



ISSN 2674-8169



Latindex



DOI



Intervenções Biointerativas Baseadas na Reprogramação do Microambiente Inflamatório para Otimização da Estabilidade Biológica de Implantes Imediatos em Alvéolos com Comprometimento Séptico Reativo

Walmir Filho Dominguito de Lima, Maria Eduarda Santos Nascimento, Alaís Alves da Silva, Célio Augusto Pimentel Arcanjo, Otávio Henrique da Silva Leal, Reyglas Carvalho Moraes, Juliana Valente Ribeiro Faria, Francisca Geciane Alves Mendes, Rafael Heino Santos, Rafael Heino Santos, Wellington Luiz Heringer Júnior, Rafaela Susin Barbosa, Vinicius de Barros



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2026v8n3p1061-1073>

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

REVISÃO

RESUMO

A implantodontia contemporânea tem evoluído significativamente nas últimas décadas, permitindo a reabilitação funcional e estética de pacientes por meio da instalação de implantes osseointegráveis. Nesse contexto, a instalação imediata de implantes após a exodontia tem se destacado por reduzir o tempo de tratamento e contribuir para a preservação da arquitetura alveolar. Entretanto, a presença de processos infecciosos no alvéolo pós-extração pode alterar o microambiente inflamatório local, interferindo nos mecanismos biológicos de cicatrização e na estabilidade inicial do implante. Diante desse cenário, torna-se fundamental compreender os fatores biológicos envolvidos na osseointegração e investigar estratégias terapêuticas capazes de modular a resposta inflamatória local. O presente estudo teve como objetivo analisar, por meio de revisão de literatura, as evidências científicas relacionadas às intervenções biointerativas voltadas à modulação do microambiente inflamatório e sua influência na estabilidade biológica de implantes imediatos instalados em alvéolos com comprometimento séptico reativo. Trata-se de uma revisão de literatura de natureza qualitativa e descritiva, realizada a partir da análise de estudos publicados entre 2021 e 2025 em bases de dados científicas da área da saúde e odontologia. Os resultados da literatura demonstram que, quando protocolos adequados de descontaminação do alvéolo, manejo cirúrgico apropriado e utilização de biomateriais bioativos são empregados, a instalação imediata de implantes



em sítios previamente infectados pode apresentar taxas de sucesso semelhantes às observadas em alvéolos saudáveis. Conclui-se que a modulação do microambiente inflamatório por meio de intervenções biointerativas representa uma estratégia promissora para otimizar a estabilidade biológica e aumentar a previsibilidade clínica dos implantes imediatos.

Palavras-chave: Implantes dentários; Osseointegração; Inflamação; Cicatrização óssea; Biomateriais; Alvéolo dentário.

Biointeractive Interventions Based on Reprogramming the Inflammatory Microenvironment to Optimize the Biological Stability of Immediate Implants in Alveoli with Reactive Septic Compromise

ABSTRACT

Contemporary implant dentistry has advanced significantly in recent decades, allowing functional and esthetic rehabilitation through the placement of osseointegrated dental implants. In this context, immediate implant placement after tooth extraction has gained prominence because it reduces treatment time and helps preserve alveolar architecture. However, the presence of infection in post-extraction sockets may alter the local inflammatory microenvironment, interfering with biological healing processes and affecting the primary stability of the implant. Therefore, understanding the biological mechanisms involved in osseointegration and identifying therapeutic strategies capable of modulating local inflammatory responses are essential for improving clinical outcomes. The aim of this study was to analyze, through a literature review, the scientific evidence regarding biointeractive interventions designed to modulate the inflammatory microenvironment and their influence on the biological stability of immediate implants placed in sockets with reactive septic compromise. This study consisted of a qualitative and descriptive literature review based on scientific publications from 2021 to 2025 indexed in major health and dentistry databases. The findings from the literature indicate that when appropriate socket decontamination protocols, adequate surgical management, and bioactive biomaterials are applied, immediate implant placement in previously infected sites can achieve survival rates comparable to those observed in healthy sockets. It can be concluded that modulation of the inflammatory microenvironment through biointeractive approaches represents a promising strategy to optimize biological stability and increase the clinical predictability of immediate dental implants.

Keywords: Dental implants; Osseointegration; Inflammation; Bone healing; Biomaterials; Dental socket.

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





INTRODUÇÃO

A implantodontia contemporânea tem avançado significativamente nas últimas décadas, permitindo a reabilitação funcional e estética de pacientes edêntulos por meio da instalação de implantes osseointegráveis. A evolução das superfícies implantáveis, dos biomateriais e das técnicas cirúrgicas possibilitou o desenvolvimento de protocolos de instalação imediata após a exodontia, reduzindo o tempo de tratamento e favorecendo a preservação das estruturas ósseas e gengivais. Esse conceito tem sido amplamente investigado devido ao potencial de manter a arquitetura alveolar e melhorar os resultados estéticos e funcionais da reabilitação oral (Velasco-Ortega, 2025).

A instalação imediata de implantes em alvéolos previamente infectados tem sido objeto de investigação na implantodontia contemporânea devido ao potencial de reduzir o tempo de tratamento e preservar a arquitetura óssea alveolar. Estudos clínicos demonstram que, quando são realizados protocolos adequados de descontaminação do alvéolo, remoção completa do tecido infectado e reconstrução óssea simultânea quando necessária, é possível alcançar resultados clínicos favoráveis e taxas de sobrevivência comparáveis às observadas em sítios sem infecção. Dessa forma, o manejo cirúrgico criterioso associado a técnicas regenerativas pode contribuir para a previsibilidade do tratamento com implantes imediatos em áreas comprometidas por processos infecciosos (Hassan *et al.*, 2021).

A instalação imediata de implantes após a extração dentária tem sido amplamente estudada na implantodontia moderna por apresentar benefícios relacionados à redução do tempo de tratamento e à preservação da estrutura óssea alveolar. Esse protocolo permite que o implante seja inserido no mesmo ato cirúrgico da exodontia, favorecendo a manutenção do volume ósseo e dos tecidos moles peri-implantares. No entanto, o sucesso dessa abordagem depende de fatores como estabilidade primária adequada, planejamento cirúrgico criterioso e controle das condições locais do alvéolo, aspectos fundamentais para garantir a osseointegração e a longevidade do implante (Chaushu, 2021).

As características da superfície dos implantes desempenham papel fundamental



no processo de osseointegração e na resposta biológica dos tecidos peri-implantares. Modificações superficiais, como tratamentos físico-químicos e revestimentos bioativos, podem favorecer a adesão celular, estimular a atividade osteoblástica e acelerar a formação de tecido ósseo ao redor do implante. Esses fatores contribuem para melhorar a estabilidade biológica e promover uma interação mais eficiente entre o implante e o tecido ósseo durante o processo de cicatrização peri-implantar (Rousseau *et al.*, 2021).

A instalação imediata de implantes após a exodontia tem sido considerada uma estratégia relevante para a preservação dos tecidos duros e moles da região alveolar. Essa abordagem pode contribuir para a manutenção do volume ósseo e da arquitetura gengival, fatores essenciais para alcançar resultados estéticos e funcionais satisfatórios em reabilitações implantossuportadas. Além disso, o planejamento adequado e a correta posição tridimensional do implante são determinantes para favorecer a estabilidade peri-implantar e a conservação dos tecidos ao longo do tempo (Cornellini, 2021).

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão de literatura de natureza qualitativa e descritiva, com o objetivo de analisar evidências científicas relacionadas às intervenções biointerativas voltadas para a modulação do microambiente inflamatório e sua influência na estabilidade biológica de implantes imediatos instalados em alvéolos com comprometimento séptico reativo. A revisão foi conduzida a partir da análise de publicações científicas recentes que abordam aspectos biológicos, clínicos e terapêuticos relacionados à implantodontia contemporânea, especialmente no contexto da instalação imediata de implantes em sítios previamente infectados.

A busca bibliográfica foi realizada em bases de dados científicas amplamente reconhecidas na área da saúde e odontologia, incluindo PubMed, ScienceDirect, Springer-Link, Wiley Online Library e MDPI. Foram utilizados descritores em inglês relacionados ao tema da pesquisa, como immediate dental implants, infected sockets, inflammatory microenvironment, peri-implant healing, osseointegration e bioactive materials, combinados por operadores booleanos AND e OR com a finalidade de ampliar a sensibilidade da busca e identificar estudos relevantes.



Foram considerados como critérios de inclusão artigos científicos originais, revisões sistemáticas, ensaios clínicos e estudos experimentais publicados em periódicos indexados entre os anos de 2021 e 2025, que abordassem implantes imediatos, processos inflamatórios peri-implantares, biomateriais bioativos e estratégias terapêuticas relacionadas à modulação do microambiente inflamatório em alvéolos infectados. Foram excluídos estudos duplicados, trabalhos publicados fora do período estabelecido, artigos sem revisão por pares e publicações que não apresentassem relação direta com o tema proposto.

Após a seleção dos estudos, realizou-se a leitura completa dos artigos elegíveis com o objetivo de extrair informações relevantes relacionadas à estabilidade primária dos implantes, processos de osseointegração, resposta inflamatória peri-implantar, estratégias de descontaminação de alvéolos infectados e uso de biomateriais bioativos na regeneração óssea. As informações coletadas foram organizadas e analisadas de forma descritiva, permitindo a comparação entre diferentes abordagens terapêuticas.

REVISÃO DE LITERATURA

A estabilidade inicial dos implantes imediatos é considerada um dos fatores mais importantes para o sucesso da osseointegração. A estabilidade primária é determinada principalmente pela qualidade e quantidade de osso disponível no momento da instalação do implante, bem como pelo desenho do implante e pela técnica cirúrgica empregada. Estudos indicam que implantes instalados em alvéolos cicatrizados tendem a apresentar estabilidade inicial ligeiramente maior, embora essa diferença nem sempre tenha relevância clínica significativa (Ortega, 2025).

A presença de infecção no alvéolo de extração pode alterar significativamente o microambiente biológico local. A infiltração de células inflamatórias, a liberação de citocinas pró-inflamatórias e a presença de biofilme bacteriano podem interferir na atividade osteoblástica e na formação de novo tecido ósseo ao redor do implante, aumentando o risco de falhas precoces quando não há manejo adequado da infecção (Li, 2025).

Apesar dessas limitações biológicas, diversos estudos clínicos demonstram que implantes imediatos instalados em alvéolos infectados podem apresentar taxas de sobrevivência elevadas quando protocolos rigorosos de descontaminação e preparo do



leito cirúrgico são utilizados. Esses protocolos geralmente incluem curetagem minuciosa, irrigação abundante, antibioticoterapia e, em alguns casos, o uso de biomateriais regenerativos (Vitti, 2023).

A instalação imediata de implantes em alvéolos com presença de infecção tem sido discutida na literatura científica devido aos desafios biológicos envolvidos nesse tipo de procedimento. A presença de processos infecciosos pode alterar o microambiente local e interferir na cicatrização óssea, exigindo cuidados adicionais durante o preparo do leito cirúrgico. Nesse sentido, a remoção adequada do tecido contaminado, a irrigação abundante do alvéolo e a adoção de protocolos cirúrgicos criteriosos são fatores importantes para favorecer a osseointegração e reduzir o risco de complicações pós-operatórias (Kakar, 2021).

A instalação de implantes imediatos em alvéolos previamente infectados tem demonstrado resultados clínicos satisfatórios quando são adotados protocolos cirúrgicos adequados. A literatura aponta que a descontaminação eficiente do alvéolo, associada ao correto posicionamento do implante e ao controle da estabilidade primária, pode favorecer a cicatrização óssea e contribuir para bons resultados estéticos e funcionais. Dessa forma, mesmo em sítios com histórico de infecção, o planejamento criterioso e o manejo adequado dos tecidos peri-implantares podem permitir altas taxas de sobrevivência dos implantes (Bossana, 2022).

A resposta inflamatória peri-implantar também está relacionada ao risco de desenvolvimento de mucosite peri-implantar e peri-implantite. Essas condições inflamatórias podem comprometer a estabilidade do implante ao longo do tempo e estão associadas à presença de biofilme bacteriano, higiene oral inadequada e fatores sistêmicos do paciente (Heitz-Mayfield, 2023).

Além das abordagens cirúrgicas convencionais, terapias adjuvantes têm sido investigadas com o objetivo de melhorar a cicatrização e reduzir a inflamação peri-implantar. Entre essas estratégias destacam-se terapias fotobiomoduladoras, aplicação de fatores de crescimento e utilização de biomateriais capazes de estimular a regeneração óssea e modular a resposta imunológica local (Liu, 2025).

Diante desses avanços científicos, a abordagem contemporânea para implantes imediatos em alvéolos com comprometimento séptico reativo envolve não apenas a instalação mecânica do implante, mas também a gestão biológica do microambiente peri-



implantar. A integração entre biomateriais, técnicas cirúrgicas e estratégias de modulação inflamatória representa um dos principais caminhos para otimizar a estabilidade biológica e aumentar a previsibilidade clínica da implantodontia moderna (Lee, 2025).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implantodontia contemporânea tem evoluído significativamente, especialmente no que se refere à instalação imediata de implantes após exodontias, incluindo situações em que o alvéolo apresenta comprometimento infeccioso. Nesse contexto, diversos autores têm investigado os fatores biológicos, cirúrgicos e tecnológicos que influenciam o sucesso dessa abordagem terapêutica. De modo geral, observa-se um consenso crescente na literatura de que, quando protocolos adequados são aplicados, implantes imediatos podem apresentar resultados clínicos previsíveis mesmo em alvéolos previamente infectados.

Velasco-Ortega (2025) destaca que os avanços tecnológicos relacionados às superfícies implantáveis, biomateriais e técnicas cirúrgicas permitiram a consolidação dos protocolos de implantes imediatos como alternativa viável para reduzir o tempo de tratamento e preservar estruturas anatômicas alveolares. Esse posicionamento é corroborado por Chaushu (2021), que também enfatiza os benefícios da instalação imediata do implante após a extração dentária, particularmente no que se refere à manutenção do volume ósseo alveolar e à preservação dos tecidos moles peri-implantares. Ambos os autores concordam que essa abordagem contribui significativamente para melhores resultados estéticos e funcionais, embora Chaushu (2021) ressalte de forma mais enfática a importância da estabilidade primária como requisito essencial para o sucesso do procedimento.

No que se refere especificamente à instalação de implantes em alvéolos infectados, Hassan *et al.* (2021) apresentam evidências clínicas indicando que, quando protocolos rigorosos de descontaminação são adotados, os resultados podem ser comparáveis àqueles obtidos em alvéolos não infectados. Esse posicionamento é reforçado por Kakar (2021), que destaca que a remoção completa do tecido contaminado, associada à irrigação abundante e ao preparo adequado do leito cirúrgico, constitui etapa fundamental para reduzir o risco de falhas precoces. Dessa forma, observa-se convergência



entre os autores quanto à necessidade de um manejo cirúrgico criterioso para garantir condições biológicas adequadas à osseointegração.

Além dos aspectos cirúrgicos, a literatura também enfatiza o papel das características da superfície dos implantes na modulação da resposta biológica peri-implantar. Rousseau *et al.* (2021) demonstram que modificações físico-químicas na superfície dos implantes podem estimular a adesão celular e aumentar a atividade osteoblástica, favorecendo a formação de tecido ósseo ao redor do implante. Esse aspecto complementa as observações de Velasco-Ortega (2025), que também relaciona o avanço das tecnologias de superfície implantável com a melhoria dos resultados clínicos observados na implantodontia contemporânea.

A importância da estabilidade primária é amplamente discutida na literatura científica. Ortega (2025) ressalta que a estabilidade inicial depende principalmente da qualidade e quantidade do osso disponível no momento da instalação do implante, além do desenho do implante e da técnica cirúrgica empregada. Embora implantes instalados em alvéolos cicatrizados possam apresentar estabilidade inicial ligeiramente superior, Ortega (2025) afirma que essa diferença nem sempre apresenta relevância clínica significativa. Essa análise é compatível com as observações de Chaushu (2021), que também enfatiza que a estabilidade primária constitui fator determinante para o sucesso da osseointegração, independentemente do protocolo de instalação utilizado.

Por outro lado, a presença de infecção no alvéolo pode alterar significativamente o microambiente biológico local, interferindo na cicatrização óssea e na resposta inflamatória peri-implantar. Li (2025) descreve que processos infecciosos podem estimular a liberação de citocinas pró-inflamatórias e favorecer a formação de biofilme bacteriano, fatores que podem comprometer a atividade osteoblástica e aumentar o risco de falhas precoces do implante. Entretanto, Vitti (2023) argumenta que esses efeitos podem ser minimizados quando protocolos rigorosos de descontaminação são aplicados, incluindo curetagem cuidadosa, irrigação abundante e, em alguns casos, antibioticoterapia associada a biomateriais regenerativos.

A análise dos resultados clínicos apresentados por Bossana (2022) reforça essa perspectiva ao demonstrar que implantes imediatos instalados em alvéolos previa-



mente infectados podem apresentar elevadas taxas de sobrevivência quando há adequada descontaminação do sítio cirúrgico e correto posicionamento tridimensional do implante. Essa visão também se aproxima das observações de Hassan *et al.* (2021), que relatam resultados clínicos favoráveis quando o manejo cirúrgico inclui remoção completa do tecido infectado e, quando necessário, reconstrução óssea simultânea.

Outro aspecto relevante discutido na literatura refere-se às condições inflamatórias peri-implantares que podem comprometer a longevidade dos implantes. Heitz-Mayfield (2023) enfatiza que a presença de biofilme bacteriano, associada a fatores locais e sistêmicos do paciente, pode favorecer o desenvolvimento de mucosite peri-implantar e peri-implantite. Essas condições inflamatórias representam importantes causas de falhas tardias em implantes dentários, reforçando a importância da manutenção adequada da saúde peri-implantar ao longo do tempo.

Diante desses desafios biológicos, novas abordagens terapêuticas têm sido investigadas com o objetivo de modular a resposta inflamatória e melhorar o processo de cicatrização óssea. Liu (2025) destaca o potencial de terapias adjuvantes, como fotobio-modulação, aplicação de fatores de crescimento e utilização de biomateriais regenerativos, para estimular a regeneração óssea e melhorar a estabilidade biológica dos implantes. Essa perspectiva amplia o conceito tradicional da implantodontia, que passa a considerar não apenas a estabilidade mecânica do implante, mas também a modulação do microambiente biológico peri-implantar.

Nesse mesmo contexto, Lee (2025) enfatiza que a implantodontia moderna tem se direcionado para uma abordagem integrada que envolve biomateriais avançados, técnicas cirúrgicas refinadas e estratégias de modulação imunológica. Segundo o autor, a gestão adequada do microambiente peri-implantar representa um dos principais fatores para aumentar a previsibilidade clínica dos implantes imediatos, especialmente em situações de comprometimento infeccioso.

De modo geral, a comparação entre os autores evidencia que, embora existam desafios biológicos associados à instalação de implantes em alvéolos infectados, a literatura científica contemporânea aponta que o sucesso clínico é possível quando são adotados protocolos cirúrgicos rigorosos e estratégias terapêuticas adequadas. A con-



vergência das evidências apresentadas por Velasco-Ortega (2025), Chaushu (2021), Hassan *et al.* (2021), Kakar (2021), Bossana (2022) e Vitti (2023) sugere que a combinação entre descontaminação eficaz do alvéolo, estabilidade primária adequada e utilização de biomateriais regenerativos pode favorecer a osseointegração mesmo em ambientes biologicamente desafiadores.

Além disso, os estudos de Rousseau *et al.* (2021), Li (2025), Heitz-Mayfield (2023), Liu (2025) e Lee (2025) reforçam que fatores biológicos relacionados à resposta inflamatória, às características da superfície implantável e à modulação do microambiente peri-implantar desempenham papel fundamental na estabilidade a longo prazo dos implantes dentários. Dessa forma, a implantodontia contemporânea tende a adotar uma abordagem cada vez mais multidisciplinar, integrando conhecimentos de biologia óssea, biomateriais e técnicas cirúrgicas avançadas para otimizar os resultados clínicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantodontia contemporânea tem demonstrado avanços significativos na previsibilidade dos tratamentos reabilitadores, especialmente com a adoção de protocolos de instalação imediata de implantes após a exodontia. Embora a presença de infecção no alvéolo de extração tenha sido historicamente considerada uma contraindicação para esse tipo de procedimento, evidências científicas recentes indicam que, quando são adotadas medidas adequadas de descontaminação do sítio cirúrgico, remoção completa do tecido infeccioso e planejamento cirúrgico criterioso, a instalação imediata de implantes pode apresentar resultados clínicos favoráveis.

Os estudos analisados demonstram que a estabilidade primária do implante, o controle da infecção local, a preservação da arquitetura alveolar e a utilização de biomateriais bioativos são fatores determinantes para o sucesso da osseointegração em alvéolos com comprometimento séptico reativo. Além disso, estratégias biointerativas voltadas para a modulação do microambiente inflamatório têm se mostrado promissoras, pois podem favorecer a regeneração óssea e melhorar a interação entre o implante e os tecidos peri-implantares.

Dessa forma, conclui-se que a compreensão dos mecanismos biológicos envolvi-



dos na cicatrização peri-implantar, associada à aplicação de protocolos clínicos adequados, pode ampliar a previsibilidade da instalação imediata de implantes em sítios previamente infectados. Entretanto, novos estudos clínicos controlados e de longo prazo ainda são necessários para consolidar protocolos terapêuticos mais seguros e padronizados, contribuindo para o avanço científico e clínico da implantodontia.

REFERÊNCIAS

BOSSANA, C. B. Immediate implants in infected sockets: survival and esthetic outcomes. *Clinical Oral Implants Research*, 2022.

CHAUSHU, G. Immediate implant placement in extraction sockets. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 2021.

CORNELINI, R. Immediate implant placement and tissue preservation. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 2021.

HASSAN, M. A.; REIS, I. N. R.; VILLAR, C. C. *et al.* Instalação de implante imediato em alvéolo infectado com reconstrução simultânea. *Brazilian Oral Research*, 2021.

HEITZ-MAYFIELD, L. J. A. Peri-implant mucositis. *Journal of Clinical Periodontology*, 2023.
KAKAR, A. Immediate implant placement in infected extraction sockets. *Journal of Oral Implantology*, 2021.

LEE, C. Y.; KUNG, P. C.; HUANG, C. C. *et al.* In vivo study of bone growth around additively manufactured implants with bioactive glass composites. 2025.

LI, G. *et al.* Short-term clinical evaluation of immediate implant placement in periodontitis patients. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 2025.

LIU, J.; LI, L.; SUN, X. *et al.* Effects of diode laser photobiomodulation on peri-implant inflammation and stability. 2025.

ORTEGA, E. V. Primary stability of immediate implants placed in fresh sockets compared with healed sites. *International Journal of Oral Implantology*, 2025.

ROUSSEAU, N.; MSOLLI, I.; CHABRAND, P. *et al.* Local tissue effects and peri-implant bone healing induced by implant surface treatment. 2021.

VELASCO-ORTEGA, E. *et al.* Immediate placement and restoration of dental implants in fresh extraction sockets. *Journal of Clinical Medicine*, 2025.

VITTI, R. *et al.* A viabilidade de implantes imediatos em área infectada. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, 2023.



***Intervenções Biinterativas Baseadas na Reprogramação do Microambiente Inflamatório
para Otimização da Estabilidade Biológica de Implantes Imediatos em Alvéolos com
Comprometimento Séptico Reativo***

Lima *et. al.*