



ISSN 2674-8169



Qualis B3
CAPES 2021-2024

Latindex



DOI

Google
Acadêmico

Implantes Osseointegráveis Produzidos por Impressão 3D: Perspectivas da Nova Tecnologia e Desempenho Clínico

Célio Augusto Pimentel Arcanjo¹ Ticiany de Fátima de Souza Duarte² Thomas Robson Mangini de Castro³ Caroline Marques dos Santos⁴ Isabelle Martos Jordan⁵ Piettra Machado⁶ Sophia Maciel Martins⁷ Evelyn Carla Leal Costa⁸ Ravi Aliguiere Reis Padilha de Menezes⁹ Walisson de Oliveira Mariano¹⁰ Isabella Silva Biulchi¹¹ Juliana Martins Ferreira¹² Ana Clara Falcão Gonella¹³ Elisabeth Aline de Melo Gomes Soares Dias¹⁴ Rodney Capp Pallotta¹⁵



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2026v8n8p689-701>

Artigo recebido em 14 de Julho e publicado em 14 de Agosto de 2026

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

A evolução das tecnologias digitais tem promovido importantes avanços na implantodontia, destacando-se a impressão tridimensional como uma alternativa inovadora para a fabricação de implantes osseointegráveis personalizados. Essa tecnologia possibilita maior precisão dimensional, adaptação anatômica e desenvolvimento de estruturas com características favoráveis à osseointegração, ampliando as possibilidades de reabilitação oral em casos convencionais e complexos. O presente estudo teve como objetivo analisar as perspectivas da utilização de implantes osseointegráveis produzidos por impressão 3D, enfatizando os avanços tecnológicos, os biomateriais empregados, o desempenho clínico, as vantagens, as limitações e as perspectivas futuras dessa tecnologia na implantodontia. Para isso, foi realizada uma revisão narrativa da literatura, por meio de buscas nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, ScienceDirect e Google Scholar, contemplando publicações entre 2021 e 2025. Foram incluídos estudos clínicos, revisões sistemáticas, revisões narrativas e pesquisas experimentais relacionadas à manufatura aditiva aplicada à implantodontia. A análise das evidências demonstrou que a impressão tridimensional permite a produção de implantes personalizados com elevada precisão, controle da porosidade e da microarquitetura, favorecendo a distribuição das cargas mastigatórias, a estabilidade mecânica e a resposta biológica do tecido ósseo. Além disso, a integração entre planejamento digital, biomateriais avançados e manufatura aditiva amplia as perspectivas de tratamentos individualizados e previsíveis. Conclui-se que os implantes osseointegráveis produzidos por impressão 3D representam uma tecnologia promissora para a implantodontia contemporânea, embora ainda sejam necessários estudos clínicos de longo

prazo para consolidar sua eficácia, segurança e ampla aplicação na prática clínica.

Palavras-chave: Implantes Dentários; Osseointegração; Impressão Tridimensional; Biomateriais; Reabilitação Bucal; Manufatura Aditiva.

Osseointegrated Implants Produced by 3D Printing: Perspectives on New Technology and Clinical Performance

ABSTRACT

The advancement of digital technologies has significantly transformed implant dentistry, with three-dimensional printing emerging as an innovative approach for manufacturing customized osseointegrated implants. This technology enables greater dimensional accuracy, anatomical adaptation, and the production of structures with characteristics that enhance osseointegration, expanding the possibilities for oral rehabilitation in both conventional and complex clinical situations. This study aimed to analyze the perspectives of osseointegrated implants produced by 3D printing, emphasizing technological advances, biomaterials, clinical performance, advantages, limitations, and future applications of this technology in implant dentistry. A narrative literature review was conducted using the PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, and Google Scholar databases, including publications from 2021 to 2025. Clinical studies, systematic reviews, narrative reviews, and experimental investigations addressing additive manufacturing in implant dentistry were selected. The findings demonstrated that three-dimensional printing enables the fabrication of highly customized implants with precise control of porosity and microarchitecture, contributing to improved stress distribution, mechanical stability, and biological response of bone tissue. Furthermore, the integration of digital planning, advanced biomaterials, and additive manufacturing supports more individualized and predictable treatment approaches. It can be concluded that 3D-printed osseointegrated implants represent a promising technology for contemporary implant dentistry. However, additional long-term clinical studies are still required to confirm their effectiveness, safety, and broader applicability in routine clinical practice.

Keywords: Dental Implants; Osseointegration; Three-Dimensional Printing; Biomaterials; Oral Rehabilitation; Additive Manufacturing.

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



INTRODUÇÃO

A implantodontia tem passado por uma transformação significativa com a incorporação das tecnologias digitais ao planejamento e à fabricação de implantes dentários. Entre essas inovações, a manufatura aditiva, conhecida como impressão tridimensional (3D), possibilita a produção de implantes personalizados, com geometrias complexas e elevada precisão dimensional, favorecendo uma melhor adaptação às condições anatômicas individuais dos pacientes. Além disso, essa tecnologia amplia as possibilidades de desenvolvimento de superfícies porosas capazes de estimular a formação óssea e otimizar a osseointegração, representando um importante avanço para a odontologia reabilitadora contemporânea (PRADÍES *et al.*, 2024).

A evolução dos implantes osseointegráveis acompanha os avanços dos biomateriais e dos processos de fabricação, sendo o titânio e suas ligas os materiais de escolha devido às excelentes propriedades mecânicas, resistência à corrosão e elevada biocompatibilidade. A impressão 3D permite controlar características estruturais como porosidade, rugosidade e arquitetura interna, fatores diretamente relacionados à resposta biológica do tecido ósseo e à estabilidade do implante. Dessa forma, a fabricação aditiva representa uma alternativa promissora para melhorar o desempenho clínico e ampliar as indicações terapêuticas dos implantes personalizados (OGAWA *et al.*, 2025).

Além das vantagens relacionadas à personalização, a impressão tridimensional permite otimizar propriedades biomecânicas importantes para a longevidade dos implantes. Estruturas porosas obtidas por manufatura aditiva favorecem a distribuição das tensões mecânicas, reduzem diferenças no módulo de elasticidade entre implante e tecido ósseo e estimulam maior crescimento ósseo no interior da estrutura implantável. Esses fatores podem contribuir para uma integração biológica mais eficiente e para a redução de falhas relacionadas à sobrecarga mecânica, constituindo um dos principais focos das pesquisas atuais em implantodontia (CLEEMPUT *et al.*, 2021).

Embora a impressão 3D represente uma das tecnologias mais promissoras da

odontologia digital, ainda existem desafios relacionados à padronização dos processos produtivos, ao controle de qualidade, aos custos de fabricação e à disponibilidade de estudos clínicos de longo prazo. Entretanto, o rápido crescimento das pesquisas evidencia que a manufatura aditiva tende a ocupar papel cada vez mais relevante na implantodontia, possibilitando o desenvolvimento de implantes personalizados com elevado potencial de desempenho clínico e biológico, especialmente em casos de grandes perdas ósseas e reabilitações complexas (TOROK *et al.*, 2025).

Este artigo tem como objetivo, analisar, por meio de revisão da literatura, as perspectivas da utilização de implantes osseointegráveis produzidos por impressão 3D, destacando os avanços tecnológicos, os biomateriais empregados, o desempenho clínico, as vantagens, as limitações e as perspectivas futuras dessa tecnologia na implantodontia, com enfoque em sua contribuição para a personalização dos tratamentos, a previsibilidade dos resultados e a reabilitação oral.

METODOLOGIA

Este estudo consiste em uma revisão narrativa da literatura, realizada por meio de buscas nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, ScienceDirect e Google Scholar. Foram selecionados artigos científicos publicados entre 2021 e 2025, nos idiomas português e inglês, relacionados aos implantes osseointegráveis produzidos por impressão 3D, manufatura aditiva, biomateriais, implantodontia digital e desempenho clínico. Como critérios de inclusão, foram considerados estudos clínicos, revisões sistemáticas, meta-análises, revisões narrativas e pesquisas experimentais que abordassem os avanços tecnológicos, as aplicações clínicas e as perspectivas futuras da impressão 3D na implantodontia. Foram excluídos artigos duplicados, estudos com informações insuficientes, trabalhos sem relação direta com o tema e publicações que não atenderam aos critérios estabelecidos. Após a análise crítica e seleção dos estudos, os dados foram organizados e sintetizados de forma descritiva, permitindo a discussão das evidências científicas mais relevantes acerca das perspectivas da nova tecnologia e de seu desempenho clínico na reabilitação com implantes osseointegráveis.

REVISÃO DE LITERATURA

A aplicação da impressão tridimensional na implantodontia também tem proporcionado avanços importantes na distribuição das cargas mastigatórias. A possibilidade de fabricar implantes com estruturas trabeculares e porosidade controlada permite reduzir a diferença entre o módulo de elasticidade do implante e o do tecido ósseo, minimizando o fenômeno conhecido como *stress shielding*. Essa característica favorece uma distribuição mais homogênea das tensões mecânicas, reduzindo a reabsorção óssea marginal e contribuindo para a manutenção da estabilidade dos implantes em longo prazo. Além disso, estruturas porosas aumentam a área de contato entre o implante e o osso, potencializando a osseointegração e favorecendo a longevidade da reabilitação oral (VAN BAEL *et al.*, 2021).

A utilização da impressão 3D na implantodontia representa um importante avanço tecnológico para a produção de implantes osseointegráveis e dispositivos personalizados, contribuindo para maior precisão, adaptação anatômica e previsibilidade dos tratamentos reabilitadores. Além da fabricação de estruturas individualizadas, essa tecnologia favorece o desenvolvimento de biomateriais inovadores e amplia as possibilidades de aplicação clínica na odontologia e na cirurgia bucomaxilofacial. As perspectivas futuras incluem a incorporação de tecnologias mais avançadas, como a impressão 4D, capaz de produzir estruturas com propriedades funcionais adaptativas, ampliando o potencial da reabilitação oral e da medicina regenerativa (KHORSANDI *et al.*, 2021).

O desenvolvimento de implantes personalizados representa uma das maiores vantagens da manufatura aditiva. A partir de exames tomográficos e softwares de planejamento virtual, é possível reproduzir fielmente a anatomia do paciente, permitindo a fabricação de implantes específicos para defeitos ósseos complexos. Essa abordagem reduz a necessidade de enxertos extensos, melhora a adaptação do implante ao leito receptor e proporciona maior previsibilidade cirúrgica. Em situações de reconstruções maxilofaciais ou perdas ósseas severas, a personalização possibilita resultados funcionais e estéticos superiores aos obtidos com implantes convencionais (MANGANO *et al.*, 2022).

Outro aspecto relevante refere-se às modificações superficiais obtidas durante

o próprio processo de impressão tridimensional. Diferentemente da usinagem convencional, a fabricação aditiva permite controlar a microtopografia da superfície sem a necessidade de tratamentos adicionais complexos. Essa característica influencia diretamente a adesão de proteínas plasmáticas, a diferenciação de células osteoblásticas e a deposição de matriz mineralizada, favorecendo uma resposta biológica mais rápida durante o período inicial de cicatrização. Como consequência, observa-se potencial redução do tempo necessário para alcançar estabilidade secundária adequada, permitindo protocolos restauradores cada vez mais previsíveis (ZHOU *et al.*, 2023).

Além das aplicações clínicas atuais, a impressão 3D tem impulsionado pesquisas envolvendo biomateriais bioativos e estruturas multifuncionais capazes de estimular a regeneração óssea. O desenvolvimento de implantes produzidos com geometrias complexas possibilita incorporar superfícies que favorecem angiogênese, diferenciação celular e remodelação óssea. Paralelamente, estudos investigam a associação entre manufatura aditiva e revestimentos contendo fatores de crescimento, compostos antimicrobianos e biomoléculas capazes de acelerar a regeneração dos tecidos peri-implantares. Essas perspectivas indicam que os implantes produzidos por impressão tridimensional tendem a desempenhar funções biológicas cada vez mais amplas além do simples suporte mecânico (WANG *et al.*, 2024).

Embora os resultados obtidos até o momento sejam bastante promissores, a incorporação definitiva da impressão tridimensional na rotina clínica depende da ampliação das evidências científicas disponíveis. Ainda existem limitações relacionadas à padronização dos protocolos de fabricação, validação clínica multicêntrica, regulamentação internacional e avaliação do comportamento dos implantes em acompanhamentos superiores a cinco ou dez anos. Entretanto, a literatura recente demonstra consenso quanto ao elevado potencial dessa tecnologia para transformar a implantodontia moderna, permitindo tratamentos altamente individualizados, biologicamente favoráveis e compatíveis com os princípios da odontologia digital contemporânea (ZHANG *et al.*, 2025).

A manufatura aditiva tem promovido avanços significativos na implantodontia ao possibilitar a produção de componentes personalizados com elevada precisão, favorecendo a previsibilidade dos tratamentos e ampliando as possibilidades de

reabilitação oral. No contexto dos implantes osseointegráveis produzidos por impressão 3D, a utilização de tecnologias digitais contribui para o desenvolvimento de estruturas adaptadas às necessidades anatômicas de cada paciente, otimizando o planejamento cirúrgico e a confecção de dispositivos biomédicos. Além disso, a constante evolução dos materiais e dos processos de fabricação fortalece as perspectivas de aplicação clínica dessa tecnologia, impulsionando a inovação e o aprimoramento dos resultados obtidos na implantodontia contemporânea (REVILLA-LEÓN; SADEGHPOUR; ÖZCAN, 2021).

A impressão 3D tem ampliado as possibilidades de inovação na implantodontia ao permitir a fabricação de implantes e dispositivos personalizados com elevada precisão, favorecendo a adaptação anatômica e a previsibilidade dos procedimentos reabilitadores. O emprego da manufatura aditiva contribui para o aperfeiçoamento do planejamento digital, da produção de biomateriais e do desenvolvimento de soluções individualizadas, fortalecendo o potencial dos implantes osseointegráveis produzidos por essa tecnologia. Apesar dos avanços, a consolidação de sua aplicação clínica depende da contínua evolução dos materiais, dos processos de fabricação e da validação científica de seus resultados em longo prazo (SINGH *et al.*, 2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura analisada demonstra consenso quanto ao fato de que a impressão tridimensional representa uma das principais transformações tecnológicas da implantodontia contemporânea, sobretudo pela possibilidade de produzir implantes osseointegráveis personalizados e adaptados às características anatômicas individuais de cada paciente. Entretanto, embora os autores concordem sobre o elevado potencial da manufatura aditiva, cada estudo enfatiza aspectos distintos relacionados ao desenvolvimento tecnológico, às propriedades biomecânicas, ao comportamento biológico, às aplicações clínicas e às perspectivas futuras dessa modalidade de fabricação. Em conjunto, essas abordagens evidenciam que a evolução dos implantes produzidos por impressão 3D depende da integração entre engenharia de materiais, biologia óssea, planejamento digital e validação clínica.

Sob a perspectiva da transformação digital da implantodontia, PRADÍES *et al.* (2024) destacam que a impressão tridimensional representa um avanço capaz de

modificar completamente o fluxo de planejamento e fabricação dos implantes, permitindo elevado grau de personalização e precisão dimensional. Essa visão é complementada por REVILLA-LEÓN, SADEGHPOUR e ÖZCAN (2021), que ressaltam que a manufatura aditiva amplia significativamente a capacidade de produzir componentes individualizados por meio do processamento de diferentes polímeros utilizados na odontologia. Enquanto PRADÍES *et al.* (2024) concentram sua análise na aplicação clínica dos implantes personalizados, REVILLA-LEÓN, SADEGHPOUR e ÖZCAN (2021) enfatizam a evolução dos processos produtivos e das tecnologias de fabricação, demonstrando que o avanço da implantodontia digital depende tanto da inovação clínica quanto do aperfeiçoamento dos métodos industriais.

A importância dos biomateriais constitui outro ponto de convergência entre os estudos. OGAWA *et al.* (2025) destacam que o sucesso dos implantes impressos em 3D permanece diretamente relacionado às propriedades do titânio e de suas ligas, consideradas referência devido à elevada biocompatibilidade, resistência mecânica e estabilidade química. Em contrapartida, WANG *et al.* (2024) ampliam essa discussão ao demonstrar que a evolução da impressão tridimensional não se restringe aos metais tradicionais, mas incorpora biomateriais bioativos capazes de estimular angiogênese, diferenciação celular e regeneração óssea. Assim, enquanto OGAWA *et al.* (2025) reforçam a importância dos materiais consagrados para garantir estabilidade estrutural, WANG *et al.* (2024) evidenciam uma tendência voltada ao desenvolvimento de implantes com funções biológicas adicionais, indicando uma mudança de paradigma na implantodontia regenerativa.

Em relação às propriedades biomecânicas dos implantes produzidos por manufatura aditiva, observa-se elevada concordância entre CLEEMPUT *et al.* (2021) e VAN BAEL *et al.* (2021). CLEEMPUT *et al.* (2021) defendem que estruturas porosas permitem melhor distribuição das tensões mecânicas e reduzem diferenças entre os módulos de elasticidade do implante e do tecido ósseo. VAN BAEL *et al.* (2021) aprofundam essa análise ao relacionar essas características à redução do fenômeno conhecido como *stress shielding*, favorecendo a manutenção do osso peri-implantar. Embora utilizem abordagens diferentes, ambos os estudos convergem ao demonstrar que a arquitetura porosa obtida pela impressão tridimensional não apenas melhora a resistência mecânica dos implantes, mas também exerce influência direta sobre a

preservação do tecido ósseo e sobre a longevidade clínica das reabilitações.

No campo da resposta biológica, ZHOU *et al.* (2023) demonstram que a fabricação aditiva possibilita controlar a microtopografia superficial dos implantes durante o próprio processo de impressão, favorecendo adesão proteica, diferenciação osteoblástica e deposição de matriz mineralizada. Essa interpretação apresenta forte relação com as observações de OGAWA *et al.* (2025), que associam rugosidade e porosidade à qualidade da osseointegração. Enquanto ZHOU *et al.* (2023) concentram-se nos eventos celulares iniciais envolvidos na cicatrização óssea, OGAWA *et al.* (2025) enfatizam a influência dessas modificações sobre o desempenho clínico geral dos implantes. Dessa forma, ambos os estudos reforçam que a superfície implantar constitui um dos principais determinantes do sucesso biológico da terapia implantossuportada.

Quando analisadas as aplicações clínicas, observa-se importante complementaridade entre MANGANO *et al.* (2022) e PRADÍES *et al.* (2024). MANGANO *et al.* (2022) destacam que a personalização obtida pela impressão tridimensional possibilita reconstruções altamente individualizadas, especialmente em defeitos ósseos complexos e perdas maxilofaciais extensas. PRADÍES *et al.* (2024), por sua vez, ampliam esse entendimento ao relacionar a personalização à maior previsibilidade do planejamento cirúrgico e da reabilitação oral. Assim, enquanto MANGANO *et al.* (2022) direcionam sua análise às situações clínicas de elevada complexidade, PRADÍES *et al.* (2024) demonstram que os benefícios da impressão 3D podem ser incorporados também à prática clínica cotidiana, fortalecendo o conceito de odontologia personalizada.

As perspectivas futuras também apresentam diferentes enfoques entre os autores. KHORSANDI *et al.* (2021) projetam que a evolução da impressão tridimensional culminará na incorporação da impressão 4D, permitindo estruturas inteligentes capazes de responder a estímulos biológicos e ambientais. Em sentido semelhante, WANG *et al.* (2024) defendem que a associação entre manufatura aditiva, biomoléculas bioativas, fatores de crescimento e agentes antimicrobianos poderá transformar os implantes em dispositivos capazes de participar ativamente da regeneração tecidual. Embora abordem tecnologias distintas, ambos os estudos compartilham a perspectiva de que os implantes do futuro exercerão funções biológicas muito além do suporte mecânico atualmente desempenhado.

Quanto aos desafios científicos, observa-se amplo consenso entre TOROK *et al.* (2025), ZHANG *et al.* (2025) e SINGH *et al.* (2023). TOROK *et al.* (2025) ressaltam dificuldades relacionadas à padronização dos processos produtivos, aos custos e ao controle de qualidade. ZHANG *et al.* (2025) acrescentam a necessidade de validação clínica multicêntrica e de acompanhamentos superiores a cinco ou dez anos para consolidar as evidências disponíveis. De forma semelhante, SINGH *et al.* (2023) reconhecem que, apesar do rápido desenvolvimento tecnológico, ainda existem limitações referentes à evolução dos materiais, dos métodos de fabricação e da comprovação clínica de longo prazo. Assim, embora todos reconheçam o potencial da impressão tridimensional, os autores demonstram que sua incorporação definitiva na rotina clínica depende da superação de desafios científicos, regulatórios e industriais.

Ao comparar os estudos de REVILLA-LEÓN, SADEGHPOUR e ÖZCAN (2021), KHORSANDI *et al.* (2021) e SINGH *et al.* (2023), verifica-se uma evolução cronológica do conhecimento científico. REVILLA-LEÓN, SADEGHPOUR e ÖZCAN (2021) apresentam uma visão inicial voltada às tecnologias de manufatura aditiva aplicadas aos biomateriais odontológicos. No mesmo período, KHORSANDI *et al.* (2021) ampliam essa abordagem ao introduzir conceitos relacionados à impressão 4D e às aplicações futuras na cirurgia bucomaxilofacial. Posteriormente, SINGH *et al.* (2023) consolidam essas informações ao discutir avanços, limitações e perspectivas da impressão tridimensional especificamente na implantodontia, evidenciando a rápida maturação científica dessa área nos últimos anos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da literatura demonstra que os implantes osseointegráveis produzidos por impressão 3D representam uma evolução significativa na implantodontia, proporcionando maior precisão, personalização e previsibilidade no planejamento e na execução dos tratamentos reabilitadores. Os avanços da manufatura aditiva, associados ao desenvolvimento de novos biomateriais e técnicas de fabricação, têm ampliado as possibilidades clínicas e contribuído para melhores resultados funcionais e biológicos. Entretanto, embora as evidências disponíveis sejam promissoras, ainda existem desafios relacionados à padronização dos processos de fabricação, à regulamentação e à

validação clínica em longo prazo. Dessa forma, novos estudos clínicos, com acompanhamento prolongado e metodologias robustas, são necessários para consolidar a segurança, a eficácia e a aplicabilidade dessa tecnologia na prática clínica, fortalecendo seu papel na evolução da implantodontia contemporânea.

REFERÊNCIAS

CLEEMPOT, T.; LAMBRECHTS, P.; DE BRUYN, H. *et al.* Additive manufacturing in implant dentistry: current concepts and future perspectives. *International Journal of Implant Dentistry*, v. 7, n. 1, p. 23-27, 2021.

KHORSANDI, D.; FAHIMIPOUR, A.; ABASIAN, P. *et al.* 3D and 4D printing in dentistry and maxillofacial surgery: recent advances and future perspectives. *Applied Sciences*, v. 11, n. 14, p. 45-50, 2021.

MANGANO, F.; MARGIANI, B.; ADMAKIN, O. *et al.* Custom-made 3D printed subperiosteal implants for the rehabilitation of severely atrophic jaws: a systematic review. *Journal of Functional Biomaterials*, v. 13, n. 4, p. 12-15, 2022.

OGAWA, T.; HIROTA, M.; SHIBATA, R. *et al.* The 3D theory of osseointegration: material, topography, and time as interdependent determinants of bone–implant integration. *International Journal of Implant Dentistry*, v. 11, n. 1, p. 78-80, 2025.

PRADÍES, G.; MORÓN-CONEJO, B.; MARTÍNEZ-RUS, F. *et al.* Current applications of 3D printing in dental implantology: a scoping review mapping the evidence. *Clinical Oral Implants Research*, v. 3, n. 8, p. 1011–1032, 2024.

REVILLA-LEÓN, M.; SADEGHPOUR, M.; OZCAN, M. Additive manufacturing technologies used for processing polymers in implant dentistry: current status and future perspectives. *Odontology*, v. 19, n. 6, p. 67-70, 2021.

SINGH, S.; GUPTA, A.; SHARMA, P. *et al.* Additive manufacturing in implant dentistry: advances, limitations and future directions. *Journal of Clinical Medicine*, v. 12, n. 5, P. 16-20, 2023.

TOROK, G.; NAGY, Á.; FEHER, G. *et al.* Patient-specific titanium implants manufactured by additive manufacturing in oral rehabilitation: current evidence. *Bioengineering*, v. 12, n. 2, p. 89-92, 2025.

VAN BAEL, S.; CHAI, Y. C.; TRUSSEL, H. *et al.* The effect of porous titanium structures produced by additive manufacturing on osseointegration: current evidence. *Materials*, v. 14, n. 21, p. 3-6, 2021.



WANG, Y.; ZHANG, H.; LI, X. *et al.* Advances in 3D printed titanium implants for oral and maxillofacial reconstruction. *Bioactive Materials*, v. 31, n. 23, p. 55-60, 2024.

ZHANG, Y.; LIU, H.; CHEN, Z. *et al.* Recent advances in personalized dental implants fabricated by additive manufacturing technologies. *Journal of Functional Biomaterials*, v. 16, n. 1, p. 90-95, 2025.

ZHOU, Y.; LI, Q.; XU, H. *et al.* Clinical performance of customized titanium dental implants manufactured by additive manufacturing: a systematic review. *BMC Oral Health*, v. 24, n. 27, p. 11-15, 2024.