

A IMPORTÂNCIA DO FLUXO DIGITAL NA OTIMIZAÇÃO DO PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE CIRURGIA GUIADAS EM ODONTOLOGIA

THE IMPORTANCE OF DIGITAL FLOW IN THE OPTIMIZATION OF PLANNING AND EXECUTION OF SURGERY GUIDED IN DENTISTRY

MATHEUS BRAGA OLIVEIRA¹, MAURICIO CELANI LOPES SIQUEIRA², RODRIGO SIMÕES DE OLIVEIRA^{3*}

1. Acadêmico do curso de graduação do curso de Odontologia da Universidade de Vassouras; 2. Professor Mestre do curso de Odontologia da Universidade de Vassouras; 3. Professor Mestre em Odontologia Restauradora, Disciplina de Dentística do curso de Odontologia da Universidade de Vassouras.

*Avenida Prefeito Roberto Bichara, 26/502, Centro, Barra do Piraí, Rio de Janeiro, Brasil. CEP: 27120-010. rodsimol@gmail.com

Recebido em 28/05/2026. Aceito para publicação em 12/06/2026

RESUMO

A Odontologia tem passado por significativas transformações com a incorporação de tecnologias digitais no planejamento e execução dos tratamentos. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar a aplicação do fluxo digital e das cirurgias guiadas nas diferentes especialidades odontológicas, destacando seus benefícios, limitações e impactos na prática clínica. Trata-se de uma revisão de literatura baseada em artigos científicos nacionais e internacionais que abordam o uso de tecnologias como tomografia computadorizada de feixe cônico, escaneamento intraoral, softwares de planejamento virtual e impressão tridimensional. Os resultados evidenciam que o uso dessas ferramentas proporciona maior precisão, previsibilidade e segurança nos procedimentos, além de reduzir o tempo clínico e o trauma cirúrgico. Observa-se que as cirurgias guiadas apresentam ampla aplicabilidade na implantodontia, periodontia, endodontia e cirurgia bucomaxilofacial, contribuindo para melhores desfechos estéticos e funcionais. Entretanto, fatores como o alto custo dos equipamentos, a necessidade de capacitação profissional e a dependência tecnológica ainda representam desafios para sua ampla disseminação. Conclui-se que o fluxo digital representa uma evolução significativa na Odontologia contemporânea, devendo ser utilizado de forma integrada ao conhecimento clínico, a fim de garantir resultados eficazes e seguros.

PALAVRAS-CHAVE: Cirurgia Assistida por Computador; Impressão Tridimensional; Odontologia, Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico; Software.

ABSTRACT

Dentistry has undergone significant transformations with the incorporation of digital technologies into treatment planning and execution. In this context, this study aims to analyze the application of the digital workflow and guided surgery across different dental specialties, highlighting their benefits, limitations, and impacts on clinical practice. This is a literature

review based on national and international scientific articles addressing technologies such as cone-beam computed tomography, intraoral scanning, virtual planning software, and three-dimensional printing. The results demonstrate that the use of these tools provides greater precision, predictability, and safety in procedures, in addition to reducing clinical time and surgical trauma. Guided surgeries show broad applicability in implantology, periodontics, endodontics, and oral and maxillofacial surgery, contributing to improved aesthetic and functional outcomes. However, factors such as high equipment costs, the need for professional training, and technological dependence still represent challenges for widespread adoption. It is concluded that the digital workflow represents a significant advancement in contemporary dentistry and should be used in conjunction with clinical expertise to ensure effective and safe results.

KEYWORDS: Surgery; Computer-Assisted; Printing, Three-Dimensional; Dentistry; Cone-Beam Computed Tomography; Software.

1. INTRODUÇÃO

Do diagnóstico à reabilitação, o papel do fluxo digital, tem tornado os processos mais rápidos, aumentado a precisão dos procedimentos e melhorado a comunicação entre profissionais e pacientes. O uso da informática e de ferramentas digitais, como o planejamento virtual e as cirurgias guiadas por computador, tem elevado o nível dos atendimentos, trazendo mais previsibilidade e melhores resultados nos tratamentos cirúrgicos e reabilitadores. Esses avanços fazem da Odontologia digital um dos pilares para o futuro da profissão¹.

Com o avanço das tecnologias digitais, especialmente com o uso do sistema CAD/CAM (Desenho Assistido por Computador e Fabricação Assistida por Computador), essa evolução se tornou ainda mais visível. Desenvolvido inicialmente entre as décadas de 1970 e 1980, esse sistema vem sendo

aperfeiçoado ao longo dos anos e, atualmente, é uma ferramenta essencial em várias áreas da Odontologia².

O uso de biomodelos tridimensionais (3D) também trouxe melhorias importantes para a prática cirúrgica, ao permitir uma visualização mais clara da área onde será feita a cirurgia. Esses modelos ajudam o cirurgião a analisar os detalhes da anatomia do paciente, prever possíveis dificuldades e planejar o procedimento com mais precisão. Isso faz com que os riscos durante a cirurgia diminuam, aumente a segurança e melhorem os resultados estéticos e funcionais³.

Esses biomodelos 3D são feitos a partir de imagens de exames como tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética (RM), ultrassom e escaneamentos 3D. Com o uso de softwares específicos, essas imagens são organizadas e transformadas em modelos digitais que representam com fidelidade as estruturas do paciente. Esses modelos podem depois ser impressos por meio de técnicas de prototipagem rápida, gerando peças físicas a partir dos dados obtidos⁴.

Diante desse cenário, fica claro que a união entre as tecnologias digitais, como os sistemas CAD/CAM e a prototipagem rápida, está mudando a forma como a odontologia é feita. O uso de biomodelos 3D, junto aos exames de imagem e programas de computador, melhora o planejamento e a realização dos procedimentos, trazendo mais segurança, previsibilidade e qualidade aos tratamentos. Dessa forma, a Odontologia digital se firma como parte essencial do crescimento científico e clínico da profissão, oferecendo uma prática mais precisa, individualizada e baseada em dados reais⁴.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo consiste em uma revisão de literatura narrativa com abordagem qualitativa, cujo objetivo foi reunir e analisar criticamente as evidências científicas publicadas sobre a importância do fluxo digital na otimização do planejamento e execução de cirurgias guiadas em odontologia.

A busca por artigos científicos foi realizada nas seguintes bases de dados: Google Acadêmico, PubMed, SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), BMC *Oral Health* e *Archives of Health Investigation*. Foram utilizados descritores em português e inglês, tais como: “cirurgia assistida por computador”, “impressão tridimensional”, “odontologia”, “tomografia computadorizada de feixe cônico” e “software”.

A busca inicial resultou em aproximadamente 60 artigos. Após a aplicação dos critérios de exclusão, publicações entre os anos de 2000 e 2026, nos idiomas português e inglês, procedeu-se à leitura dos títulos e resumos para avaliação da relevância em relação ao tema proposto. Foram excluídos estudos que não apresentavam relação direta com o fluxo digital aplicado às cirurgias guiadas em odontologia, bem como trabalhos laboratoriais ou realizados em modelos animais.

Ao final do processo de seleção, foram incluídos 22 artigos para análise, os quais subsidiaram a construção

desta revisão.

3. DESENVOLVIMENTO

Evolução da Odontologia Digital

A evolução da odontologia digital consolidou-se na década de 1980, período marcado pelo desenvolvimento das primeiras aplicações clínicas de sistemas CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing). Um marco significativo foi o desenvolvimento do sistema CEREC por Werner H. Mörmann e Marco Brandestini na University of Zurich, cuja primeira aplicação clínica foi reportada em 1985. Essa inovação possibilitou, pela primeira vez, a confecção de restaurações cerâmicas diretamente no ambiente clínico odontológico, por meio de um fluxo digital integrado envolvendo escaneamento óptico, processamento computacional e fresagem da peça, configurando-se como um marco na odontologia digital contemporânea⁵.

A partir das décadas de 1990 e 2000, observou-se uma expansão significativa dos sistemas CAD/CAM na odontologia, impulsionada pelo avanço das tecnologias digitais e pela busca por maior precisão e eficiência nos procedimentos clínicos e laboratoriais. Esses sistemas passaram a ser amplamente utilizados na confecção de restaurações protéticas, contribuindo para a padronização dos processos e redução de etapas operacionais^{6,7}.

Paralelamente, a introdução da tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) representou um importante avanço no diagnóstico por imagem, permitindo a obtenção de imagens tridimensionais com maior detalhamento das estruturas anatômicas. Essa tecnologia passou a auxiliar especialmente áreas como implantodontia, endodontia e cirurgia bucomaxilofacial, proporcionando maior precisão diagnóstica e contribuindo para um planejamento cirúrgico mais seguro e previsível⁸.

A partir da década de 2000, a odontologia passou por importantes avanços tecnológicos com a introdução e o aprimoramento das ferramentas digitais, destacando-se os scanners intraorais e as impressoras 3D. Os scanners intraorais possibilitaram a obtenção de impressões digitais tridimensionais com elevada precisão, reduzindo a necessidade de materiais convencionais de moldagem e proporcionando maior conforto ao paciente, além de otimizar o fluxo clínico e reduzir o tempo de trabalho^{9,10}.

Paralelamente, a impressão 3D passou a desempenhar papel fundamental na confecção de biomodelos e dispositivos personalizados, como guias cirúrgicos, contribuindo significativamente para o planejamento pré-operatório e aumentando a previsibilidade dos procedimentos, especialmente em áreas como implantodontia e cirurgia bucomaxilofacial^{10,11}. Essas tecnologias, quando integradas aos sistemas CAD/CAM, possibilitaram o desenvolvimento de um fluxo digital completo, promovendo maior precisão, padronização dos processos e melhores resultados clínicos^{9,11}.

Entre 2010 e 2020, observou-se uma evolução significativa e a consolidação progressiva dos fluxos digitais na prática odontológica, caracterizada pela integração entre o escaneamento intraoral, o planejamento virtual e a manufatura automatizada de dispositivos clínicos^{9,10}. Esse avanço contribuiu para tornar os procedimentos mais ágeis, precisos e previsíveis, além de favorecer a padronização dos processos clínicos e laboratoriais, especialmente com a incorporação dos sistemas CAD/CAM na rotina odontológica^{2,11}. Nesse mesmo período, a tomografia computadorizada de feixe cônico apresentou crescente utilização no diagnóstico por imagem, permitindo análises tridimensionais mais detalhadas e contribuindo para um planejamento mais seguro e eficiente, particularmente em áreas como implantodontia e cirurgia bucomaxilofacial⁸.

A partir de 2020, observa-se uma nova fase na evolução tecnológica da Odontologia, denominada Odontologia 4.0, caracterizada pela incorporação de tecnologias digitais avançadas, com destaque para a inteligência artificial. Essa tecnologia tem sido aplicada no auxílio ao diagnóstico clínico, na análise de imagens e na predição de tratamentos, contribuindo para maior precisão e eficiência nos fluxos de trabalho¹². Paralelamente, destaca-se o avanço da teleodontologia, que possibilita a realização de atendimentos remotos, triagens e acompanhamento de pacientes à distância, ampliando o acesso aos serviços de saúde bucal.¹² Além disso, tecnologias emergentes como os biossensores vêm sendo desenvolvidas para monitoramento contínuo de parâmetros fisiológicos, permitindo uma abordagem mais preventiva e personalizada¹³. Dessa forma, a integração dessas tecnologias evidencia uma transformação significativa na prática odontológica contemporânea.

Fluxo Digital e Planejamento Cirúrgico

No contexto do fluxo digital aplicado ao planejamento cirúrgico, destaca-se o uso da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), seguida da reconstrução tridimensional, do planejamento virtual em softwares dedicados, como coDiagnostiX®, Exoplan® e Blue Sky Plan®, e da confecção do guia cirúrgico (estático) ou da utilização de navegação dinâmica^{2,8}. Esse fluxo digital permite a simulação prévia do procedimento, possibilitando a definição da posição tridimensional do implante ou do corte cirúrgico antes da intervenção. A utilização desses recursos digitais possibilita a análise detalhada das estruturas anatômicas, contribuindo para a redução de variações intraoperatórias e dos riscos de lesão a estruturas nobres. Além disso, a integração com tecnologias como scanners intraorais e sistemas CAD/CAM amplia a precisão do planejamento e da execução clínica^{9,10}.

A confecção de guias cirúrgicos por meio da impressão 3D tem contribuído significativamente para o correto posicionamento de implantes e execução dos procedimentos planejados virtualmente^{14,15}. Estudos indicam que o uso de guias cirúrgicos digitais melhora

significativamente a previsibilidade e a acurácia do posicionamento dos implantes quando comparado às técnicas convencionais, embora variações possam ocorrer de acordo com o tipo de guia e o sistema utilizado^{11,1}.

Aplicações Clínicas das Cirurgias Guiadas Aplicação na Implantodontia

Na implantodontia, o método de cirurgia guiada encontra-se consolidado e amplamente aplicado. O planejamento virtual do posicionamento dos implantes permite a visualização tridimensional das estruturas anatômicas e sua relação com a futura prótese, possibilitando a confecção de guias cirúrgicos por meio da impressão 3D, os quais orientam toda a sequência de perfuração e inserção do implante^{2,14}.

Essa abordagem está diretamente associada ao fluxo digital na Odontologia, integrando exames de imagem, softwares de planejamento e sistemas CAD/CAM, o que contribui para maior precisão e previsibilidade dos resultados clínicos^{9,11}. Além disso, a técnica possibilita a realização de procedimentos menos invasivos, como cirurgias sem retalho (flapless), reduzindo o trauma cirúrgico, o edema e o desconforto pós-operatório, além de favorecer melhores resultados estéticos e funcionais¹.

Além das reabilitações com implantes, a tecnologia de cirurgia guiada e o planejamento digital têm sido aplicados em outros procedimentos cirúrgicos, como exodontias complexas, osteotomias e cirurgias ortognáticas. O uso de biomodelos tridimensionais e da prototipagem rápida permite a análise prévia das estruturas anatômicas, o planejamento de movimentos ósseos e a otimização do tempo cirúrgico¹.

A utilização de guias cirúrgicos impressos e do planejamento virtual contribui para maior acurácia na execução dos procedimentos, além de melhorar a comunicação entre as equipes clínica e laboratorial, sendo considerada uma das principais evoluções da Odontologia digital contemporânea^{1,15}.

Aplicações Clínicas das Cirurgias Guiadas Aplicação na Periodontia

Na Periodontia, o uso de guias cirúrgicos digitais tem se destacado principalmente em procedimentos de cirurgia plástica periodontal, como o aumento de coroa clínica estética (esthetic crown lengthening) e a correção do sorriso gengival (gummy smile correction), frequentemente realizados por meio da técnica de cirurgia periodontal guiada digitalmente (digitally guided periodontal surgery). Essa abordagem baseia-se na integração de exames de imagem, como a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), com escaneamentos intraorais e softwares de planejamento digital, permitindo a simulação prévia do resultado estético e funcional^{16,17}.

Dentro desse contexto, destaca-se também o conceito de Planejamento Digital do Sorriso (Digital Smile Design – DSD), que auxilia na definição da nova arquitetura gengival com base em parâmetros estéticos faciais e dentários. A partir desse planejamento, são

confeccionados guias cirúrgicos personalizados por impressão 3D, que orientam com precisão tanto as incisões gengivais quanto as osteotomias necessárias para o restabelecimento do espaço biológico. Essa técnica permite maior controle da profundidade e extensão dos cortes, reduzindo erros intraoperatórios e aumentando a previsibilidade dos resultados^{16,17}.

Além disso, a cirurgia periodontal guiada pode ser realizada por meio de abordagens minimamente invasivas, incluindo a técnica flapless, na qual não há levantamento de retalho, o que contribui para menor trauma cirúrgico, redução de edema e dor pós-operatória, além de uma cicatrização mais rápida. A utilização de guias digitais também promove padronização dos procedimentos, melhor comunicação entre o cirurgião e o laboratório e maior reprodutibilidade dos resultados clínicos¹⁵.

Aplicações Clínicas das Cirurgias Guiadas Aplicação na Endodontia

Na Endodontia, o uso de tecnologias digitais tem possibilitado avanços significativos, destacando-se a aplicação da endodontia guiada (*guided endodontics*), especialmente em casos de canais radiculares calcificados e de difícil localização. Essa técnica baseia-se na integração entre a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e o escaneamento intraoral, permitindo o planejamento virtual do trajeto de acesso ao canal radicular de forma tridimensional¹⁸.

A partir desse planejamento, são confeccionados guias endodônticos personalizados por meio da impressão 3D, que direcionam com precisão a broca até a região do canal, minimizando o risco de desvios, perfurações e desgaste excessivo de estrutura dentária sadia. Esse tipo de abordagem é particularmente relevante em dentes com calcificação pulpar severa, nos quais os métodos convencionais apresentam maior grau de dificuldade e menor previsibilidade^{19,20}.

Além disso, a endodontia guiada está associada à redução do tempo clínico e do número de tentativas para localização do canal, contribuindo para maior segurança operatória e conforto ao paciente. Estudos recentes indicam que essa técnica apresenta elevada taxa de sucesso clínico, além de promover maior preservação da estrutura dentária quando comparada às abordagens tradicionais²⁰.

Aplicações Clínicas das Cirurgias Guiadas Aplicação na Cirurgia

Na Cirurgia Bucomaxilofacial, a incorporação do fluxo digital tem promovido avanços significativos no planejamento e na execução de procedimentos, com destaque para o uso do planejamento cirúrgico virtual (Virtual Surgical Planning – VSP) associado à confecção de guias cirúrgicos personalizados. Esse processo envolve a aquisição de imagens por tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), que são posteriormente integradas a escaneamentos intraorais em softwares específicos, permitindo a reconstrução tridimensional das estruturas anatômicas e a simulação

detalhada das intervenções cirúrgicas^{8,11}.

No contexto das exodontias simples e complexas, especialmente em dentes inclusos ou em íntima relação com estruturas anatômicas nobres, o planejamento digital possibilita a análise precisa da posição, inclinação e profundidade do elemento dentário. A partir dessas informações, podem ser confeccionados guias cirúrgicos de acesso e corte, que orientam a realização de osteotomias minimamente invasivas e direcionam o posicionamento dos instrumentos rotatórios. Essa abordagem contribui para a preservação de estruturas adjacentes, redução do trauma cirúrgico, menor tempo operatório e melhor recuperação pós-operatória^{4,15}.

Na cirurgia ortognática, o planejamento cirúrgico virtual (VSP) representa um dos maiores avanços tecnológicos da área. A técnica permite a realização de simulações tridimensionais dos movimentos ósseos, como avanços, recuos, rotações e impactações maxilomandibulares, possibilitando a previsão dos resultados estéticos e funcionais com alta precisão. A partir desse planejamento, são confeccionados splints cirúrgicos e guias de osteotomia por impressão 3D, que orientam o posicionamento intraoperatório dos segmentos ósseos. Além disso, o uso de biomodelos permite o pré-ajuste de placas de fixação, reduzindo o tempo cirúrgico e aumentando a acurácia dos resultados^{1,11}.

Outro aspecto relevante é a utilização de biomodelos tridimensionais para planejamento pré-operatório e treinamento cirúrgico, especialmente em casos complexos de reconstrução maxilofacial. Esses modelos permitem a visualização tátil das estruturas anatômicas, facilitando a compreensão das deformidades e a definição da abordagem cirúrgica mais adequada. Dessa forma, a associação entre planejamento virtual, guias cirúrgicos e impressão 3D promove uma prática cirúrgica mais previsível, segura e minimamente invasiva, consolidando-se como uma ferramenta essencial na odontologia contemporânea^{4,15}.

4. DISCUSSÃO

A incorporação do fluxo digital na Odontologia tem promovido uma transformação significativa na prática clínica, especialmente no que se refere ao planejamento e à execução de procedimentos cirúrgicos. Diferentemente das abordagens convencionais, que se baseiam predominantemente em exames bidimensionais e na experiência clínica do profissional, o uso de tecnologias digitais possibilita uma análise tridimensional detalhada das estruturas anatômicas, permitindo maior precisão e previsibilidade nos tratamentos^{9,11}.

Nesse contexto, observa-se que o fluxo digital contribui diretamente para a otimização do planejamento cirúrgico, uma vez que permite a simulação prévia dos procedimentos e a antecipação de possíveis dificuldades. A integração entre tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), escaneamentos intraorais e softwares de planejamento possibilita a visualização completa do campo operatório,

favorecendo a tomada de decisão clínica de forma mais segura e fundamentada⁸.

As cirurgias guiadas destacam-se como uma das principais aplicações desse fluxo digital, sendo amplamente utilizadas em diferentes especialidades odontológicas. A utilização de guias cirúrgicos personalizados, confeccionados por meio da impressão 3D, permite a execução dos procedimentos de forma mais controlada, reduzindo a variabilidade operatória e aumentando a reprodutibilidade dos resultados. Além disso, essa abordagem possibilita a realização de técnicas minimamente invasivas, o que está diretamente relacionado à diminuição do trauma cirúrgico, menor tempo clínico e melhor recuperação pós-operatória dos pacientes^{1,15}.

Ao analisar as diferentes áreas de aplicação, percebe-se que há um padrão consistente de benefícios associados ao uso dessas tecnologias. Na implantodontia, por exemplo, observa-se maior precisão no posicionamento dos implantes e melhor relação com a futura reabilitação protética. Na periodontia, o planejamento digital permite maior controle da arquitetura gengival, favorecendo resultados estéticos mais previsíveis. Já na endodontia, a utilização de guias tem se mostrado especialmente útil em casos de canais calcificados, nos quais a localização convencional apresenta maior grau de dificuldade. Na cirurgia bucomaxilofacial, o uso do planejamento cirúrgico virtual (VSP) e de biomodelos tridimensionais possibilita a simulação de procedimentos complexos, contribuindo para maior acurácia e redução do tempo cirúrgico¹¹.

Apesar dos inúmeros avanços, é importante destacar que a implementação do fluxo digital na prática clínica ainda apresenta algumas limitações. O alto custo dos equipamentos, softwares e materiais necessários pode restringir o acesso a essas tecnologias, especialmente em clínicas de menor porte ou em regiões com menor investimento em saúde. Além disso, a necessidade de capacitação profissional e o domínio das ferramentas digitais representam desafios adicionais, exigindo tempo e treinamento específico para sua correta utilização²¹.

Outro aspecto relevante refere-se à dependência tecnológica, uma vez que falhas no processo de aquisição de imagens, no planejamento virtual ou na confecção dos guias podem comprometer os resultados clínicos. Dessa forma, embora o fluxo digital aumente significativamente a previsibilidade dos procedimentos, ele não substitui o conhecimento técnico e o julgamento clínico do profissional, sendo fundamental que essas tecnologias sejam utilizadas como ferramentas auxiliares e não como substitutas da experiência clínica^{21,22}.

Além disso, a integração entre diferentes tecnologias destaca-se como um dos principais fatores responsáveis pelo sucesso do fluxo digital. A associação entre TCFC, scanners intraorais, softwares de planejamento e sistemas de manufatura digital permite a criação de um fluxo de trabalho contínuo e integrado, no qual todas as

etapas do tratamento são planejadas e executadas de forma coordenada. Essa interconectividade contribui para a redução de erros, aumento da eficiência clínica e melhoria da comunicação entre profissionais e pacientes^{9,10}.

Por fim, observa-se que o futuro da Odontologia está diretamente relacionado à evolução dessas tecnologias digitais. A incorporação de recursos como inteligência artificial, teleodontologia e biossensores tende a ampliar ainda mais as possibilidades de diagnóstico, planejamento e acompanhamento dos pacientes, promovendo uma abordagem mais personalizada, preventiva e baseada em dados. Essas inovações indicam que o fluxo digital continuará desempenhando um papel central na transformação da prática odontológica contemporânea^{20,21,22}.

Dessa forma, a literatura analisada evidencia que o fluxo digital e as cirurgias guiadas representam avanços significativos na Odontologia, contribuindo para maior precisão, segurança e previsibilidade dos procedimentos clínicos. No entanto, sua ampla implementação ainda depende da superação de desafios relacionados ao custo, à capacitação profissional e à integração tecnológica, sendo necessário um equilíbrio entre o uso dessas ferramentas e a experiência clínica do profissional²².

5. CONCLUSÃO

Diante do exposto, observa-se que o fluxo digital tem desempenhado um papel fundamental na transformação da prática odontológica, especialmente no que se refere ao planejamento e à execução de cirurgias guiadas. A integração entre exames de imagem tridimensionais, escaneamentos intraorais, softwares de planejamento e sistemas de manufatura digital tem possibilitado a realização de procedimentos mais precisos, previsíveis e seguros, contribuindo significativamente para a melhoria dos resultados clínicos.

Além disso, as diferentes aplicações clínicas demonstram que o uso dessas tecnologias não se restringe a uma única especialidade, sendo amplamente empregado na implantodontia, periodontia, endodontia e cirurgia bucomaxilofacial. Em todos esses contextos, observa-se um padrão consistente de benefícios, como a redução do tempo clínico, a minimização do trauma cirúrgico e a otimização do processo de reabilitação dos pacientes.

Entretanto, apesar dos avanços proporcionados pelo fluxo digital, ainda existem desafios a serem superados, como o alto custo dos equipamentos, a necessidade de capacitação profissional e a dependência tecnológica. Dessa forma, torna-se fundamental que o uso dessas ferramentas esteja sempre associado ao conhecimento técnico e à experiência clínica do profissional, garantindo sua aplicação de forma segura e eficaz.

Assim, conclui-se que o fluxo digital e as cirurgias guiadas representam uma evolução significativa na Odontologia contemporânea, contribuindo para uma prática mais eficiente, previsível e baseada em evidências. No entanto, embora a tecnologia seja uma

ferramenta poderosa capaz de impulsionar o desenvolvimento da área, seu uso deve estar sempre aliado ao julgamento clínico, à ética e à sensibilidade profissional, uma vez que o fator humano permanece essencial para a qualidade e o sucesso dos tratamentos.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Araújo ALS, Silva JM, Monteiro KSB, *et al.* Avanços na odontologia com o advento das tecnologias digitais. Arch Health Invest. 2024; 13(6):1935-40.
- [2] Camargo IF, Manetti LP, Zeczkowski M, *et al.* Sistemas CAD/CAM e suas aplicações na odontologia: revisão da literatura. Rev Uningá. 2018; 55(S3):221-8.
- [3] Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer. Biomodelos 3D possibilitam cirurgias com menor risco. [acesso 13 abr. 2026] Disponível em: <https://www.gov.br/cti/pt-br/assuntos/noticias/biomodelos-3d-possibilitam-cirurgias-com-menor-risco>
- [4] Safira LC, Maciel AS, Souto-Maior JCC, *et al.* Aplicação dos biomodelos de prototipagem rápida na odontologia confeccionados pela técnica da impressão tridimensional. Rev Ciênc Méd Biol. 2010.
- [5] Mörmann WH. The evolution of the CEREC system. J Am Dent Assoc. 2006; 137 Suppl:7S-13S.
- [6] Miyazaki T, Hotta Y. CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations. Aust Dent J. 2011; 56(Suppl 1):97-106. 6. Gimenez CMM. Tecnologias digitais e sistemas CAD/CAM aplicados à ortodontia lingual: o futuro já é realidade atual. Dental Press J Orthod. 2011; 16(2):22-7.
- [7] Matherne RP, Angelopoulos C, Kulild JC, *et al.* Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. J Endod. 2008; 34(1):87-9.
- [8] Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, *et al.* Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. BMC Oral Health. 2017; 17:149.
- [9] Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, *et al.* Accuracy and practicality of intraoral scanners in dentistry: a literature review. J Prosthodont Res. 2019; 64(2):109-13.
- [10] Memon RA, *et al.* A review on computer-aided design and manufacturing of patient-specific maxillofacial implants. Expert Rev Med Devices. 2020; 17(4):345-56.
- [11] Brucoli M, *et al.* The use of optical scanner for the fabrication of maxillary obturator prostheses. Oral Maxillofac Surg. 2020; 24(2):157-61.
- [12] Kim J, *et al.* Wearable biosensors for healthcare monitoring. Nat Biotechnol. 2019.
- [13] Moura IG, Pasini M. O uso do scanner intraoral na odontologia: revisão de literatura. Rio Verde: Universidade de Rio Verde; 2020.
- [14] Almeida MVC, Teodoro MKR, Almeida NKVL. Impressão 3D e sua aplicabilidade na reabilitação oral. Braz J Surg Clin Res. 2021; 33(1):26-30.
- [15] Silva DS, Cardoso FB, Fernandes AS. Odontologia digital: impressão 3D e sua aplicabilidade na reabilitação oral. Braz J Health Rev. 2024; 7(9).
- [16] Liu X, Yu J, Zhou J, *et al.* A digitally guided dual technique for both gingival and bone resection during crown lengthening surgery. J Prosthet Dent. 2018; 119(3):345-9.
- [17] Deliberador TM, *et al.* Guided periodontal surgery: a novel approach for the treatment of gummy smile. Clin Adv Periodontics. 2020; 10(2):1-7.
- [18] Krishan R, *et al.* Guided endodontics: a systematic review. J Endod. 2021; 47(9):1345-54.19. Schwendicke F, *et al.* Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges. J Dent Res. 2020.
- [19] Zehnder MS, *et al.* Guided endodontics: a novel treatment approach for teeth with pulp canal calcification. Int Endod J. 2016; 49(10):966-72
- [20] Connert T, *et al.* Guided endodontics versus conventional access cavity preparation: a comparative study. Int Endod J. 2019; 52(5):661-9.
- [21] Estai M, *et al.* A systematic review of the research evidence for teledentistry. J Telemed Telecare. 2020.
- [22] Hattori KE, *et al.* Inovações tecnológicas em reabilitação oral protética. Rev Gaúch Odontol. 2011; 59(Suppl 1):59-66.