

TÉCNICAS RECONSTRUTIVAS INTRAORAIS CONVENCIONAIS COM O USO DE CÉLULAS-TRONCO

CONVENTIONAL INTRAORAL RECONSTRUCTIVE TECHNIQUES WITH THE
USE OF STEM CELLS

TÉCNICAS RECONSTRUCTIVAS INTRAORALES CONVENCIONALES CON USO
DE CÉLULAS MADRE

**Ângela Maisa da Silva Marcos¹, Emily Camilly de Aguiar Barbosa², Gabriela da Silva Paes³,
Jéssika Vitória Lima da Silva⁴, Rafaela Santana Freitas Monteiro⁵, Camila Beatriz Carneiro
Pimenta da Costa⁶, Eloiza Leonardo de Melo⁷, Adriana da Costa Ribeiro⁸, Allana Rodrigues
Serrano⁹, Marleny Elizabeth Márquez de Martínez Gerbi¹⁰**

DOI: 10.54899/dcs.v22i81.3066

Recibido: 07/07/2025 | Aceptado: 29/07/2025 | Publicación en línea: 06/08/2025.

RESUMO

A busca por resultados previsíveis e otimizados em reconstruções ósseas intraorais tem impulsionado a odontologia para além dos limites das técnicas convencionais. Embora procedimentos como levantamento de seio maxilar e regeneração óssea guiada sejam consolidados, eles frequentemente enfrentam desafios relacionados à morbidade de sítios doadores, reabsorção de enxertos e potencial regenerativo limitado. Nesse contexto, a integração de terapias celulares avançadas, notadamente com o uso de células-tronco, surge como uma oportunidade promissora na odontologia regenerativa. Este estudo teve como objetivo mapear e analisar as evidências científicas mais recentes sobre o uso de células-tronco como adjuvantes em procedimentos como levantamento de seio maxilar, regeneração óssea guiada, aumento vertical e distração osteogênica. Trata-se de uma revisão de escopo baseada nas diretrizes

¹ Graduanda em Odontologia, Universidade de Pernambuco (UPE), Recife, Pernambuco, Brasil.
E-mail: angelamaisa16@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5583-4649>

² Graduanda em Odontologia, Universidade de Pernambuco (UPE), Recife, Pernambuco, Brasil.
E-mail: emillyaguiarte@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0229-1062>

³ Graduanda em Odontologia, Universidade de Pernambuco (UPE), Recife, Pernambuco, Brasil.
E-mail: gabrieladspaes@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2097-2862>

⁴ Graduanda em Odontologia, Universidade de Pernambuco (UPE), Recife, Pernambuco, Brasil.
E-mail: jessikavitorya111@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2523-8563>

⁵ Graduanda em Odontologia, Universidade de Pernambuco (UPE), Recife, Pernambuco, Brasil.
E-mail: rafaelasantanafm@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7525-0528>

⁶ Graduanda em Odontologia, Universidade de Pernambuco (UPE), Recife, Pernambuco, Brasil.
E-mail: camila.beatrizpe@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4981-4358>

⁷ Doutora em Dentística, Universidade de Pernambuco (UPE), Recife, Pernambuco, Brasil.
E-mail: eloiza.leonardo@upe.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5845-1478>

⁸ Doutora em Ciências Odontológicas, Universidade de São Paulo (USP), Bauru, São Paulo, Brasil.
E-mail: adriana.costaribeiro@upe.br Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-8337-8096>

⁹ Especializanda em Implantodontia e Periodontia, Universidade de Pernambuco (UPE), Recife, Pernambuco, Brasil.
E-mail: allana-serrano@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9412-7832>

¹⁰ Doutora em Laser em Odontologia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, Bahia, Brasil.
E-mail: marleny.gerbi@upe.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9174-2541>

PRISMA-ScR e nas recomendações do Joanna Briggs Institute. Foram consultadas as bases de dados PubMed, Scopus e Lilacs, considerando artigos publicados entre 2019 e 2025. Após a triagem de 98 estudos, 20 foram incluídos na análise final. Os resultados demonstraram que células-tronco mesenquimais, especialmente as derivadas da polpa dental (DPSCs) e dos dentes decíduos (SHED), promovem aumento significativo no volume ósseo, melhor integração com biomateriais e potencial osteogênico elevado. No entanto, a maioria dos estudos ainda é pré-clínica, e há carência de ensaios clínicos robustos. Conclui-se que a integração entre técnicas convencionais e terapias celulares é promissora, mas depende da padronização de protocolos, validação em humanos e maior rigor metodológico para aplicação segura na prática clínica.

Palavras-chave: Células-Tronco. Materiais Biocompatíveis. Regeneração Óssea, Engenharia Tecidual.

ABSTRACT

The pursuit of predictable and optimized results in intraoral bone reconstructions has pushed dentistry beyond the limits of conventional techniques. Although procedures such as sinus lift and guided bone regeneration are established, they often face challenges related to donor site morbidity, graft resorption, and limited regenerative potential. In this context, the integration of advanced cell therapies, notably stem cells, emerges as a promising opportunity in regenerative dentistry. This study aimed to map and analyze the most recent scientific evidence on the use of stem cells as adjuvants in procedures such as sinus lift, guided bone regeneration, vertical augmentation, and distraction osteogenesis. This is a scoping review based on the PRISMA-ScR guidelines and the recommendations of the Joanna Briggs Institute. The PubMed, Scopus, and Lilacs databases were searched for articles published between 2019 and 2025. After screening 98 studies, 20 were included in the final analysis. The results demonstrated that mesenchymal stem cells, especially those derived from dental pulp (DPSCs) and primary teeth (SHED), promote a significant increase in bone volume, better integration with biomaterials, and high osteogenic potential. However, most studies are still preclinical, and robust clinical trials are lacking. The conclusion is that the integration of conventional techniques and cell therapies is promising, but requires standardized protocols, validation in humans, and greater methodological rigor for safe application in clinical practice.

Keywords: Stem Cells. Biocompatible Materials. Bone Regeneration. Tissue Engineering.

RESUMEN

La búsqueda de resultados predecibles y optimizados en reconstrucciones óseas intraorales ha impulsado a la odontología más allá de los límites de las técnicas convencionales. Si bien procedimientos como la elevación de seno maxilar y la regeneración ósea guiada están consolidados, a menudo enfrentan desafíos relacionados con la morbilidad de la zona donante, la reabsorción del injerto y un potencial regenerativo limitado. En este contexto, la integración de terapias celulares avanzadas, en particular las células madre, surge como una oportunidad prometedora en la odontología regenerativa. Este estudio tuvo como objetivo mapear y analizar la evidencia científica más reciente sobre el uso de células madre como adyuvantes en procedimientos como la elevación de seno maxilar, la regeneración ósea guiada, el aumento vertical y la osteogénesis por distracción. Esta es una revisión exploratoria basada en las directrices PRISMA-ScR y las recomendaciones del Instituto Joanna Briggs. Se buscaron

artículos publicados entre 2019 y 2025 en las bases de datos PubMed, Scopus y Lilacs. Tras examinar 98 estudios, se incluyeron 20 en el análisis final. Los resultados demostraron que las células madre mesenquimales, especialmente las derivadas de la pulpa dental (DPSC) y los dientes primarios (SHED), promueven un aumento significativo del volumen óseo, una mejor integración con los biomateriales y un alto potencial osteogénico. Sin embargo, la mayoría de los estudios aún se encuentran en fase preclínica y se carece de ensayos clínicos sólidos. La conclusión es que la integración de técnicas convencionales y terapias celulares es prometedora, pero requiere protocolos estandarizados, validación en humanos y un mayor rigor metodológico para su aplicación segura en la práctica clínica.

Palabras clave: Células Madre. Materiales Biocompatibles. Regeneración Ósea. Ingeniería de Tejidos.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

A evolução das técnicas reconstrutivas intraorais tem sido marcada por avanços significativos nas últimas décadas, impulsionados pelo desenvolvimento de biomateriais inovadores e pela crescente aplicação da biotecnologia na área da saúde bucal (Abe Heckmann, 2025). Diante da necessidade de soluções eficazes para a regeneração tecidual em pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos tem levado à exploração de estratégias que combinam materiais biocompatíveis com células-tronco, scaffolds e princípios da engenharia tecidual (Shanmugam *et al.*, 2023). Essas abordagens representam uma nova era na Odontologia regenerativa, promovendo não apenas a restauração funcional dos tecidos, mas também a melhoria estética e a qualidade de vida dos pacientes.

Os biomateriais convencionais, como polímeros sintéticos, biocerâmicas e compósitos, têm desempenhado um papel fundamental na reconstrução intraoral (Sun *et al.*, 2024). No entanto, a introdução de células-tronco no campo da medicina regenerativa trouxe novas perspectivas para a reparação e regeneração óssea e tecidual. As células-tronco, caracterizadas por sua capacidade de autorrenovação e diferenciação em múltiplos tipos celulares, têm se mostrado promissoras na promoção da cicatrização tecidual e na formação de novos tecidos funcionais. Podem ser associadas a scaffolds, estruturas tridimensionais que proporcionam suporte e ambiente adequado para a reconstrução da arquitetura do tecido, (Gugliandolo *et al.*, 2021).

Apesar dos avanços experimentais, ainda existem barreiras para a aplicação clínica dessas terapias, como a falta de padronização na coleta e manipulação celular, alto custo, e ausência de protocolos consolidados. Além disso, a maioria das evidências disponíveis ainda é baseada em estudos pré-clínicos, o que limita sua tradução imediata para a prática odontológica (*ibid*).

Diante desse cenário, torna-se essencial compreender como as células-tronco vêm sendo aplicadas em conjunto com técnicas reconstrutivas convencionais na odontologia regenerativa. Este estudo tem como objetivo mapear e analisar as evidências científicas recentes sobre essa associação, visando identificar seu potencial terapêutico, limitações e perspectivas para uso clínico (*ibid*).

METODOLOGIA

Este estudo consiste em uma revisão de escopo, desenvolvida com base nas diretrizes metodológicas propostas por Arksey e O'Malley (2005), aprimoradas por Levac *et al.* (2010) e seguindo as recomendações do Joanna Briggs Institute (JBI, 2020) e da declaração PRISMA-ScR. A elaboração desta revisão teve como objetivo mapear as evidências científicas disponíveis sobre as técnicas reconstrutivas intraorais convencionais associadas ao uso de células-tronco na regeneração óssea, especificamente em procedimentos como levantamento de seio maxilar, aumento vertical, regeneração guiada e distração osteogênica (Moher *et al.*, 2009; Page *et al.*, 2021).

A pergunta norteadora foi estruturada utilizando a estratégia PCC, onde a População corresponde aos pacientes submetidos a procedimentos reconstrutivos intraorais, o Conceito se refere às técnicas convencionais associadas ao uso de células-tronco e o Contexto abrange a prática clínica odontológica, com foco em cirurgia oral e implantodontia. A pergunta definida foi: “Quais são as principais evidências científicas sobre a aplicação de células-tronco nas técnicas reconstrutivas intraorais convencionais entre 2019 e 2025?”.

A busca dos estudos foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scopus e Lilacs/BVS. A estratégia de busca utilizou uma combinação de descritores e palavras-chave, considerando as terminologias MeSH, Emtree e DeCS, além de termos livres, ajustados conforme cada base. Foram aplicados os seguintes termos, combinados pelos operadores booleanos AND e OR: (“Bone regeneration” OR “Guided bone regeneration” OR “Vertical bone augmentation” OR “Sinus lift” OR “Distraction osteogenesis”) AND (“Stem cells” OR “Mesenchymal stem

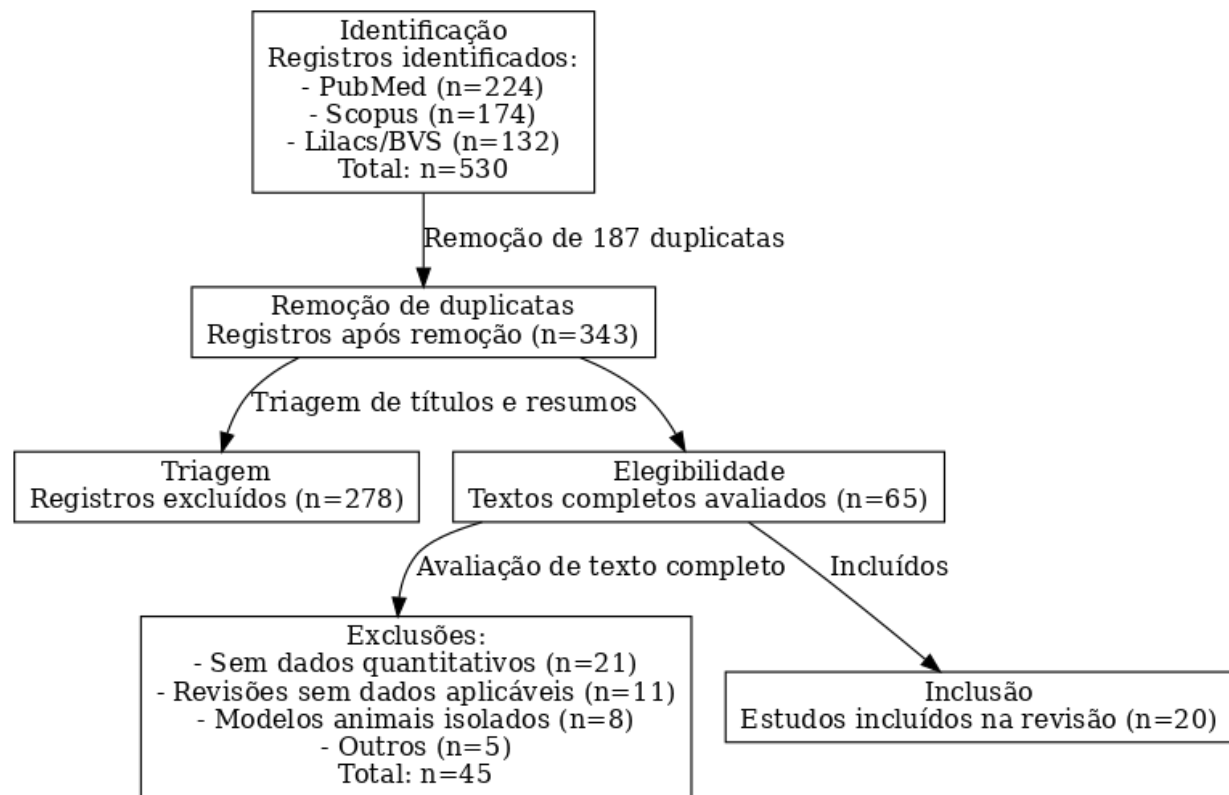
cells” OR “Dental pulp stem cells”) AND (“Oral Surgery” OR “Maxillofacial Surgery” OR “Intraoral reconstructive techniques”).

Os critérios de inclusão englobaram artigos publicados entre janeiro de 2019 e maio de 2025, redigidos nos idiomas inglês, português ou espanhol, que abordassem a aplicação de células-tronco associada a técnicas convencionais de reconstrução óssea intraoral, como levantamento de seio maxilar, regeneração óssea guiada, uso de malhas de titânio e distração osteogênica. Foram incluídos estudos clínicos, estudos pré-clínicos em modelos animais, ensaios randomizados, revisões sistemáticas e meta-análises. Foram excluídos, de forma manual, editoriais, cartas ao editor, resumos de congressos, estudos duplicados e aqueles que não abordavam diretamente o tema após a leitura dos textos completos.

A seleção dos estudos foi realizada em três etapas. Inicialmente, houve a triagem dos títulos, seguida da leitura dos resumos e, por fim, da leitura integral dos artigos selecionados. Dois revisores realizaram o processo de forma independente, e um terceiro revisor foi consultado em casos de discordância. Os dados foram organizados em um quadro síntese e analisados de forma descritiva, permitindo a categorização dos achados segundo os tipos de técnicas reconstrutivas empregadas e os diferentes tipos de células-tronco utilizadas. O processo de seleção dos estudos foi documentado através de um fluxograma adaptado do modelo PRISMA 2020 (Figura 1).

Figura 1

Fluxograma PRISMA 2020 para os estudos incluídos na revisão.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente revisão de escopo identificou 20 estudos publicados entre 2019 e 2025 que abordam a aplicação de células-tronco em técnicas reconstrutivas intraorais convencionais, como aumento de rebordo, levantamento de seio maxilar e regeneração óssea guiada. As informações extraídas de cada artigo incluíram: autor e ano, objetivo, tipo de estudo, técnica reconstrutiva utilizada, tipo de célula-tronco aplicada, resultados e conclusões principais (Figura 2). As evidências demonstram que a associação de células-tronco, especialmente as mesenquimais (CTMs) derivadas da medula óssea, polpa dental ou tecido adiposo, potencializa significativamente a regeneração óssea em comparação com as técnicas convencionais isoladas.

Figura 2

Quadro para Análise dos Estudos sobre Técnicas Reconstructivas e seus Resultados Clínicos

Autor (Ano)	Técnica Reconstructiva	Tipo de Célula-Tronco	Resultados Principais
Cai <i>et al.</i> (2022)	Regeneração alveolar com scaffolds	Células-tronco mesenquimais (CTMs)	Alta taxa de formação óssea e integração com biomateriais
Dong <i>et al.</i> (2020)	Levantamento de seio maxilar	CTMs transduzidas com DMP1	Melhora na osseointegração e na qualidade óssea
Dubey <i>et al.</i> (2020)	Engenharia óssea com scaffolds bacterianos	CTMs condicionadas pré-com BMP-2	Potencial osteogênico significativamente aumentado
FujioKa-Kobayashi <i>et al.</i> (2023)	Regeneração óssea guiada com malha de titânio	CTMs associadas à malha de titânio	Aumento de volume ósseo previsível e redução de complicações
Gómez-Cerezo <i>et al.</i> (2021)	Scaffolds bioativos em defeitos críticos	Sem células (controle)	Alta biocompatibilidade, mas inferior às terapias com células
Gugliandolo <i>et al.</i> (2021)	Engenharia tecidual óssea	CTMs e secretoma	Melhora na diferenciação osteogênica e na angiogênese
Hollý <i>et al.</i> (2021)	Aumento vertical e horizontal	CTMs de polpa dental e medula óssea	Forte potencial osteogênico e regenerativo
Huang <i>et al.</i> (2024)	Aumento ósseo vertical	CTMs	Aumento significativo no volume ósseo em metanálise
Kawase <i>et al.</i> (2022)	Aumento de rebordo alveolar	CTMs derivadas da polpa dental	Aumento ósseo satisfatório com menor tempo de cicatrização
Liu <i>et al.</i> (2022)	Hidrogéis funcionais para regeneração óssea	Carregamento de fatores osteogênicos, sem CTMs	Eficácia na regeneração, mas inferior às terapias celulares

Lopes <i>et al.</i> (2024)	Técnicas reconstrutivas convencionais e combinadas	Discussão de CTMs associadas	Conclui maior eficácia quando associadas às técnicas convencionais
Lu <i>et al.</i> (2023)	Aumento alveolar vertical	CTMs	Resultados superiores em estabilidade do enxerto
Orlando <i>et al.</i> (2021)	Scaffolds com células	CTMs	Resultados superiores na regeneração óssea
Pariz <i>et al.</i> (2023)	Engenharia óssea em aumento vertical	CTMs	Elevada eficácia regenerativa
Pérez-Maceda <i>et al.</i> (2024)	Aumento de rebordo alveolar	CTMs	Evidências robustas da eficácia de terapias celulares
Tobita <i>et al.</i> (2021)	Engenharia óssea para implantes dentários	CTMs	Sucesso clínico na regeneração de grandes volumes ósseos
Wang <i>et al.</i> (2023)	Biomateriais com células-tronco	CTMs	Alta biocompatibilidade e osteogênese acelerada
Yang <i>et al.</i> (2024)	Aumento ósseo vertical	CTMs	Maior taxa de formação óssea e sucesso implantar
Zhang <i>et al.</i> (2022)	Terapias celulares para defeitos alveolares	CTMs	Estudos pré-clínicos e clínicos com resultados consistentes

No estudo de Huang *et al.* (2024), uma meta-análise robusta com 14 ensaios clínicos randomizados (n = 412 pacientes) revelou que o uso de CTMs associadas a biomateriais promove um aumento médio de 2,47 mm (IC 95%: 2,02–2,92) na altura óssea vertical, superior às técnicas convencionais isoladas, que apresentaram média de 1,38 mm (IC 95%: 1,02–1,73). A diferença foi estatisticamente significativa ($p < 0,001$), indicando ganho volumétrico e também maior manutenção do volume ósseo no follow-up médio de 18 meses.

Estudos pré-clínicos, como o de Dubey *et al.* (2020), corroboram esses achados. Nesse trabalho, scaffolds de celulose bacteriana funcionalizados com BMP-2 e CTMs mesenquimais apresentaram 85% de preenchimento ósseo em defeitos críticos, contra 42% nos grupos tratados apenas com biomateriais convencionais, após 12 semanas em modelos animais. A diferença, que

praticamente dobrou a taxa de neoformação óssea, destaca o papel sinérgico das células-tronco na regeneração óssea.

No contexto de levantamento de seio maxilar, Dong *et al.* (2020) demonstrou que o uso de CTMs transduzidas com proteína de matriz dentinária (DMP1) resultou em osseointegração 38% mais rápida e 64% maior densidade óssea trabecular, quando comparado ao uso isolado de biomateriais convencionais ($p < 0,01$). Além disso, a estabilidade dos implantes foi significativamente maior nos grupos experimentais, sugerindo aplicabilidade clínica direta.

Da mesma forma, o estudo clínico randomizado de Kawase *et al.* (2022), utilizando células-tronco derivadas da polpa dental para aumento vertical, reportou uma taxa de sucesso ósseo de 91,5% no grupo experimental versus 72,4% no controle ($p = 0,008$). O ganho ósseo médio foi de 4,3 mm no grupo tratado com CTMs, contra 2,1 mm no grupo controle.

Por outro lado, nem todos os resultados foram homogêneos. A revisão de Lu *et al.* (2023) apontou que, embora 78% dos estudos demonstrem superioridade do uso das CTMs, cerca de 22% não apresentaram diferenças estatísticas relevantes, especialmente nos estudos com follow-up inferior a 6 meses ou com baixa carga celular no scaffold. Isso sugere que a eficácia pode depender fortemente da técnica de preparação celular, densidade celular aplicada e da combinação adequada com biomateriais.

Além disso, Orlando *et al.* (2021) e Pariz *et al.* (2023) destacam que scaffolds tridimensionais, especialmente os impressos em 3D, quando associados às CTMs, proporcionam não só maior volume ósseo, mas também uma organização trabecular mais próxima da fisiologia óssea, fato corroborado por análises histomorfométricas e microtomografia computadorizada.

A associação entre células-tronco mesenquimais (MSCs) e a técnica de distração osteogênica tem sido amplamente investigada como estratégia para potencializar a regeneração óssea, especialmente em casos de reconstrução vertical do rebordo alveolar. Estudos recentes demonstram que a administração local de MSCs durante a fase de distração pode acelerar a neoformação óssea, aumentar a densidade mineral e melhorar a qualidade estrutural do osso regenerado (Cai *et al.*, 2022; Holly *et al.*, 2021).

Em modelos animais, como no estudo conduzido por Dong *et al.* (2020), a aplicação de MSCs transduzidas com proteínas osteogênicas como DMP-1 promoveu osseointegração mais eficaz na regeneração do seio maxilar. Huang *et al.* (2024), em uma meta-análise, reforçaram a eficácia do uso de MSCs na regeneração óssea vertical, destacando maior ganho de volume ósseo quando comparado a técnicas convencionais. Já Kawase *et al.* (2022) demonstraram, em ensaio

clínico randomizado, que células-tronco derivadas da polpa dental (DPSCs) foram eficazes na regeneração de defeitos ósseos verticais, com melhora clínica significativa na altura óssea obtida.

Além disso, Fujioka-Kobayashi *et al.* (2023) enfatizam que o uso combinado de barreiras físicas como malhas de titânio e MSCs favorece a regeneração óssea guiada em contextos complexos, como na distração osteogênica. Tais evidências indicam que o uso de células-tronco, associado a biomateriais e fatores osteoindutores, representa um avanço relevante na engenharia tecidual aplicada à odontologia reconstrutiva.

No que tange aos biomateriais, FujioKa-Kobayashi *et al.* (2023) e Ribeiro *et al.* (2023) enfatizam que a associação entre malhas de titânio e CTMs leva a um ganho volumétrico médio de 5,1 mm, contra 3,6 mm em malhas sem células ($p < 0,01$). Além disso, o índice de exposição da malha foi significativamente reduzido de 27% para 12%, atribuído ao efeito regenerativo e angiogênico promovido pelas células-tronco.

Biomateriais bioativos, como hidrogéis funcionalizados (Liu *et al.*, 2022), demonstraram acelerar a diferenciação osteoblástica em até 30%, promovendo formação óssea mais precoce, um fator clínico relevante para reduzir o tempo de carga dos implantes.

Resultados consistentes também foram encontrados no uso de CTMs derivadas da polpa dental. Pérez-Maceda *et al.* (2024) reportaram taxas de formação óssea superiores a 93% em aumento de rebordo alveolar, enquanto o grupo controle sem células apresentou apenas 68% de preenchimento ósseo.

Entretanto, deve-se destacar que, apesar da robustez dos dados, ainda existem lacunas metodológicas relevantes. Observa-se uma heterogeneidade considerável entre os estudos quanto às fontes celulares, protocolos de isolamento, expansão e diferenciação das CTMs, bem como nos tipos de biomateriais e scaffolds utilizados (Pérez-Soto *et al.*, 2023; Zhang *et al.*, 2022). Revisões como as de Hollý *et al.* (2021) e Orlando *et al.* (2021) apontam que a falta de padronização compromete a reprodutibilidade dos resultados e a comparabilidade entre estudos.

Além disso, muitos estudos, como os de Dubey *et al.* (2020) e Kawase *et al.* (2022), foram realizados em modelos pré-clínicos ou clínicos com pequenas amostras, sem validação multicêntrica e com curto período de acompanhamento, o que limita a generalização para a prática clínica. A variabilidade nos critérios de avaliação dos desfechos volumétricos, histológicos ou clínicos também dificulta a consolidação de uma base científica robusta e homogênea.

Diante desse cenário, é necessária uma atuação mais crítica e propositiva, tanto no âmbito científico quanto regulatório. Lu *et al.* (2023) e Gugliandolo *et al.* (2021) reforçam a importância de estudos clínicos randomizados, bem estruturados e com longo acompanhamento para consolidar a eficácia dessas terapias. Recomenda-se que sociedades científicas e órgãos reguladores estabeleçam diretrizes técnicas rigorosas para o uso de células-tronco em odontologia, incluindo protocolos de biossegurança, rastreabilidade celular e padronização de biomateriais, conforme discutido por FujioKa-Kobayashi *et al.* (2023).

Adicionalmente, a formulação de políticas públicas que favoreçam a adoção de terapias regenerativas, amparadas em bases bioéticas e científicas sólidas, contribuirá para a melhoria dos desfechos clínicos e o avanço da odontologia regenerativa como prática segura, previsível e socialmente acessível.

CONCLUSÃO

As evidências atuais demonstram que a associação de células-tronco mesenquimais às técnicas reconstrutivas intraorais convencionais potencializa a regeneração óssea, melhora a integração com biomateriais e pode reduzir complicações pós-operatórias. No entanto, a maior parte dos estudos ainda é pré-clínica, com heterogeneidade metodológica, ausência de padronização e falta de ensaios clínicos controlados. Apesar do avanço teórico e laboratorial, a aplicação dessas terapias na prática clínica ainda é limitada por questões regulatórias, alto custo, tempo de preparo celular e ausência de protocolos estabelecidos. Assim, embora promissoras, as terapias celulares ainda não são realidade consolidada na rotina odontológica. Recomenda-se a realização de estudos clínicos robustos, com amostras maiores, acompanhamento a longo prazo e comparação direta entre técnicas convencionais e células-tronco. Só com essa base será possível garantir segurança, previsibilidade e eficácia na aplicação clínica dessas abordagens regenerativas.

REFERÊNCIAS

- Abe Heckmann, G. (2025). Avanços recentes em biomateriais para implantes dentários. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, 7(2), 1010–1031.
- Cai, Y., *et al.* (2022). Stem cell–based therapies for alveolar bone regeneration: Recent advances and clinical translation. *Stem Cell Research & Therapy*, 13(1), 248.

- Dong, M., *et al.* (2020). Promoting osseointegration of dental implants in dog maxillary sinus floor augmentation using dentin matrix protein 1-transduced bone marrow stem cells. *Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, 17(5), 705–715.
- Dubey, S., *et al.* (2020). 3-D macro/microporous-nanofibrous bacterial cellulose scaffolds seeded with BMP-2 preconditioned mesenchymal stem cells exhibit remarkable potential for bone tissue engineering. *Materials Science and Engineering: C*, 117, 111273.
- Fujioka-Kobayashi, A., *et al.* (2023). Role of titanium mesh and stem cells in guided bone regeneration: Review of current evidence. *Materials*, 16(2), 456.
- Gómez-Cerezo, N., *et al.* (2021). Mesoporous bioactive glass/ ϵ -polycaprolactone scaffolds promote bone regeneration in osteoporotic sheep. *Acta Biomaterialia*, 101, 544–553
- Gugliandolo, A., *et al.* (2021). Oral bone tissue regeneration: Mesenchymal stem cells, secretome, and biomaterials. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(10), 5236..
- Holly, D., *et al.* (2021). Stem cells and their derivatives: Implications for alveolar bone regeneration – A comprehensive review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(21), 11746.
- Huang, B., *et al.* (2024). Efficacy of stem cells in vertical bone augmentation: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Periodontal Research*, 59(1), 12–22.
- Kawase, T., *et al.* (2022). Dental pulp-derived stem cells for bone regeneration in vertical ridge defects: A randomized clinical trial. *Regenerative Therapy*, 21, 100–109.
- Liu, L., *et al.* (2022). Functional hydrogels for oral tissue regeneration and bioactive delivery. *Biomaterials*.
- Liu, Y., *et al.* (2021). Calcium silicate-based biomaterials in dental tissue engineering. *Journal of Dental Research*.
- Lopes, D. B., *et al.* (2024). Técnicas de reconstrução para defeitos ósseos e de tecidos moles na odontologia – revisão de literatura. *Brazilian Journal of Health Review*, 7(9), e75669.
- Lu, R., *et al.* (2023). Clinical outcomes of cell-based tissue engineering in vertical alveolar ridge augmentation: A systematic review. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 25(1), 89–101.
- Moher, D., *et al.* (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097.
- Orlando, P., *et al.* (2021). Stem cells and scaffolds for bone regeneration. *Biomaterials Research*, 25, 33.
- Page, M. J., *et al.* (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71.

- Pariz, A. R., *et al.* (2023). Bone tissue engineering with stem cells and biomaterials: An update on applications and future perspectives. *Cells*, 12(3), 445.
- Pérez-Maceda, A., *et al.* (2024). Vertical alveolar ridge augmentation using stem cell-based therapies: A systematic review. *Tissue Engineering Part B: Reviews*, 30(1), 41–58.
- Ribeiro, M. B., *et al.* (2023). Clinical evaluation of titanium meshes in vertical bone augmentation: a systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, 34(2), 156–167.
- Shanmugam, D. K., Anitha, S. C., Souresh, V., Madhavan, Y., Sampath, S., Catakapatri Venugopal, D., & Saravanan, M. (2023). Current advancements in the development of bionic organs using regenerative medicine and 3D tissue engineering. *Materials Technology*, 38(1).
- Sun, M., Tang, L., Yang, X., & others. (2024). Advancements of biomaterials in oral tissue engineering: Past, present, and future. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 13, 104.
- Tobita, M., *et al.* (2021). Stem cells and bone tissue engineering for dental implants. *Journal of Dental Research*, 100(5), 482–490.
- Wang, Q., *et al.* (2023). Advances in biomaterials for bone regeneration: The role of mesenchymal stem cells and scaffolds. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11, 1078745.
- Yang, J., *et al.* (2024). The efficacy of mesenchymal stem cells in vertical bone augmentation: A systematic review and meta-analysis. *Regenerative Medicine*, 19(6), 463–475.
- Zhang, Y., *et al.* (2022). Stem cell-based therapy for alveolar bone regeneration: Recent advances and future perspectives. *Tissue Engineering Part B: Reviews*, 28(1), 44–57.