade, composição e forma, adaptando-se a diferentes situações clínicas e proporcionando suporte mecânico adequado, além de facilitar a adesão celular e a neoformação óssea (DANTAS et al., 2011; SOARES, 2015; SINHORETI et al., 2013).

A possibilidade de escolha entre diferentes tipos de enxertos, associada ao uso de tecnologias emergentes como a nanotecnologia, tem ampliado as opções terapêuticas na regeneração óssea guiada. Esses avanços têm resultado em tratamentos mais personalizados, com melhores taxas de osseointegração e maior previsibilidade clínica na reabilitação com implantes dentários (DO NASCIMENTO; DA SILVA, 2024; RODRIGUES, 2023).

2.3.2. Enxertos autólogos (autógenos)

Os enxertos autógenos, obtidos do próprio paciente, são considerados o padrão-ouro na regeneração óssea, por serem os únicos capazes de fornecer células ósseas vivas imunocompatíveis. Essas células, especialmente os osteoblastos, são fundamentais na fase inicial da osteogênese, atuando ativamente na multiplicação celular e formação do novo tecido ósseo. Quanto maior o número de células vivas transplantadas, maior tende a ser o potencial regenerativo do enxerto (SULZER; BORGES; SILVA, 2022; DA SILVA, 2016).

De acordo com Silva (2016), os enxertos autógenos apresentam a vantagem adicional de poderem ser colhidos de diversos sítios do corpo, como a crista ilíaca, calota craniana, tíbia e costelas, sendo que, em procedimentos odontológicos de menor escala, as áreas mais comuns incluem mandíbula, mento e ramo mandibular.

Sítios intraorais, como túber maxilar, processo coronóide, zigoma, mento, ramo mandibular e tórus palatino, são frequentemente utilizados devido às suas vantagens clínicas, como fácil acesso cirúrgico, ausência de cicatriz externa, menor tempo operatório, possibilidade de realização sob anestesia local e baixa morbidade pós-operatória. Além disso, esses enxertos demonstram alta taxa de incorporação e mínima reabsorção, permitindo a preservação previsível do volume ósseo enxertado (SULZER; BORGES; SILVA, 2022).

Apesar de suas inúmeras vantagens, os enxertos autógenos também apresentam limitações, como maior morbidade no pós-operatório, possibilidade de dor no sítio doador e o risco de lesões vasculonervosas. Esses fatores têm

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

contribuído para o crescente interesse em alternativas como os enxertos alógenos e xenógenos, que, embora não forneçam células vivas, apresentam boa integração e menor impacto cirúrgico (EUFRÁSIO et al., 2024; DANTAS et al., 2011).

2.3.3. Aloenxertos (Enxertos homólogos)

A transferência de tecidos ou órgãos obtidos de um doador para outro da mesma espécie caracteriza os aloenxertos. Uma das principais vantagens dos aloenxertos ósseos é a possibilidade de serem armazenados em bancos de tecidos, o que assegura uma oferta constante e adequada de material doador (SULZER et al., 2022). O osso alógeno pode ser coletado de doadores vivos ou de cadáveres, sendo processado de forma asséptica e armazenado sob congelamento a -80 °C. Após um período de quarentena mínima de seis meses, esses tecidos tornam-se aptos para transplante em receptores humanos (DANTAS et al., 2011; SOARES, 2015).

Apesar das vantagens, os aloenxertos apresentam riscos, sendo o principal deles a antigenicidade, ou seja, a possibilidade de rejeição imunológica por parte do receptor, ainda que esses materiais passem por tratamentos prévios para redução de sua imunogenicidade (SULZER et al., 2022; OLIVEIRA et al., 2010).

2.3.4. Xenoenxerto (Enxertos hoterólogos)

Os enxertos xenógenos são originados de espécies distintas daquela do receptor, geralmente de origem animal, sendo necessário submeter esses materiais a processos como desproteinização, deslipidização e tratamentos antigênicos para minimizar reações imunológicas. No entanto, tais procedimentos podem reduzir as propriedades osteoindutoras desses biomateriais (REDDI; MARSHALL, 2003; DANTAS et al., 2011).

A maioria dos enxertos xenógenos deriva da espécie bovina, obtidos a partir do tratamento de ossos longos, pericárdio, tendões, submucosa intestinal, entre outros tecidos (DA SILVA, 2016; EUFRÁSIO et al., 2024). De acordo com Oliveira et al. (2004), o processamento de biomateriais ósseos de origem xenógena oferece uma ampla gama de opções em termos de composição e formato. É possível selecionar componentes específicos, como a fração orgânica desmineralizada, que mantém certa capacidade osteoindutora, ou as frações inorgânicas cortical e medular, desprovidas de proteínas. Esses materiais são disponibilizados em diversas formas, como grânulos, blocos ou membranas reabsorvíveis

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.08, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

desmineralizadas, o que permite maior adaptabilidade clínica conforme os objetivos do procedimento cirúrgico (SILVA; OLIVEIRA; SOUZA, 2014; SOARES, 2015).

2.4. Desenvolvimento de membranas

As membranas utilizadas na ROG desempenham um papel essencial no isolamento do sítio de regeneração, impedindo a migração de tecidos moles e favorecendo a neoformação óssea. Recentemente, houve um avanço significativo na composição dessas membranas, especialmente com a introdução de materiais reabsorvíveis à base de colágeno, dotados de propriedades antimicrobianas e bioativas, que estimulam uma cicatrização mais eficiente (SILVA; OLIVEIRA; SOUZA, 2014; BIANCHINI, 2020).

Essas membranas biodegradáveis, derivadas majoritariamente de colágeno bovino, suíno ou murino, apresentam elevada biocompatibilidade e dispensam a necessidade de uma segunda intervenção cirúrgica para remoção, o que representa uma vantagem clínica significativa (BIANCHINI, 2020). Adicionalmente, apresentam boa resistência mecânica e são projetadas para manter a estabilidade do enxerto durante o tempo necessário à regeneração óssea. Algumas variantes mais modernas incluem a liberação controlada de fatores de crescimento, promovendo a osteogênese de maneira mais eficiente (SILVA et al., 2014; EUFRÁSIO et al., 2024).

No que se refere às membranas não reabsorvíveis, como as de politetrafluoretileno expandido (e-PTFE), há um aprimoramento contínuo em sua resistência à contaminação bacteriana e manutenção de um ambiente estéril, o que favorece a integração do enxerto com o tecido ósseo. Essas membranas criam uma barreira física eficaz, permitindo a formação de um espaço protegido que favorece a osteogênese (KLEE; LIMA, 2024).

O desenvolvimento atual se concentra na modificação dessas membranas com aditivos bioativos, que melhoram a adesão celular, aceleram a cicatrização e aumentam a integração tecidual (TINÔCO, 2018). As técnicas de ROG, ao utilizarem tais barreiras, promovem a proliferação de fibroblastos e o crescimento epitelial gengival dentro da ferida, criando condições ideais para a formação óssea no interior do coágulo sanguíneo (BIANCHINI, 2020).

De acordo com Bianchini (2020),

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.08, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

> “as membranas absorvíveis provenientes do colágeno representam um avanço na Implantodontia, favorecendo a eficácia da regeneração óssea guiada e cumprindo seu papel de barreira mecânica. A vantagem de não se necessitar de um segundo tempo cirúrgico, a fim de se remover a membrana, não pode ser descartada, bem como as importantes características do colágeno, que certamente contribuem para uma regeneração completa da área, tanto dos tecidos duros como dos tecidos moles” (BIANCHINNI, 2020).

Além disso, essas membranas de colágeno atuam como hemostáticos naturais, favorecendo a agregação plaquetária e, por consequência, iniciando mais rapidamente o processo de reparação tecidual. Com baixa imunogenicidade, fácil manuseio e sem formação de queloides, promovem espessamento tecidual adequado e resultados estéticos superiores (BIANCHINI, 2020).

2.5. Nanotecnologia aplicada aos biomateriais

A nanotecnologia representa um divisor de águas no campo da implantodontia, especialmente por seu impacto nos biomateriais utilizados na regeneração óssea. Estruturas desenvolvidas em escala nanométrica têm a capacidade de mimetizar a matriz extracelular do osso, promovendo uma melhor adesão celular e integração mais eficiente entre implante e tecido ósseo (DO NASCIMENTO; DA SILVA, 2024).

Biomateriais com superfícies nanoestruturadas aumentam a rugosidade e área de contato, proporcionando ancoragem celular mais eficiente e acelerando o processo de osseointegração. Além disso, esses materiais podem ser funcionalizados para liberar agentes antimicrobianos, reduzindo significativamente o risco de infecções pós-operatórias. A nanotecnologia tem possibilitado a criação de superfícies bioativas que não apenas otimizam a adesão celular, mas também favorecem a regeneração óssea ao estimular a diferenciação de células mesenquimais em osteoblastos. Essa abordagem tem ampliado as possibilidades de personalização dos implantes de acordo com as necessidades específicas de cada paciente, melhorando a biocompatibilidade e a durabilidade dos procedimentos (DO NASCIMENTO; DA SILVA, 2024; EUFRÁSIO et al., 2024).

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

Como destacam Nascimento e Silva (2024), “o avanço da nanotecnologia traz quantidades enormes de novos materiais com propriedades únicas [...] A evolução dos materiais dentários facilitou a prática do cirurgião-dentista [...] promovendo a remineralização e resistência de união”. A inovação nanotecnológica aplicada à implantodontia reforça, portanto, o potencial transformador dos biomateriais, oferecendo soluções mais eficazes e seguras para os tratamentos restauradores e regenerativos.

2.6. Aplicações dos biomateriais na implantodontia

O uso de biomateriais na implantodontia tem se consolidado como uma alternativa indispensável no tratamento de pacientes com perdas ósseas significativas. Esses materiais são utilizados tanto em forma de enxertos quanto como membranas de barreira na ROG, com o objetivo de reconstituir a estrutura óssea e garantir a estabilidade do implante (DANTAS et al., 2011; SINHORETI et al., 2013).

De acordo com Da Silva (2016), os enxertos ósseos, especialmente os autógenos, destacam-se por sua propriedade osteogênica, ou seja, pela capacidade de formar novo osso a partir de células vivas transplantadas do próprio paciente. Além disso, os enxertos autógenos representam a forma mais eficaz de promover regeneração óssea, por serem biologicamente ativos e não apresentarem risco de rejeição imunológica (DA SILVA, 2016).

Casos clínicos têm demonstrado a eficácia da combinação entre membranas de colágeno e enxertos ósseos na reparação de defeitos periodontais, promovendo a regeneração e fixação estável dos implantes. Essa sinergia entre barreira mecânica e suporte osteocondutor tem elevado a taxa de sucesso dos procedimentos implantológicos (OLIVEIRA et al., 2010; SULZER et al., 2022). Além da biocompatibilidade, a versatilidade dos biomateriais permite sua aplicação em diversas técnicas cirúrgicas e contextos clínicos, desde correções pequenas até reabilitações extensas causadas por trauma, periodontite avançada ou reabsorção alveolar. Isso reforça a importância da individualização do tratamento com base nas propriedades dos materiais e nas necessidades do paciente (SOARES, 2015; RODRIGUES, 2023).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.08, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

2.7. Benefícios e desafios

O uso de biomateriais na odontologia representa uma evolução significativa no tratamento de defeitos ósseos e na reabilitação oral. No entanto, embora ofereça inúmeros benefícios clínicos, também apresenta desafios que devem ser cuidadosamente considerados no planejamento terapêutico. A compreensão dessas vantagens e limitações é essencial para a correta indicação e sucesso dos procedimentos regenerativos.

2.7.1. Benefícios do uso de biomateriais

Os biomateriais viabilizam uma abordagem menos invasiva, preservando a estrutura anatômica original do paciente e estimulando os mecanismos naturais de regeneração. Procedimentos minimamente invasivos estão associados a menor tempo cirúrgico, redução do trauma tecidual e uma recuperação pós-operatória mais rápida e confortável, características que favorecem tanto os profissionais quanto os pacientes (RODRIGUES, 2023).

Segundo Rodrigues (2023), os tratamentos restauradores e regenerativos mediados por biomateriais apresentam maior previsibilidade e menor necessidade de retrabalho, o que contribui para o aumento da taxa de sucesso clínico e da aceitação por parte dos pacientes. Outra vantagem relevante está na utilização de biomateriais sintéticos em substituição aos enxertos autógenos ou alógenos, eliminando a necessidade de uma área doadora. Isso reduz significativamente o tempo clínico, os custos operatórios e os riscos associados, como dor, infecção, hematomas ou lesões de estruturas anatômicas nobres. Além disso, materiais sintéticos são fabricados sob condições controladas, com composições químicas padronizadas e propriedades físico-mecânicas consistentes, estando sempre disponíveis em quantidade adequada para a demanda clínica (SINHORETI; VITTI; SOBRINHO, 2013).

O uso de enxertos biocompatíveis, associado a membranas de barreira, permite criar um ambiente osteocondutivo favorável à regeneração óssea, sem a necessidade de coleta de osso autógeno. A previsibilidade na taxa de reabsorção é outro benefício importante, já que muitos biomateriais são projetados para serem gradualmente substituídos pelo próprio tecido ósseo, resultando em uma integração mais natural e duradoura (SINHORETI et al., 2013; BIANCHINI, 2020).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.08, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

2.7.2. Desafios do uso de biomateriais

Apesar dos avanços tecnológicos e clínicos, a aplicação de biomateriais ainda apresenta desafios importantes. A escolha do material ideal para cada situação clínica requer análise criteriosa baseada em evidências científicas, princípios éticos e conhecimento aprofundado sobre as características físico-químicas e biológicas dos biomateriais disponíveis (SINHORETI; VITTI; SOBRINHO, 2013).

Entre os principais desafios, destacam-se a possibilidade de rejeição imunológica, reações inflamatórias exacerbadas e risco de infecção, especialmente em pacientes sistemicamente comprometidos. Além disso, existe uma limitação quanto ao volume de osso que pode ser regenerado em um único procedimento, podendo ser necessária a realização de múltiplas intervenções cirúrgicas para atingir o resultado desejado.

A variabilidade na resposta biológica entre os pacientes também representa um entrave clínico. Fatores como densidade óssea local, vascularização, presença de comorbidades sistêmicas, hábitos como tabagismo e higiene oral precária podem influenciar significativamente o sucesso do enxerto e a taxa de osseointegração dos biomateriais implantados (RODRIGUES, 2023; DO NASCIMENTO; DA SILVA, 2024).

Dessa forma, é essencial que o cirurgião-dentista esteja capacitado para selecionar, manejar e aplicar adequadamente os diferentes tipos de biomateriais, considerando os riscos e benefícios de cada abordagem individualizada.

2.8. Perspectivas futuras

As perspectivas futuras para o uso de biomateriais na implantodontia são extremamente promissoras, impulsionadas pelos avanços nas áreas da nanotecnologia, da bioengenharia e dos materiais biomiméticos. O desenvolvimento de novos compostos com propriedades físico-químicas otimizadas, que imitam com maior precisão a matriz óssea natural, tem possibilitado um desempenho clínico superior e maior integração tecidual (DO NASCIMENTO; DA SILVA, 2024; EUFRÁSIO et al., 2024).

A nanotecnologia, por exemplo, permite a criação de superfícies bioativas funcionais em escala nanométrica, favorecendo a adesão celular, a proliferação de osteoblastos e a diferenciação de células-tronco mesenquimais em tecido ósseo.

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

Essa inovação amplia significativamente as possibilidades de personalização e previsibilidade nos tratamentos regenerativos (TINÔCO, 2018).

Outro campo emergente é o uso de biomateriais inteligentes, capazes de responder a estímulos do ambiente biológico, como pH, temperatura ou presença de determinados biomarcadores. Esses materiais são projetados para liberar fatores de crescimento de forma controlada, otimizar a angiogênese e acelerar o processo de reparação óssea.

A incorporação de células-tronco e fatores osteoindutivos aos biomateriais representa uma das estratégias mais revolucionárias em desenvolvimento. Essa abordagem visa não apenas substituir estruturas perdidas, mas também induzir a regeneração tecidual por meio da bioestimulação local, promovendo a formação de osso funcional e duradouro (EUFRÁSIO et al., 2024).

Essas inovações indicam que, no futuro próximo, os biomateriais utilizados em implantodontia não apenas servirão como suporte físico, mas atuarão como elementos ativos no processo de regeneração, elevando os padrões de qualidade e previsibilidade dos tratamentos odontológicos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação de biomateriais em procedimentos de ROG tem promovido avanços significativos na implantodontia, oferecendo alternativas seguras e eficientes para a reconstrução de defeitos ósseos. As inovações no desenvolvimento de enxertos, a melhoria nas propriedades físico-químicas das membranas e a introdução da nanotecnologia permitiram o aprimoramento da osseointegração, tornando os tratamentos mais previsíveis e menos invasivos. Esses materiais contribuem não apenas para a estabilidade dos implantes, mas também para a redução do tempo de recuperação e para o aumento da taxa de sucesso clínico.

Apesar dos benefícios, o uso de biomateriais ainda apresenta desafios que precisam ser cuidadosamente considerados. Dentre eles, destacam-se a variabilidade de resposta entre pacientes, a possibilidade de reações adversas, os custos envolvidos e a necessidade de protocolos bem definidos para garantir a eficácia dos tratamentos. A análise clínica reforça que a aplicação desses materiais deve ser individualizada, respeitando as particularidades anatômicas e sistêmicas de cada paciente, o que exige conhecimento técnico e constante atualização por parte dos profissionais.

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

As perspectivas futuras para o uso de biomateriais em implantodontia são promissoras. Espera-se que os avanços na bioengenharia e na nanotecnologia possibilitem o desenvolvimento de materiais cada vez mais inteligentes, capazes de interagir dinamicamente com o tecido biológico, favorecendo uma regeneração óssea mais rápida, eficaz e previsível. Nesse contexto, os biomateriais tendem a ocupar um papel cada vez mais relevante na odontologia contemporânea, e a continuidade das pesquisas será essencial para a expansão de suas aplicações clínicas e para a melhoria da qualidade de vida dos pacientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIANCHINI, Marco. **Membrana de colágeno: um avanço na implantodontia**. Jan. 2020. Disponível em: https://implantnewsperio.com.br/membranas-de-colageno-um-avanc%CC%A7o-na-implantodontia/. Acesso em: 31 out. 2024;

DANTAS, T. S. et al. **Materiais de enxerto ósseo e suas aplicações na odontologia**. UNOPAR Científica. Ciências Biológicas e da Saúde, 2011;

DA SILVA, Luciano Marques. **Biomateriais utilizados na implantodontia: uma revisão de bibliografia**. Sete Lagoas – MG: Faculdade de Tecnologia de Sete Lagoas (FACSETE), 2016;

DO NASCIMENTO, Lucas Mateus; DA SILVA, Ricardo Felipe Ferreira. **Nanotecnologia aplicada a biomateriais em técnicas preventivas e restauradoras**. Natal – RN: Revista Sociedade Científica, v. 7, n. 1, p. 2326–2340, 2024;

EUFRÁSIO, Jarleno; ANTEZANA VERA, Juan Miguel; ANTEZANA VERA, Saul Alfredo. **O uso de biomateriais na regeneração óssea em implantes dentários**. Manaus – AM: Revista Sociedade Científica, v. 7, n. 1, p. 4178–4189, 2024;

KLEE, Diego; LIMA, Rodrigo Baumgardt Barbosa. **Regeneração óssea guiada usando membranas não reabsorvíveis de politetrafluoroetileno**. Set. 2024. Disponível em: https://revistaimplantnews.com.br/regeneracao-ossea-guiada-usando-membranas-nao-reabsorviveis-de-politetrafluoroetileno/. Acesso em: 28 out. 2024;

OLIVEIRA, R. C. et al. **Tissue response to a membrane of demineralized bovine cortical bone implanted in the subcutaneous tissue of rats**. *Brazilian Dental Journal*, v. 15, n. 1, p. 3–8, 2004;

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v8i1.3840

OLIVEIRA, L. S. A. F. et al. **Biomateriais com aplicação na regeneração óssea – método de análise e perspectivas futuras**. Salvador – BA: Revista de Ciências Médicas e Biológicas, 2010;

REDDI, A. H.; MARSHALL, R. **Urist: a renaissance scientist and orthopedic surgeon**. *Journal of Bone and Joint Surgery American*, v. 85, p. 3–7, 2003;

RODRIGUES, Flavia. **Biomateriais na odontologia: quais são e como utilizá-los corretamente**. 2023. Disponível em: https://aditek.com.br/blog/biomateriais-na-odontologia/. Acesso em: 04 nov. 2024;

SILVA, E. C.; OLIVEIRA, L. J.; SOUZA, P. E. A. **Membranas de colágeno em implantodontia: revisão de literatura**. *Arquivo Brasileiro de Odontologia*, Minas Gerais: PUC, v. 10, n. 1, p. 26–31, 2014;

SINHORETI, M. A. C.; VITTI, R. P.; SOBRINHO, L. C. **Biomateriais na odontologia: panorama atual e perspectivas futuras**. *Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas*, São Paulo, v. 67, n. 4, 2013;

SOARES, Murilo Vila Real. **Biomateriais utilizados na prática odontológica: uma revisão de literatura**. Londrina – PR: Universidade Estadual de Londrina, 2015;

SULZER, B. G.; BORGES, Emilly C. B.; SILVA, L. F. A. **Biomateriais aplicados na substituição óssea em procedimentos odontológicos**. *PECIBES*, Mato Grosso do Sul, v. 8, n. 1, p. 30–47, 2022;

TINOCO, Matheus Sant'ana Vieira. **O uso das membranas não absorvíveis e absorvíveis na implantodontia**. São Paulo: Faculdade Sete Lagoas, 2018.