



PBPC
ISSN 2674-9432



Qualis A3
CAPES 2021-2024



DOI - Crossref

Latindex



Indexado no
Acadêmico

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO EIXO CENTRAL DA CIRURGIA DIGITAL: INTEGRAÇÃO AVANÇADA ENTRE CIRURGIA GUIADA, IMPRESSÃO 3D E NAVEGAÇÃO DINÂMICA NA ODONTOLOGIA DE PRECISÃO

Ana Luísa de Castro e Silva¹, Rafael Arantes Soares Reis², Jennifer Vera Santos Gumert³, Gabriel da Silva Costa⁴, Samara de Oliveira Ribeiro⁵, Christian Cesar Soares⁶, Ediliana Dias Chaves Campos de Amaral⁷, Andreza Calazans Rodrigues⁸



<https://doi.org/10.36557/2674-9432.2026v5n1p3082-3089>

Artigo recebido em 23 de Janeiro e publicado em 23 de Março de 2026

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

A Odontologia contemporânea vem sendo profundamente transformada pela incorporação de tecnologias digitais avançadas, especialmente pela integração entre Inteligência Artificial (IA), Cirurgia Guiada, Impressão 3D e Navegação Dinâmica. O presente trabalho tem como objetivo analisar criticamente o papel dessa convergência tecnológica na reestruturação dos processos de diagnóstico, planejamento e execução terapêutica na prática odontológica. Trata-se de um estudo de revisão narrativa, desenvolvido a partir da discussão conceitual e aplicada de evidências relacionadas à IA na Odontologia digital, com ênfase em suas interfaces com fluxos cirúrgicos guiados, manufatura aditiva e sistemas de navegação em tempo real. Observa-se que a IA amplia a capacidade de interpretação de grandes volumes de dados clínicos, radiográficos e biomecânicos, permitindo maior precisão na segmentação anatômica, no planejamento cirúrgico, na personalização de dispositivos impressos e no monitoramento intraoperatório. Em associação à Cirurgia Guiada, a Impressão 3D e a Navegação Dinâmica, os sistemas inteligentes contribuem para redução da variabilidade interoperatorial, aumento da previsibilidade clínica, diminuição do tempo cirúrgico e maior segurança em procedimentos complexos. Além dos benefícios clínicos, essa integração impacta positivamente a formação profissional e a pesquisa científica, ao favorecer a padronização de protocolos, a simulação de cenários terapêuticos e a geração de dados estruturados para análises mais robustas. Por outro lado, persistem desafios relacionados à validação externa dos algoritmos, interoperabilidade entre plataformas, qualidade dos bancos de dados e questões



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO EIXO CENTRAL DA CIRURGIA DIGITAL: INTEGRAÇÃO AVANÇADA ENTRE CIRURGIA GUIADA, IMPRESSÃO 3D E NAVEGAÇÃO DINÂMICA NA ODONTOLOGIA DE PRECISÃO

Silva *et. al.*

éticas ligadas à transparência, segurança da informação e responsabilidade profissional. Conclui-se que a integração entre IA, Cirurgia Guiada, Impressão 3D e Navegação Dinâmica representa um novo paradigma na Odontologia, consolidando uma prática mais precisa, personalizada, adaptativa e orientada por dados.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Odontologia Digital, Cirurgia Guiada, Impressão 3D, Navegação Dinâmica

ABSTRACT

Contemporary dentistry has been profoundly transformed by the incorporation of advanced digital technologies, especially through the integration of Artificial Intelligence (AI), Guided Surgery, 3D Printing, and Dynamic Navigation. This study aims to critically analyze the role of this technological convergence in restructuring diagnostic, planning, and therapeutic execution processes in dental practice. This is a narrative review based on the conceptual and applied discussion of evidence related to AI in digital dentistry, with emphasis on its interfaces with guided surgical workflows, additive manufacturing, and real-time navigation systems. AI has been shown to enhance the interpretation of large volumes of clinical, radiographic, and biomechanical data, enabling greater precision in anatomical segmentation, surgical planning, customization of printed devices, and intraoperative monitoring. When associated with Guided Surgery, 3D Printing, and Dynamic Navigation, intelligent systems contribute to reduced inter-operator variability, increased clinical predictability, shorter surgical time, and greater safety in complex procedures. In addition to clinical benefits, this integration positively impacts professional education and scientific research by favoring protocol standardization, therapeutic scenario simulation, and the generation of structured data for more robust analyses. On the other hand, important challenges remain regarding external validation of algorithms, interoperability among platforms, data quality, and ethical issues related to transparency, information security, and professional responsibility. It is concluded that the integration of AI, Guided Surgery, 3D Printing, and Dynamic Navigation represents a new paradigm in dentistry, consolidating a more precise, personalized, adaptive, and data-driven practice.

Keywords: Artificial Intelligence, Digital Dentistry, Guided Surgery, 3D Printing, Dynamic Navigation

Instituição afiliada – *Universidade Salgado de Oliveira, Goiânia, Goiás, Brasil¹, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil², Centro Universitário UniDomBosco, Curitiba, PR, Brasil³, São Leopoldo Mandic, Rj, Brasil⁴, Faculdade unidas do Norte de minas (FUNORTE), Valadares, Brasil⁵, Graduação em Odontologia Univale Governador Valadares, Brasil⁶, PUC PR, Brasil⁷, Endodontista pela INCO25, Niterói, RJ, Brasil⁸*

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





1 INTRODUÇÃO

A Odontologia contemporânea encontra-se em um momento de transformação estrutural impulsionado pela incorporação progressiva de tecnologias digitais ao diagnóstico, ao planejamento e à execução terapêutica. Recursos como a tomografia computadorizada de feixe cônico, os softwares de planejamento virtual, a Cirurgia Guiada, a Impressão 3D e a Navegação Dinâmica promoveram avanços expressivos na previsibilidade e na segurança clínica. Entretanto, a crescente complexidade dos dados clínicos e radiográficos passou a exigir ferramentas capazes de interpretar, integrar e operacionalizar essas informações de maneira mais eficiente.

Nesse contexto, a Inteligência Artificial emerge como um elemento central da Odontologia digital contemporânea. Diferentemente dos sistemas digitais convencionais, a IA introduz capacidade analítica ampliada, permitindo reconhecimento de padrões, automação de processos e suporte à decisão clínica a partir de grandes volumes de dados. Essa convergência tecnológica transforma fluxos antes fragmentados em ecossistemas inteligentes, nos quais diagnóstico, planejamento, manufatura digital e execução clínica tornam-se progressivamente mais integrados, adaptativos e orientados por evidências.

A associação entre IA, Cirurgia Guiada, Impressão 3D e Navegação Dinâmica representa, portanto, mais do que a sobreposição de ferramentas tecnológicas. Trata-se de uma mudança paradigmática, com implicações clínicas, científicas e educacionais relevantes. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo analisar criticamente a integração dessas tecnologias na Odontologia contemporânea, abordando seus fundamentos conceituais, aplicações, benefícios, limitações e perspectivas futuras.

2 METODOLOGIA



Este estudo caracteriza-se como uma revisão narrativa de literatura, com abordagem descritiva e analítica, voltada à discussão da integração entre Inteligência Artificial, Cirurgia Guiada, Impressão 3D e Navegação Dinâmica na Odontologia contemporânea. A construção do manuscrito baseou-se na análise crítica de publicações científicas relacionadas à Odontologia digital, inteligência computacional aplicada à saúde, planejamento cirúrgico, manufatura aditiva e sistemas de navegação em tempo real.

A revisão foi conduzida com foco na identificação dos principais fundamentos conceituais, aplicações clínicas, impactos educacionais e científicos, além dos desafios técnicos e éticos associados ao uso da IA em fluxos odontológicos digitais. Os dados foram organizados tematicamente, buscando integrar aspectos tecnológicos, clínicos e científicos em uma perspectiva ampla e atualizada. Por se tratar de revisão narrativa, não houve aplicação de protocolo sistemático de elegibilidade ou meta-análise estatística.

3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

RESULTADOS

A análise do conteúdo evidenciou que a Inteligência Artificial exerce papel progressivamente estratégico na Odontologia digital, especialmente ao permitir integração sistêmica entre dados clínicos, radiográficos e biomecânicos. Nos fluxos de Cirurgia Guiada, observou-se que a IA contribui para segmentação anatômica mais precisa, identificação automatizada de estruturas críticas e proposição de posicionamentos implantários mais alinhados a critérios cirúrgicos, protéticos e estéticos.

Na Impressão 3D, a IA mostrou potencial para otimização do design de guias cirúrgicos e dispositivos personalizados, com possibilidade de ajuste automatizado de espessura, estabilidade, adaptação anatômica e resistência mecânica. Também foram identificadas aplicações voltadas ao aprimoramento dos parâmetros de fabricação e à



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO EIXO CENTRAL DA CIRURGIA DIGITAL: INTEGRAÇÃO AVANÇADA ENTRE CIRURGIA GUIADA, IMPRESSÃO 3D E NAVEGAÇÃO DINÂMICA NA ODONTOLOGIA DE PRECISÃO

Silva *et. al.*

criação de ciclos contínuos de retroalimentação clínica, tornando a manufatura digital mais previsível e inteligente.

Em relação à Navegação Dinâmica, a integração com IA demonstrou potencial para monitoramento intraoperatório em tempo real, com detecção de desvios, emissão de alertas diante da proximidade de estruturas anatômicas críticas e possibilidade futura de cirurgia adaptativa. De forma geral, os dados apontam que a convergência entre essas tecnologias está associada a maior precisão cirúrgica, redução da variabilidade interoperatorial, menor tempo operatório e ampliação da segurança em procedimentos complexos.

DISCUSSÃO

Os achados analisados indicam que a integração entre Inteligência Artificial, Cirurgia Guiada, Impressão 3D e Navegação Dinâmica representa um dos movimentos mais relevantes da Odontologia do século XXI. A principal contribuição da IA reside em sua capacidade de transformar dados dispersos em informações clínicas acionáveis, reduzindo a sobrecarga cognitiva do profissional e qualificando o processo decisório em diferentes etapas do tratamento.

Nos fluxos digitais convencionais, a dependência excessiva da interpretação manual, a fragmentação de softwares e a ausência de mecanismos preditivos constituem limitações importantes. Nesse cenário, a IA atua como resposta estrutural, promovendo automação, padronização e integração inteligente. Essa mudança é particularmente significativa em procedimentos cirúrgicos, nos quais a precisão milimétrica e a correta interpretação anatômica são decisivas para o sucesso clínico.

A associação com a Cirurgia Guiada reforça a previsibilidade dos planejamentos e a fidelidade entre ambiente virtual e campo operatório. Quando vinculada à Impressão 3D, a IA expande o potencial da manufatura digital, permitindo dispositivos mais estáveis, personalizados e compatíveis com as exigências biomecânicas de cada caso. Já na Navegação Dinâmica, a IA amplia a segurança intraoperatória ao fornecer monitoramento contínuo e suporte em tempo real, aproximando a prática odontológica de um modelo de cirurgia inteligente e adaptativa.



Além do impacto clínico, essa integração tecnológica possui relevância educacional e científica. Ambientes de simulação, padronização de protocolos, análise retrospectiva de trajetórias cirúrgicas e produção de grandes volumes de dados estruturados favorecem a formação de profissionais mais preparados e o desenvolvimento de pesquisas multicêntricas com maior robustez metodológica.

Contudo, a adoção ampla dessas tecnologias ainda depende do enfrentamento de limitações importantes. Entre elas, destacam-se a necessidade de validação clínica externa dos algoritmos, a baixa interoperabilidade entre plataformas, a qualidade heterogênea dos bancos de dados e os riscos de vieses algorítmicos. Também merecem atenção as implicações éticas relacionadas à explicabilidade das decisões automatizadas, à proteção dos dados dos pacientes e à definição clara da responsabilidade profissional frente ao uso de sistemas inteligentes.

Assim, embora o potencial transformador da IA na Odontologia seja evidente, sua consolidação exige implementação crítica, responsável e cientificamente fundamentada. O uso da Inteligência Artificial deve ser compreendido como apoio qualificado à decisão clínica, sem substituir o julgamento do cirurgião-dentista.

4 CONCLUSÃO

A integração entre Inteligência Artificial, Cirurgia Guiada, Impressão 3D e Navegação Dinâmica redefine a prática odontológica contemporânea ao estabelecer um modelo clínico mais preciso, preditivo, adaptativo e personalizado. Essa convergência tecnológica fortalece o diagnóstico, otimiza o planejamento, melhora a execução cirúrgica e amplia a segurança dos procedimentos, além de impactar positivamente a formação profissional e a pesquisa científica.

Apesar dos desafios científicos, técnicos e éticos ainda existentes, a literatura indica que essa integração constitui um novo padrão de excelência na Odontologia digital. Sua adoção crítica e baseada em evidências poderá sustentar uma transformação duradoura da prática odontológica, alinhada aos princípios da saúde digital e da medicina de precisão.



5 REFERÊNCIAS

Mangano FG, Admakin O, Lerner H, Mangano C. Artificial intelligence and augmented reality for guided implant surgery planning: a proof of concept. **J Dent.** 2023;133:104485. doi:10.1016/j.jdent.2023.104485.

Kafedzhieva A, Vlahova A, Chuchulska B. Digital technologies in implantology: a narrative review. **Bioengineering (Basel).** 2025;12(9):927. doi:10.3390/bioengineering12090927.

Menon SS, Jacob SA, Paul AE, Vasudevan AK, Balakrishnan B, Peter MR. Use of artificial intelligence in dental implant navigation systems: a scoping review. **Cureus.** 2025;18(1):e100776. doi:10.7759/cureus.100776.

Shi Y, Wang J, Ma C, et al. A systematic review of the accuracy of digital surgical guides for dental implantation. **Int J Implant Dent.** 2023;9:38. doi:10.1186/s40729-023-00507-w.

Rokaya D, Al Jaghsi A, Jagtap R, Srimaneepong V. Artificial intelligence in dentistry and dental biomaterials. **Front Dent Med.** 2024;5:1525505. doi:10.3389/fdmed.2024.1525505.

Salazar LMC, Tijerina JAM, Martinez Garcia MG, et al. The digital dental landscape: a systematic review of 3D printing, AI, lasers, and augmented/virtual reality. **Int J Appl Dent Sci.** 2026;12(1A):41-45. doi:10.22271/oral.2026.v12.i1a.2324.

Sushma N, Sujesh M, Ravi Kumar C, Rao DC. Accuracy of artificial intelligence in implant dentistry: a review. **Int J Appl Dent Sci.** 2025;11(3D):2214. doi:10.22271/oral.2025.v11.i3d.2214.