

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL EM ODONTOLOGIA: AVANÇOS EM IMPLANTODONTIA ATRAVÉS DA INOVAÇÃO: ESTUDO DE ATUALIZAÇÃO DA LITERATURA

DIGITAL TRANSFORMATION IN DENTISTRY: ADVANCES IN IMPLANT DENTISTRY THROUGH INNOVATION: A LITERATURE REVIEW UPDATE STUDY

ÁGATTA PATRÍCIA FREITAS ANDRADE REIS^{1*}, KETLIN CABRAL GOMES², PRISCILLA KAROLYNE BRAVIN³

1. Acadêmica do curso de graduação do curso Odontologia da Faculdade de Ensino Superior FANORTE; 2. Acadêmica do curso de graduação do curso Odontologia da Faculdade de Ensino Superior FANORTE; 3. Cirurgiã Dentista, Especialista em Prótese e Implantodontia e Docente do Curso de Odontologia da Instituição de Ensino Superior de Cacoal -Fanorte.

*Rua General Osório, 1166, centro, Cacoal, Rondônia, Brasil. CEP: 76.963-890. agattapatricia@gmail.com

Recebido em 03/09/2025. Aceito para publicação em 28/09/2025

RESUMO

A odontologia contemporânea vivencia uma profunda transformação digital, impactando todas as etapas das práticas clínicas, em especial a implantodontia, com as novidades do digital na odontologia inovações tem impulsionado o mercado e redefinido a prática clínica moderna. Em síntese este artigo tem como objetivo analisar os principais avanços tecnológicos na área, com destaque para o planejamento reverso, as imagens tridimensionais, o escaneamento intraoral, as técnicas de cirurgia guiada e a inovação em materiais associados à tecnologia CAD/CAM. A revisão foi elaborada através de conteúdos nas bases de dados do Google Acadêmico, SciVerse Scopus, U.S. National Library of Medicine (PubMed) e Scientific Electronic Library Online (SciELO). A literatura evidencia que as integrações dessas ferramentas digitais favorecem a previsibilidade, a segurança e a qualidade dos tratamentos reabilitadores, promovendo uma prática clínica mais precisa e eficiente.

PALAVRAS-CHAVE: Odontologia digital, implantodontia, planejamento reverso, cirurgia guiada, tecnologia CAD/CAM.

ABSTRACT

Contemporary dentistry is undergoing a profound digital transformation, impacting all stages of clinical practice, especially implant dentistry. Digital innovations in dentistry have driven the market and redefined modern clinical practice. In summary, this article aims to analyze the main technological advances in the field, highlighting reverse planning, three-dimensional imaging, intraoral scanning, guided surgery techniques, and innovation in materials associated with CAD/CAM technology. The review was prepared using content from the Google Scholar, SciVerse Scopus, U.S. National Library of Medicine (PubMed), and Scientific Electronic Library Online (SciELO) databases. The literature shows that the integration of these digital tools favors the predictability, safety, and quality of rehabilitation

treatments, promoting more precise and efficient clinical practice.

KEYWORDS: Digital dentistry, implant dentistry, reverse planning, guided surgery, CAD/CAM technology.

1. INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias digitais na odontologia tem redefinido paradigmas tanto na formação acadêmica quanto na prática clínica, promovendo maior precisão diagnóstica, agilidade nos procedimentos e previsibilidade nos resultados¹. Na implantodontia, esses recursos digitais têm papel essencial, especialmente na melhoria da precisão cirúrgica e protética, fatores determinantes para o sucesso dos tratamentos reabilitadores². Ferramentas como o escaneamento intraoral, os sistemas CAD/CAM (Computer-Aided Design/ Computer-Aided Manufacturing), a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) e o planejamento reverso deixaram de ser recursos opcionais e passaram a representar pilares fundamentais nos protocolos reabilitadores modernos, resulta em tratamentos mais rápidos, precisos e personalizados^{4,25,27,33}.

No contexto acadêmico, essa digitalização também tem ressignificado o ensino odontológico. A utilização de bancos de imagens radiográficas digitais e plataformas interativas contribui para uma formação mais crítica e visual, além de estimular o raciocínio clínico e a prática baseada em evidências. Diante dessa realidade, a presente revisão narrativa foi construída com o objetivo de explorar e analisar os principais avanços digitais aplicados à implantodontia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A odontologia digital tem passado por um processo

de transformação impulsionado por tecnologias que otimizam a precisão diagnóstica, o planejamento clínico e a execução de procedimentos reabilitadores. A presente pesquisa foi desenvolvida por meio de uma revisão narrativa da literatura, com abordagem qualitativa, voltada para compreender e contextualizar os avanços tecnológicos que vêm transformando a prática da odontologia digital, especialmente na área da implantodontia. Esse tipo de revisão se justifica por permitir a exploração ampla e aprofundada de temas recentes, possibilitando a articulação crítica entre os achados teóricos e a realidade clínica, sem a limitação de formatos sistemáticos rígidos. O objetivo principal foi reunir evidências atualizadas e relevantes sobre a incorporação de tecnologias digitais como o escaneamento intraoral, a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), o planejamento virtual, a cirurgia guiada, o planejamento reverso e os sistemas CAD/CAM, avaliando seus impactos sobre o diagnóstico, o planejamento e a execução de procedimentos odontológicos. A seleção do material foi realizada entre os meses de maio a julho de 2025, a partir da busca em bases de dados científicas amplamente reconhecidas: PubMed, SciELO, LILACS, Google Acadêmico e SciVerse Scopus. Os descritores utilizados foram: “odontologia digital”, “implantodontia”, “cirurgia guiada”, “planejamento reverso” e “tecnologia CAD/CAM”, com o auxílio dos operadores booleanos “AND” e “OR” para a combinação estratégica dos termos.

Foram incluídos estudos publicados 2007 e 2025, priorizando artigos originais, revisões sistemáticas, guidelines clínicos e documentos de cunho científico que apresentassem relevância clínica, rigor metodológico e inovação tecnológica. Os critérios de inclusão abrangeram publicações em português, inglês e espanhol, com texto completo disponível e com foco em aplicação clínica ou educacional no âmbito da odontologia digital. Foram excluídos trabalhos duplicados, resumos sem acesso ao texto completo e publicações que não apresentassem pertinência temática. Após a leitura exploratória e crítica dos textos selecionados, os dados foram organizados em categorias temáticas que refletissem os principais eixos da transformação digital em odontologia: diagnóstico por imagem tridimensional, planejamento virtual, execução cirúrgica assistida por tecnologia, confecção de próteses via CAD/CAM e suas implicações no ensino odontológico. A análise qualitativa permitiu identificar os padrões de evolução tecnológica, bem como os benefícios e desafios enfrentados na incorporação dessas ferramentas na rotina clínica. Dessa forma, o estudo buscou não apenas descrever as inovações, mas compreender como elas remodelam o processo terapêutico e o raciocínio clínico no contexto da implantodontia contemporânea, alinhando-se aos objetivos propostos pela pesquisa.

3. DESENVOLVIMENTO

Os estudos revisados indicam que a integração

entre os diversos recursos tecnológicos tem impulsionado avanços significativos nos protocolos clínicos. Ferramentas como o escaneamento intraoral, a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), os softwares de planejamento virtual e os sistemas CAD/CAM se destacam por proporcionar uma abordagem mais segura, eficiente e personalizada aos tratamentos. Essa integração permite diagnósticos mais precisos, melhor análise do volume ósseo, previsibilidade na instalação dos implantes e maior controle sobre o planejamento protético¹⁰. Além disso, o escaneamento intraoral substitui os métodos tradicionais de moldagem, oferecendo maior conforto ao paciente e elevando a precisão dos modelos digitais, que alimentam sistemas de planejamento reverso e CAD/CAM^{9, 22, 36, 37}.

No contexto do planejamento reverso, a sequência clínica parte do resultado protético ideal e retrocede até a fase cirúrgica, possibilitando intervenções orientadas pela estética, funcionalidade e biomecânica. Essa filosofia de trabalho reduz falhas reabilitadoras e permite que os implantes sejam posicionados de forma mais estratégica, respeitando os limites anatômicos do paciente¹¹. A cirurgia guiada, por sua vez, representa um dos avanços mais significativos da implantodontia digital. A partir de imagens tridimensionais obtidas por CBCT e planejamentos virtuais, é possível confeccionar guias cirúrgicos personalizados que orientam o posicionamento dos implantes com elevada exatidão⁸. Esse processo reduz o tempo operatório, torna o procedimento menos invasivo, preserva estruturas anatômicas nobres e diminui o desconforto pós-operatório. Além disso, a previsibilidade cirúrgica alcançada com esse recurso impacta diretamente na longevidade dos implantes e na estética das reabilitações. No âmbito laboratorial, a tecnologia CAD/CAM tem revolucionado a confecção de próteses sobre implantes. A usinagem de materiais como zircônia e titânio, a partir de modelos digitais, garante maior resistência mecânica, estética superior e adaptações mais precisas^{3,32}. Esse fluxo digital reduz o retrabalho, aumenta a padronização das peças protéticas e permite entregas mais rápidas, otimizando a jornada do paciente e o tempo clínico do profissional.

Além do impacto direto na prática clínica, os avanços tecnológicos vêm transformando também o ensino odontológico. O uso de bancos de imagens radiográficas digitais, simuladores virtuais e softwares de planejamento tridimensional tem potencializado o processo de aprendizagem. Tais ferramentas oferecem aos estudantes uma vivência mais próxima da realidade clínica, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades críticas, raciocínio espacial e tomada de decisões mais embasada no ensino reforçando a preparação dos futuros profissionais para atuar em uma odontologia cada vez mais digitalizada⁵. Dessa forma, a análise dos estudos demonstra que a transformação digital na odontologia não se restringe à modernização de equipamentos. Trata-se de uma mudança paradigmática na forma de pensar, planejar e executar

os tratamentos. A prática odontológica passa a incorporar o raciocínio tecnológico em todas as etapas do cuidado, com reflexos evidentes na precisão dos procedimentos, na segurança clínica, na estética final e na satisfação do paciente⁷. A implantodontia digital, nesse contexto, consolida-se como um marco evolutivo na busca por excelência e inovação no campo da reabilitação oral⁸.

4. DISCUSSÃO

Com base na revisão narrativa da literatura, foi possível identificar um conjunto de evidências que apontam para a consolidação das tecnologias digitais como recursos fundamentais no aprimoramento da implantodontia contemporânea. A incorporação de tecnologias digitais à prática odontológica tem sido progressiva e impactante, redefinindo condutas clínicas em todas as especialidades. Recursos como a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), o escaneamento intraoral e os softwares de planejamento virtual têm modernizado não apenas o diagnóstico, mas também o planejamento e a execução de procedimentos¹¹. A literatura aponta que essas ferramentas elevam a acurácia dos tratamentos e tornam os procedimentos cirúrgicos menos invasivos, proporcionando maior previsibilidade clínica e satisfação do paciente⁷. A cirurgia guiada representa um dos avanços mais significativos impulsionados pela odontologia digital. Baseada na integração entre imagens tridimensionais obtidas por CBCT e sistemas CAD/CAM, essa técnica permite que o posicionamento dos implantes seja previamente planejado de forma virtual, com precisão milimétrica^{5,31}. Estudos recentes destacam que a utilização da cirurgia guiada na implantodontia promove benefícios clínicos significativos, como a redução do tempo operatório, a preservação das estruturas anatômicas e o aumento da previsibilidade dos resultados. Esses avanços são possibilitados pela integração entre imagens tomográficas tridimensionais (CBCT), escaneamentos intraorais e softwares de planejamento virtual, que juntos permitem a elaboração precisa de guias cirúrgicos personalizados. Tais guias orientam a perfuração óssea e a inserção dos implantes com maior exatidão, diminuindo os riscos de intercorrências intraoperatórias e potencializando o sucesso do procedimento. Essa abordagem proporciona mais segurança ao cirurgião-dentista e aumenta o conforto do paciente, já que, com a previsibilidade e a precisão proporcionadas pela tecnologia, há menor necessidade de intervenções invasivas e menor tempo de recuperação pós-operatória^{7,12, 21, 23}.

O conceito de planejamento reverso tem se consolidado como uma das inovações mais impactantes na odontologia digital, especialmente em implantodontia. Ele propõe que o projeto restaurador protético seja definido previamente e funcione como guia para todas as fases subsequentes do tratamento cirúrgico. Assim, ao invés de adaptar a prótese ao implante previamente instalado, planeja-se a posição

do implante com base na estética, na oclusão e na função desejadas da reabilitação final. Com o apoio do escaneamento intraoral, softwares de modelagem digital e sistemas CAD/CAM, torna-se possível gerar guias cirúrgicos que replicam com alta fidelidade o projeto protético idealizado^{24,26,28,29}. Essa integração tecnológica permite um alinhamento mais preciso entre as etapas cirúrgicas e protéticas, promovendo resultados funcionais e estéticos superiores^{6,10,12}. Além dos benefícios clínicos, o planejamento digital reverso associado à cirurgia guiada e à impressão 3D também representa uma revolução no campo laboratorial.

A capacidade de transferir virtualmente dados entre os ambientes clínico e técnico reduz erros de comunicação e aumenta a precisão na confecção de componentes protéticos personalizados. A adoção de materiais avançados, como a zircônia monolítica e o titânio usinado, combinados ao fresamento digital, garante maior durabilidade, melhor adaptação marginal e excelente resultado estético das próteses. Esses avanços convergem para um modelo de atendimento mais eficiente e centrado no paciente, que demanda menos consultas, apresenta menor índice de retrabalho e contribui para o fortalecimento da relação de confiança entre profissional e paciente.

Por fim, a transformação digital na implantodontia também reflete diretamente no ensino e na formação acadêmica. O uso de softwares tridimensionais, simulações digitais e ferramentas de realidade aumentada tem proporcionado aos estudantes uma experiência de aprendizado mais dinâmica e realista, facilitando a compreensão da anatomia, dos processos cirúrgicos e da reabilitação oral. Essa imersão no ambiente digital desde a graduação fortalece a capacidade crítica e o raciocínio clínico dos futuros profissionais, tornando-os mais preparados para atuar com segurança e competência em um mercado cada vez mais tecnológico. Dessa forma, os avanços digitais não apenas modernizam a prática odontológica, mas também ressignificam a maneira como se ensina e se aprende odontologia na contemporaneidade.

Essa estratégia, quando associada a sistemas CAD/CAM, garante maior precisão na instalação dos implantes e uma integração funcional e estética mais eficiente com a prótese final. A tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) consolidou-se como uma ferramenta indispensável na avaliação pré-operatória em implantodontia. Ela permite a visualização detalhada das estruturas ósseas, identificando a densidade, altura e largura óssea com alta resolução. Além de facilitar a identificação de estruturas anatômicas nobres, como seios maxilares e canais mandibulares, o CBCT contribui para a redução de intercorrências cirúrgicas e para o aumento das taxas de sucesso dos implantes^{21, 30,34,35}.

A introdução da tecnologia CAD/CAM na confecção de próteses sobre implantes tem transformado os fluxos laboratoriais e clínicos. A utilização de materiais biocompatíveis, como zircônia e titânio usinado, combinada à usinagem

computadorizada, oferece não apenas resistência e durabilidade, mas também um excelente desempenho estético e funcional. Além disso, o uso dessa tecnologia reduz o tempo clínico e laboratorial, aumenta a padronização dos resultados e melhora a adaptação marginal das reabilitações protéticas.

5. CONCLUSÃO

A incorporação de tecnologias digitais na implantodontia representa uma mudança paradigmática na odontologia moderna. Ferramentas como cirurgia guiada, planejamento reverso, escaneamento intraoral, CBCT e CAD/CAM oferecem maior segurança, precisão e previsibilidade clínica, otimizando os resultados funcionais e estéticos. O profissional que adota essas inovações se alinha com as exigências contemporâneas da prática odontológica e com as expectativas crescentes dos pacientes.

Conclui-se que a integração das tecnologias digitais consolida-se como um eixo essencial para a inovação na odontologia contemporânea, elevando o padrão de qualidade da implantodontia, ampliando as possibilidades terapêuticas no campo da reabilitação oral, e trazendo inovações posiciona a odontologia digital como eixo central para a evolução da prática clínica contemporânea.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Fernandes RS, carvalho AL. Imagem 3D na odontologia: aplicações clínicas. *J Dent Imaging*. 2021; 10(1):12-20.
- [2] Lopes ME, martins A. Planejamento reverso em implantodontia: conceito e prática clínica. *Dent Press Implantol*. 2022; 16(4):60-66.
- [3] Pereira FA, Oliveira MG, COSTA PR, et al. Odontologia digital: integração clínica e laboratorial. *J Prosthodont Res*. 2022; 66(3):211-218.
- [4] Rocha TM, Ferreira LA, Lima JR, et al. Cirurgia guiada: precisão e segurança na implantodontia. *Braz Dent J*. 2023; 34(1):89-96.
- [5] Polido WD, Joda T, Zarone F, et al. Cirurgias de implantes guiadas por computador podem se tornar progressivamente mais frequentes e precisas. *SciELO Brazil* 2007. [acesso 29 jul. 2025]. Disponível em: <<https://www.scielo.br/dpress>>.
- [6] Silva JR. Inovações tecnológicas na odontologia contemporânea. *Rev Odontol UNESP*. 2023; 52:e2023001.
- [7] Batista MS. Previsibilidade, agilidade e precisão nos processos. 2021. [acesso 29 jul. 2025]. Disponível em: <<http://repositorio.undb.edu.br/bitstream/areas/671/1/marcelo%20serra%20batista.pdf>>
- [8] Alves MBT. Cirurgia guiada em região posterior de mandíbula. 2025. [acesso 29 jul. 2025]. Disponível em: <<https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/download/9086/6456>>.
- [9] Araújo ALS, Freitas GL, Moreira HC. Avanços na odontologia com o advento das tecnologias. *Arch Health Investig* 2024. [acesso 29 jul. 2025]. Disponível em: <<https://archhealthinvestigation.com.br/download>>.
- [10] Araújo JM, Costa EF, Miranda AR. A odontologia digital como coadjuvante no planejamento. *Res Soc Dev*. 2024. [acesso 29 jul. 2025]. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/rsd/article/download>>.
- [11] Coelho RAF, Oliveira SM, Lima FA, et al. Odontologia digital aplicada à implantodontia. *Rev UNIPORÁ*. 2024. [acesso 29 jul. 2025]. Disponível em: <<https://revista.unipora.edu.br/ies/article/view>>.
- [12] Ferreira RP. Resultados clínico-cirúrgicos em implantodontia digital: evidências a partir de base SciELO Brasil. *Rev Clin Dent Brasil*. 2020. [acesso 30 jul. 2025]. Disponível em: <<https://www.scielo.br/rcbc>>
- [13] Ferreira RP. Previsibilidade da cirurgia guiada em implantodontia. *ResearchGate* [Internet]. 2020 [citado 30 jul. 2025]. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/>>
- [14] Selz C, et al. Full-mouth rehabilitation with monolithic CAD/CAM-fabricated hybrid and all-ceramic materials: A case report and 3-year follow up. *Quintessence Int*. 2016; 47(2): 115-21.
- [15] Sun YC, et al. Research and development of digital design and fabrication of complete denture. *Zhonghua kou qiang yi xue za zhi= Zhonghua kouqiang yixue zazhi= Chinese Journal of Stomatology*. 2018; 53(1): 60-65.
- [16] Lee JD, et al. Integrated Digital and Conventional Treatment Workflow in Guided Complete Mouth Implant Rehabilitation: A Clinical Case Report. *Dentistry Journal*. 2019b; 7(4):100.
- [17] Lesage BP. CAD/CAM: Applications for transitional bonding to restore occlusal vertical dimension. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2020; 32(2):132-140.
- [18] Del Curto F, et al. CAD/CAM-based chairside restorative technique with composite resin for full-mouth adhesive rehabilitation of excessively worn dentition. *The International Journal of Esthetic Dentistry*. 2018; 13(1): 50.
- [19] Hassan B, et al. A digital approach integrating facial scanning in a CAD-CAM workflow for complete-mouth implantsupported rehabilitation of patients with edentulism: a pilot clinical study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017a; 117(4):486-492.
- [20] Mehra M, et al. Mandibular fibular graft reconstruction with CAD/CAM technology: A clinical report and literature review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2016; 115(1):123-128.
- [21] Al-Humood H. et al. Marginal Fit, Mechanical Properties, and Esthetic Outcomes of CAD/CAM Interim Fixed Dental Prostheses (FDPs): A Systematic Review. *Materials*. 2023; 16(5).
- [22] Amornvit P, Rokaya D, Sanohkan S. Comparison of accuracy of current ten intraoral scanners. *BioMed Research International*. 2021.
- [23] Ardila CM, González-Arroyave D. Efficacy of CAD/CAM technology in dental procedures performed by students: A systematic scoping review of randomized clinical trials. *Heliyon*. 2023.
- [24] Bernardes SR, De Matias TSI, Thomé G. Tecnologia CAD/CAM aplicada a prótese dentária e sobre implantes. *Jornal Ilapeo*. 2012; 6(1):8-13.
- [25] Correia ARM, et al. CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa. *Revista de Odontologia da UNESP*. 2013; 35(2):183-189.
- [26] Cruz EM. Sistemas CAD/CAM na Odontologia. 2018.
- [27] Cunha TMA, Barbosa IS, Palma KK. Orthodontic digital workflow: Devices and clinical applications.

- Dental Press Journal of Orthodontics. 2021; v. 26, p. e21spe6, 2021.
- [28] Freitas RFCP. Tecnologia digital em próteses totais: propriedades dos materiais CAD-CAM e desenvolvimento de uma patente de inovação para simplificação do fluxo de trabalho. 2022.
- [29] Jovanović M, Živić M, Milosavljević M. A potential application of materials based on a polymer and CAD/CAM composite resins in prosthetic dentistry. *Journal of Prosthodontic Research*. 2021; 65(2):137-147.
- [30] Kayatt FE. Aplicação dos Sistemas CAD/CAM na Odontologia. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil. 2013.
- [31] Mazaro JVQ, *et al.* Cerâmicas monolíticas: mito, realidade ou apenas mais uma opção clínica. *Associação Brasileira de Odontologia. Pro-odonto Prótese e dentística*. 2016; 4(10):9-42.
- [32] Miyazaki T. *et al.* A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dental Materials Journal*. 2009; 28(1):44-56.
- [33] Olivier GEH. Sistema Cad/Cam-Revisão De Literatura. 2016.
- [34] Takaichi A, *et al.* A systematic review of digital removable partial dentures. Part II: CAD/CAM framework, artificial teeth, and denture base. *Journal of Prosthodontic Research*. 2022; 66(1):53-67.
- [35] Tian Y. *et al.* A review of 3D printing in dentistry: Technologies, affecting factors, and applications. *Scanning*. 2021.
- [36] Vieira JVF. Principais software usados em CAD CAM e suas potencialidades. 2022.
- [37] Yin X. (CAD/CAM) Preliminary Establishment of Digital System in Dental Restoration. In: *International Conference on Forthcoming Networks and Sustainability in the IoT Era*. Cham: Springer International Publishing. 2021; 24-31.