



ISSN: 2595-1661

ARTIGO

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](#)

# Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:

<https://revistajrg.com/index.php/jrg>

ISSN: 2595-1661

Revista JRG de  
Estudos Acadêmicos

## Planejamento digital e cirurgia guiada na reabilitação total com protocolo implantossuportado

Digital planning and guided surgery in full-arch rehabilitation with implant-supported prosthesis

DOI: 10.55892/jrg.v9i20.3438

ARK: 57118/JRG.v9i20.3438

Recebido: 24/05/2026 | Aceito: 27/05/2026 | Publicado on-line: 28/05/2026

**Carla Cristine Vieira Araújo Machado<sup>1</sup>**

ILAPEO Curitiba

E-mail: carlaeduarda.cd@gmail.com

**Cristiano Veloso<sup>2</sup>**

Universidade Federal Fluminense - RJ, Brasil

E-mail: veloso.cristiano@icloud.com

**Elton Elemer Finger<sup>3</sup>**

<https://orcid.org/0009-0002-2190-5741>

Faculdade do Oeste Paulista (FACOP)

E-mail: eltonfinger@gmail.com

**William Alves dos Reis<sup>4</sup>**

<https://orcid.org/0009-0008-1415-0743>

Instituição: Universidade Estácio de Sá

E-mail: wireis@hotmail.com

**Roane Fernandes Escobosa<sup>5</sup>**

<https://orcid.org/0009-0000-8847-0389>

Universidade de Marília - UNIMAR

E-mail: Roaneescobosa@gmail.com



## Resumo

A reabilitação total com prótese protocolo implantossuportada representa uma alternativa amplamente utilizada na Implantodontia contemporânea, especialmente diante da crescente incorporação das tecnologias digitais aos planejamentos cirúrgico e protético. Nesse contexto, o planejamento digital e a cirurgia guiada têm contribuído para maior precisão no posicionamento dos implantes, redução da morbidade cirúrgica, otimização do tempo clínico e melhora da integração entre equipe clínica e laboratório protético. O presente estudo teve como objetivo analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, a aplicação do planejamento digital e da cirurgia guiada nas reabilitações totais implantossuportadas. A pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed, SciELO e Scopus, utilizando descritores relacionados à

<sup>1</sup> Mestrado em Implantodontia; Graduação pela Universidade Iguazu (UNIG-RJ)

<sup>2</sup> Cirurgião-Dentista pela Universidade Federal Fluminense - RJ, Brasil; Especialista em Ortodontia pela Faculdade Paulo Picanço - CE, Brasil; Mestrado em Medicina Dentária pelo Instituto Universitário Egas Moniz - Portugal

<sup>3</sup> Pós-Graduação em Implantodontia e Prótese Dentária

<sup>4</sup> Especialista em Dentística pela OCEX - Odontoclínica Central do Exército; graduado pela Universidade Estácio de Sá

<sup>5</sup> Dentista



Implantodontia digital, cirurgia guiada, fluxo digital, CAD/CAM e reabilitações full-arch. Foram incluídos estudos clínicos, revisões sistemáticas, meta-análises e estudos prospectivos publicados prioritariamente nos últimos 10 anos, além de estudos clássicos considerados relevantes para a fundamentação científica da temática. Os resultados demonstraram que a associação entre tomografia computadorizada de feixe cônico, escaneamento intraoral, softwares de planejamento virtual e sistemas CAD/CAM favorece maior controle das etapas cirúrgicas e protéticas, contribuindo para tratamentos mais conservadores e funcionalmente satisfatórios. A literatura também evidenciou que os sistemas de cirurgia guiada apresentam níveis de precisão clinicamente aceitáveis, tanto em abordagens estáticas quanto dinâmicas. Entretanto, fatores como dependência tecnológica, custos operacionais elevados, possibilidade de erros digitais cumulativos e necessidade de treinamento profissional ainda representam limitações relevantes para ampla aplicação clínica dessas tecnologias. Conclui-se que o planejamento digital e a cirurgia guiada constituem importantes ferramentas para reabilitações totais implantossuportadas, proporcionando maior segurança cirúrgica, eficiência clínica e qualidade protética, embora sua utilização ainda dependa de adequada capacitação profissional, criterioso planejamento e constante evolução tecnológica.

**Palavras-chave:** Implantodontia Digital; Cirurgia Guiada; Planejamento Digital; Reabilitação Total; CAD/CAM.

### **Abstract**

*Full-arch implant-supported rehabilitation has become a widely used treatment modality in contemporary Implant Dentistry, especially with the increasing incorporation of digital technologies into surgical and prosthetic planning. In this context, digital planning and guided surgery have contributed to greater accuracy in implant placement, reduced surgical morbidity, optimized clinical workflow, and improved integration between the clinical team and dental laboratory. The present study aimed to analyze, through an integrative literature review, the application of digital planning and guided surgery in full-arch implant-supported rehabilitations. The bibliographic search was conducted in the PubMed, SciELO, and Scopus databases using descriptors related to digital implant dentistry, guided surgery, digital workflow, CAD/CAM, and full-arch rehabilitation. Clinical studies, systematic reviews, meta-analyses, and prospective studies published primarily within the last 10 years were included, in addition to classic studies considered scientifically relevant to the topic. The findings demonstrated that the association between cone-beam computed tomography, intraoral scanning, virtual planning software, and CAD/CAM systems provides greater control over surgical and prosthetic procedures, contributing to more conservative and functionally satisfactory treatments. The literature also demonstrated that guided surgery systems present clinically acceptable levels of accuracy in both static and dynamic approaches. However, factors such as technological dependence, high operational costs, possibility of cumulative digital errors, and the need for professional training still represent important limitations for the broad clinical application of these technologies. It was concluded that digital planning and guided surgery constitute important tools for full-arch implant-supported rehabilitation, providing greater surgical safety, clinical efficiency, and prosthetic quality, although their use still depends on adequate professional training, careful treatment planning, and continuous technological development.*



**Keywords:** *Digital Implant Dentistry; Guided Surgery; Digital Planning; Full-Arch Rehabilitation; CAD/CAM.*

## INTRODUÇÃO

A reabilitação oral de pacientes edêntulos totais por meio de próteses protocolo implantossuportadas representa uma alternativa amplamente consolidada na Implantodontia contemporânea, proporcionando melhora significativa da função mastigatória, estética, fonética e qualidade de vida dos pacientes. Nesse contexto, o protocolo All-on-4, descrito inicialmente por Maló, Rangert e Nobre (2003), destacou-se por possibilitar a reabilitação total com carga imediata por meio da utilização estratégica de quatro implantes, reduzindo a necessidade de procedimentos reconstrutivos extensos e o tempo total de tratamento. A consolidação desse conceito contribuiu para o desenvolvimento de novas abordagens digitais voltadas ao planejamento cirúrgico e protético das reabilitações implantossuportadas.

Nas últimas décadas, os avanços da Odontologia digital promoveram mudanças significativas no planejamento e na execução das reabilitações implantossuportadas. A incorporação da tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), dos escâneres intraorais e dos sistemas CAD/CAM possibilitou maior integração entre diagnóstico, planejamento virtual e confecção protética, favorecendo abordagens mais conservadoras e maior controle das etapas cirúrgicas e laboratoriais. Além disso, o desenvolvimento da cirurgia guiada computadorizada permitiu transferir o planejamento virtual para o campo cirúrgico com maior precisão, contribuindo para melhor posicionamento dos implantes e otimização dos resultados funcionais e protéticos (D'HAESE et al., 2017; TAHMASEB et al., 2014).

A crescente utilização das tecnologias digitais na Implantodontia também ampliou as possibilidades de realização de protocolos com carga imediata e fluxo totalmente digital, reduzindo etapas clínicas e laboratoriais. Estudos recentes demonstram que a integração entre escaneamento intraoral, planejamento virtual e sistemas CAD/CAM favorece maior agilidade clínica, melhor comunicação entre equipe profissional e laboratório protético, além de potencial redução da morbidade cirúrgica (PAPASPYRIDAKOS et al., 2021; MARTINS et al., 2024). Entretanto, embora os sistemas digitais tenham proporcionado avanços importantes nas reabilitações totais implantossuportadas, ainda existem limitações relacionadas à dependência tecnológica, custos operacionais elevados, curva de aprendizado profissional e possibilidade de erros digitais cumulativos durante as etapas de planejamento e execução clínica.

Além disso, a literatura ainda apresenta divergências quanto à precisão dos escaneamentos intraorais em arcos totais extensos e à padronização dos protocolos digitais utilizados em reabilitações full-arch. Fatores relacionados à experiência clínica do operador, compatibilidade entre plataformas digitais e adaptação das guias cirúrgicas podem influenciar diretamente os resultados protéticos e cirúrgicos obtidos (PAPASPYRIDAKOS et al., 2020; PESCE et al., 2025). Dessa forma, apesar da crescente incorporação da Odontologia digital na prática clínica, torna-se necessária análise crítica das evidências científicas disponíveis acerca de suas aplicações, vantagens, limitações e desafios operacionais na Implantodontia contemporânea.

Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, as aplicações clínicas do planejamento digital e da cirurgia guiada na reabilitação total com prótese protocolo implantossuportada, abordando seus benefícios, limitações e perspectivas atuais na Implantodontia digital.



## **METODOLOGIA**

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, realizada com o objetivo de analisar as evidências científicas acerca da aplicação do planejamento digital e da cirurgia guiada na reabilitação total com prótese protocolo implantossuportada.

A pesquisa bibliográfica foi conduzida por meio de buscas eletrônicas nas bases de dados PubMed, SciELO e Scopus. Para a seleção dos estudos, foram utilizados os seguintes descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH): “digital workflow”, “guided surgery”, “computer-guided implant surgery”, “full-arch rehabilitation”, “implant-supported prosthesis”, “All-on-4”, “dental implants”, “CAD/CAM” e “intraoral scanning”, combinados entre si por meio dos operadores booleanos “AND” e “OR”.

Como critérios de inclusão, foram selecionados artigos científicos publicados nos idiomas português e inglês, disponíveis na íntegra e relacionados diretamente ao tema proposto. Foram incluídos estudos clínicos, revisões sistemáticas, meta-análises, estudos prospectivos e relatos técnicos com relevância clínica para a discussão do fluxo digital e da cirurgia guiada em reabilitações totais implantossuportadas, publicados prioritariamente nos últimos 10 anos, além de estudos clássicos considerados relevantes para a fundamentação científica dos conceitos de All-on-4, fluxo digital e cirurgia guiada em Implantodontia. Como critérios de exclusão, foram desconsiderados artigos duplicados, trabalhos incompletos, resumos simples, dissertações, teses, monografias e estudos que não apresentavam relação direta com o objetivo desta revisão.

A seleção dos estudos ocorreu em três etapas: leitura dos títulos, leitura dos resumos e análise completa dos artigos previamente selecionados. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, os estudos incluídos foram analisados quanto aos objetivos, delineamento metodológico, aplicabilidade clínica, principais resultados e contribuições científicas relacionadas ao planejamento digital e à cirurgia guiada em reabilitações totais implantossuportadas.

Os dados obtidos foram organizados de forma descritiva e posteriormente agrupados em categorias temáticas relacionadas à evolução do planejamento digital, cirurgia guiada estática e dinâmica, fluxo digital completo, precisão cirúrgica, escaneamento intraoral, sistemas CAD/CAM, carga imediata, conceito All-on-4, vantagens clínicas e limitações operacionais observadas nas reabilitações totais implantossuportadas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **1. EVOLUÇÃO DO PLANEJAMENTO DIGITAL NA REABILITAÇÃO IMPLANTOSSUPORTADA TOTAL**

O avanço das tecnologias digitais promoveu mudanças significativas na Implantodontia contemporânea, especialmente nas reabilitações totais com próteses protocolo implantossuportadas. A incorporação de ferramentas digitais, como a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), os escâneres intraorais e os sistemas CAD/CAM, possibilitou maior segurança no diagnóstico, no planejamento cirúrgico e na confecção protética. Segundo Watanabe, Fellows e An (2022), a digitalização das estruturas orais representa a etapa inicial do fluxo digital odontológico, permitindo integração entre dados anatômicos, planejamento virtual e fabricação protética computadorizada (WATANABE; FELLOWS; AN, 2022). Essa evolução



tecnológica favoreceu tratamentos menos invasivos, com redução do tempo clínico e melhora da comunicação entre profissional, laboratório e paciente.

Nesse contexto, o planejamento virtual reverso passou a desempenhar papel fundamental na condução das reabilitações implantossuportadas totais. A associação entre imagens obtidas por CBCT e escaneamentos intraorais permite a construção do chamado “paciente virtual”, possibilitando melhor visualização das estruturas ósseas e protéticas antes da intervenção cirúrgica. D’Haese et al. (2017) destacaram que o desenvolvimento da cirurgia guiada foi diretamente impulsionado pela evolução das tecnologias de imagem tridimensional e dos softwares de navegação cirúrgica, promovendo maior precisão e segurança durante os procedimentos implantares (D’HAESE et al., 2017). De maneira semelhante, Tahmaseb et al. (2014) ressaltaram que a utilização do planejamento computadorizado associado às guias cirúrgicas permite posicionamento proteticamente orientado dos implantes, favorecendo melhores resultados funcionais e estéticos (TAHMASEB et al., 2014). Entretanto, a literatura também demonstra que a acurácia desses sistemas pode sofrer influência de erros digitais cumulativos relacionados à aquisição de imagens, sobreposição de arquivos e adaptação das guias cirúrgicas, especialmente em reabilitações totais extensas e em casos com reduzida estabilidade mucosa.

Além do planejamento cirúrgico, o fluxo digital também impactou diretamente a etapa protética das reabilitações totais. A utilização de sistemas CAD/CAM possibilitou a fabricação de estruturas protéticas com maior precisão e adaptação, reduzindo falhas relacionadas à passividade das próteses. Papaspyridakos et al. (2021) descreveram um protocolo digital completo para reabilitação mandibular total realizado em apenas três consultas clínicas, integrando cirurgia guiada, escaneamento digital e prótese definitiva confeccionada em zircônia monolítica (PAPASPYRIDAKOS et al., 2021). Da mesma forma, Martins et al. (2024) demonstraram que o uso de guias empilháveis (“stackable guides”) associados ao fluxo digital permitiu redução significativa do tempo cirúrgico, além de adequada adaptação passiva das próteses provisórias em reabilitações All-on-4 (MARTINS et al., 2024). Apesar dos benefícios observados, a dependência tecnológica e a necessidade de domínio dos softwares digitais ainda representam desafios importantes, principalmente em serviços com menor acesso a recursos tecnológicos ou profissionais com menor experiência em fluxos digitais avançados.

Apesar das vantagens observadas, algumas limitações ainda são descritas na literatura, principalmente relacionadas à precisão dos escaneamentos intraorais em arcos totais extensos. Watanabe, Fellows e An (2022) afirmaram que escaneamentos full-arch apresentam maior possibilidade de distorções cumulativas devido à necessidade de sobreposição de múltiplas imagens durante a captura digital (WATANABE; FELLOWS; AN, 2022). Corroborando esses achados, Pesce et al. (2025), em revisão sistemática com metanálise, observaram que, embora os escaneamentos digitais apresentem precisão clinicamente aceitável, ainda existem divergências quanto à superioridade dessas técnicas em relação às moldagens convencionais em reabilitações totais implantossuportadas (PESCE et al., 2025). Além disso, fatores como movimentação do paciente, limitações operacionais dos escâneres e experiência clínica do operador podem interferir diretamente na qualidade dos registros digitais e, conseqüentemente, na adaptação final das próteses implantossuportadas. Dessa forma, embora o fluxo digital represente um importante avanço na Implantodontia, a literatura demonstra que sua utilização ainda requer constante evolução tecnológica, padronização dos protocolos clínicos e capacitação profissional adequada para obtenção de resultados mais consistentes em reabilitações totais complexas.



## 2. CIRURGIA GUIADA NA REABILITAÇÃO TOTAL IMPLANTOSSUPOORTADA

A cirurgia guiada computadorizada consolidou-se como uma importante ferramenta auxiliar na Implantodontia, especialmente em reabilitações totais implantossuportadas com carga imediata. Sua aplicação permite o posicionamento tridimensional dos implantes de forma proteticamente orientada, contribuindo para maior segurança cirúrgica, melhor aproveitamento ósseo e redução da morbidade operatória. Além disso, a utilização de guias cirúrgicas favorece abordagens minimamente invasivas, frequentemente associadas à técnica flapless, proporcionando menor tempo cirúrgico, redução do desconforto pós-operatório e recuperação mais rápida dos pacientes (CAROSI et al., 2022).

A literatura demonstra resultados favoráveis quanto à precisão da cirurgia guiada em Implantodontia. Tahmaseb et al. (2014), em revisão sistemática, observaram desvio médio de 1,12 mm na plataforma e 1,39 mm no ápice dos implantes instalados por sistemas guiados estáticos, indicando níveis de precisão clinicamente aceitáveis para reabilitações complexas (TAHMASEB et al., 2014). Resultados semelhantes foram descritos por Schneider et al. (2009), que relataram taxas de sobrevivência entre 91% e 100% em implantes instalados por meio de cirurgia guiada computadorizada, embora tenham destacado a ocorrência de complicações técnicas e protéticas relacionadas ao manuseio dos sistemas digitais (SCHNEIDER et al., 2009). Esses achados reforçam que, apesar da elevada precisão observada, pequenas variações lineares e angulares ainda podem ocorrer durante a transferência do planejamento virtual para o campo cirúrgico.

Nos últimos anos, a cirurgia guiada dinâmica também passou a ganhar destaque nas reabilitações totais implantossuportadas. Diferentemente dos sistemas estáticos convencionais, a navegação dinâmica permite acompanhamento em tempo real da posição dos instrumentais durante a instalação dos implantes, oferecendo maior flexibilidade intraoperatória. Pozzi et al. (2024) avaliaram a precisão da cirurgia navegada em reabilitações totais com carga imediata e observaram desvio angular médio de 2,19° e desvios lineares médios de 1,17 mm na plataforma e 1,30 mm no ápice dos implantes, demonstrando resultados compatíveis com adequada execução clínica (POZZI et al., 2024). Os autores ainda destacaram que a navegação dinâmica pode favorecer maior controle cirúrgico em situações anatômicas complexas e em implantes inclinados, frequentemente utilizados em protocolos All-on-4.

Apesar dos avanços tecnológicos e dos resultados clínicos satisfatórios, a literatura evidencia que a cirurgia guiada não elimina completamente a possibilidade de desvios ou intercorrências clínicas. Fatores relacionados à adaptação inadequada das guias, movimentação do paciente, estabilidade mucosa reduzida, limitação de abertura bucal e erros acumulativos na fusão dos arquivos digitais podem comprometer a precisão final do procedimento. Além disso, D'Haese et al. (2017) ressaltaram que a utilização desses sistemas exige treinamento específico e familiaridade com softwares de planejamento e navegação cirúrgica, tornando a curva de aprendizado um fator relevante para obtenção de resultados consistentes (D'HAESE et al., 2017). Dessa forma, embora a cirurgia guiada represente um importante avanço para a Implantodontia contemporânea, seu sucesso clínico permanece diretamente relacionado à experiência do profissional, ao correto planejamento digital e à adequada execução das etapas cirúrgicas e protéticas.



### 3. FLUXO DIGITAL COMPLETO E CARGA IMEDIATA NAS REABILITAÇÕES FULL-ARCH

A integração entre planejamento virtual, cirurgia guiada e sistemas CAD/CAM permitiu o desenvolvimento do chamado fluxo digital completo na Implantodontia, especialmente aplicado às reabilitações totais implantossuportadas com carga imediata. Esse modelo de tratamento busca integrar todas as etapas clínicas e laboratoriais em ambiente digital, desde a obtenção das imagens diagnósticas até a instalação da prótese definitiva. A utilização dessa abordagem tecnológica tem sido associada à redução do número de consultas, otimização do tempo clínico e maior integração entre equipe cirúrgica e laboratório protético (PAPASPYRIDAKOS et al., 2021).

Nesse contexto, o conceito All-on-4 permanece como uma das principais alternativas terapêuticas para reabilitação de pacientes edêntulos totais. Maló, Rangert e Nobre (2003) demonstraram que a utilização de quatro implantes estrategicamente posicionados, sendo dois anteriores axiais e dois posteriores inclinados, possibilita reabilitação total com carga imediata e elevadas taxas de sobrevivência implantossuportada (MALÓ; RANGERT; NOBRE, 2003). A associação desse conceito às tecnologias digitais permitiu aprimorar o posicionamento dos implantes, reduzir a necessidade de enxertos ósseos extensos e favorecer maior controle protético durante o planejamento cirúrgico. Entretanto, a literatura também sugere que a obtenção de resultados satisfatórios depende diretamente da adequada integração entre as etapas clínicas e laboratoriais, uma vez que falhas na comunicação entre os setores podem comprometer a adaptação final das próteses e a execução da carga imediata.

Martins et al. (2024) descreveram um protocolo digital aplicado ao conceito All-on-4 utilizando guias empilháveis (“stackable guides”), integrando tomografia computadorizada, escaneamento intraoral e fabricação CAD/CAM das próteses provisórias (MARTINS et al., 2024). Segundo os autores, a técnica possibilitou adequada adaptação passiva das próteses e redução significativa do tempo cirúrgico, demonstrando potencial para tornar os procedimentos mais eficientes. Da mesma forma, Papaspyridakos et al. (2021) relataram a realização de uma reabilitação mandibular total em apenas três consultas clínicas, evidenciando a capacidade dos sistemas digitais em simplificar etapas laboratoriais e acelerar a entrega protética ao paciente (PAPASPYRIDAKOS et al., 2021). Contudo, a literatura aponta que a elevada dependência tecnológica desses protocolos exige compatibilidade entre softwares, equipamentos e materiais, além de adequado domínio técnico por parte do profissional e da equipe laboratorial.

Apesar dos benefícios observados, a literatura aponta que a aplicação do fluxo totalmente digital ainda apresenta limitações importantes, especialmente em reabilitações extensas. A dependência de equipamentos específicos, softwares integrados e protocolos rigorosos pode aumentar a complexidade operacional e os custos do tratamento, limitando a acessibilidade dessas tecnologias em alguns contextos clínicos. Além disso, pequenas falhas em etapas iniciais do planejamento digital, como aquisição de imagens, registro oclusal ou sobreposição de arquivos, podem resultar em erros cumulativos capazes de comprometer a adaptação final das próteses confeccionadas por CAD/CAM. Outro aspecto frequentemente discutido refere-se à curva de aprendizado necessária para domínio das ferramentas digitais, uma vez que a experiência clínica do operador influencia diretamente a qualidade do planejamento e a execução das reabilitações implantossuportadas com carga imediata. Dessa forma, embora a odontologia digital represente uma importante evolução tecnológica na Implantodontia, sua aplicação clínica ainda requer padronização de protocolos,



capacitação profissional contínua e adequada seleção dos casos clínicos para obtenção de resultados mais consistentes e seguros.

#### **4. IMPRESSÕES DIGITAIS, ADAPTAÇÃO PROTÉTICA E PRECISÃO NAS REABILITAÇÕES IMPLANTOSSUPOORTADAS**

A obtenção de impressões precisas constitui uma etapa fundamental para o sucesso das reabilitações totais implantossuportadas, especialmente em protocolos com carga imediata e próteses full-arch. Nesse contexto, os escâneres intraorais passaram a ocupar posição de destaque na Odontologia digital, permitindo a captura tridimensional das estruturas orais de maneira mais confortável e dinâmica para o paciente. Além da redução do desconforto associado às moldagens convencionais, os sistemas digitais favorecem maior agilidade clínica e integração direta com os softwares de planejamento e fabricação CAD/CAM (WATANABE; FELLOWS; AN, 2022).

Papaspyridakos et al. (2020), em revisão sistemática com metanálise, observaram que os escaneamentos digitais apresentam níveis de precisão semelhantes às moldagens convencionais em diferentes situações clínicas envolvendo implantes dentários (PAPASPYRIDAKOS et al., 2020). Os autores destacaram que os sistemas digitais podem reduzir o tempo clínico, melhorar a comunicação com o laboratório protético e favorecer maior conforto ao paciente. Entretanto, também ressaltaram que parte das evidências disponíveis ainda se baseia em estudos laboratoriais, demonstrando a necessidade de maior número de pesquisas clínicas de longo prazo para validação definitiva dessas tecnologias em reabilitações totais extensas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Pesce et al. (2025), que avaliaram a precisão dos escaneamentos intraorais em arcos totais por meio de revisão sistemática com metanálise (PESCE et al., 2025). Segundo os autores, embora as impressões digitais apresentem resultados clinicamente aceitáveis, ainda existem divergências quanto à superioridade dessas técnicas em comparação às moldagens convencionais. A literatura demonstra que reabilitações full-arch representam um desafio adicional aos sistemas digitais devido à necessidade de sobreposição sequencial de imagens, aumentando a possibilidade de distorções cumulativas ao longo do arco. Esse fator pode interferir diretamente na adaptação passiva das estruturas protéticas, especialmente em próteses extensas implantossuportadas.

Outro aspecto relevante refere-se à influência da experiência clínica do operador na qualidade dos registros digitais. A correta trajetória de escaneamento, a estabilidade dos scan bodies, o controle de saliva e movimentação do paciente podem impactar diretamente a fidelidade das imagens obtidas. Além disso, limitações relacionadas ao software, incompatibilidade entre bibliotecas digitais e falhas durante a conversão dos arquivos STL também podem comprometer a precisão final do fluxo CAD/CAM. Dessa forma, embora as impressões digitais representem um avanço importante para a Implantodontia contemporânea, sua aplicação em reabilitações totais ainda exige criteriosa execução clínica, domínio técnico e constante atualização tecnológica para obtenção de resultados mais consistentes.

Além da precisão dos registros digitais, a adaptação passiva das próteses implantossuportadas continua sendo um dos principais objetivos clínicos nas reabilitações full-arch. Pequenos desajustes estruturais podem favorecer complicações mecânicas e biológicas, como afrouxamento de parafusos, tensões excessivas sobre os implantes e fraturas protéticas. Nesse sentido, a integração entre planejamento digital, escaneamento intraoral e fabricação CAD/CAM apresenta potencial para melhorar a adaptação das estruturas protéticas e reduzir etapas laboratoriais convencionais.



Entretanto, a literatura ainda demonstra necessidade de padronização dos protocolos digitais e maior consolidação científica quanto à precisão desses sistemas em casos clínicos extensos e de maior complexidade biomecânica.

## **5. VANTAGENS, LIMITAÇÕES E DESAFIOS CLÍNICOS DA ODONTOLOGIA DIGITAL NA IMPLANTODONTIA**

A incorporação das tecnologias digitais à Implantodontia proporcionou mudanças importantes na condução das reabilitações totais implantossuportadas, contribuindo para maior integração entre diagnóstico, planejamento cirúrgico e execução protética. Entre as principais vantagens relatadas na literatura destacam-se a redução do tempo clínico, maior conforto ao paciente, melhora da comunicação entre equipe clínica e laboratório, além da possibilidade de planejamento proteticamente orientado (WATANABE; FELLOWS; AN, 2022). A utilização de cirurgia guiada e sistemas CAD/CAM também favoreceu abordagens menos invasivas, frequentemente associadas à técnica flapless e à carga imediata, contribuindo para menor morbidade pós-operatória e recuperação funcional mais rápida.

Outro benefício frequentemente discutido refere-se à possibilidade de maior padronização das etapas clínicas e laboratoriais. Segundo Martins et al. (2024), a integração entre planejamento virtual, guias cirúrgicas e fabricação digital das próteses permitiu maior controle do tratamento e redução significativa do tempo operatório em reabilitações All-on-4 (MARTINS et al., 2024). Além disso, Papaspyridakos et al. (2021) ressaltaram que os sistemas digitais possibilitam simplificação de protocolos clínicos e redução do número de consultas necessárias para conclusão das reabilitações implantossuportadas (PAPASPYRIDAKOS et al., 2021). Esses fatores demonstram o potencial das ferramentas digitais em tornar os tratamentos mais eficientes e integrados.

Apesar dos avanços observados, a literatura evidencia que a odontologia digital ainda apresenta limitações importantes, principalmente em reabilitações totais extensas. A dependência de equipamentos específicos, softwares atualizados e integração entre diferentes plataformas digitais pode aumentar a complexidade operacional dos tratamentos. Além disso, custos elevados relacionados à aquisição e manutenção dos sistemas digitais podem limitar sua aplicação em alguns contextos clínicos, reduzindo a acessibilidade dessas tecnologias tanto para profissionais quanto para pacientes.

Outro aspecto amplamente discutido refere-se à possibilidade de erros cumulativos ao longo do fluxo digital. Pequenas distorções durante a aquisição das imagens, falhas na sobreposição dos arquivos digitais, adaptação inadequada das guias cirúrgicas ou incompatibilidade entre bibliotecas protéticas podem comprometer a precisão final das reabilitações implantossuportadas. Tahmaseb et al. (2014) e Schneider et al. (2009) observaram que, embora os sistemas guiados apresentem níveis de precisão clinicamente aceitáveis, desvios lineares e angulares ainda podem ocorrer durante a transferência do planejamento virtual para o campo cirúrgico (TAHMASEB et al., 2014; SCHNEIDER et al., 2009). Esses achados reforçam que a utilização dos sistemas digitais não elimina totalmente a possibilidade de intercorrências clínicas e protéticas.

Além das limitações tecnológicas, a experiência profissional permanece como fator determinante para obtenção de resultados consistentes em Implantodontia digital. A correta interpretação das imagens, o domínio dos softwares de planejamento, a execução cirúrgica adequada e a integração eficiente entre equipe clínica e laboratório influenciam diretamente a qualidade final das reabilitações. D'Haese et al. (2017)



destacaram que a curva de aprendizado relacionada à cirurgia guiada e aos sistemas digitais representa um desafio importante, principalmente em procedimentos mais complexos e extensos (D'HAESE et al., 2017). Dessa forma, embora a odontologia digital represente um importante avanço na Implantodontia contemporânea, a literatura demonstra que sua aplicação clínica deve ser acompanhada de treinamento contínuo, planejamento criterioso e adequada seleção dos casos para obtenção de resultados funcionais e protéticos mais seguros.

## **6. PERSPECTIVAS ATUAIS E TENDÊNCIAS FUTURAS DA IMPLANTODONTIA DIGITAL**

Os avanços tecnológicos observados nas últimas décadas indicam que a Implantodontia digital continuará em constante evolução, especialmente no desenvolvimento de protocolos mais integrados, precisos e menos invasivos para reabilitações totais implantossuportadas. A associação entre tomografia computadorizada, escaneamento intraoral, softwares de planejamento virtual e sistemas CAD/CAM vem permitindo maior individualização dos tratamentos, favorecendo abordagens mais seguras e adaptadas às necessidades anatômicas e protéticas de cada paciente. Além disso, a crescente incorporação da cirurgia guiada dinâmica e das ferramentas de navegação em tempo real demonstra uma tendência de ampliação do controle intraoperatório durante a instalação dos implantes (POZZI et al., 2024).

Nesse cenário, o conceito de “paciente virtual” tem ganhado destaque na literatura por possibilitar integração cada vez mais ampla entre imagens tridimensionais, análise facial, planejamento protético e execução cirúrgica digital. Segundo D’Haese et al. (2017), a evolução dos sistemas de navegação cirúrgica representa uma das principais tendências contemporâneas da Implantodontia, permitindo maior interação entre ambiente virtual e procedimento clínico em tempo real (D’HAESE et al., 2017). Essa integração tende a favorecer maior controle das etapas cirúrgicas e protéticas, além de ampliar as possibilidades de personalização dos tratamentos reabilitadores.

Outro aspecto em expansão refere-se à melhoria contínua dos escâneres intraorais e dos softwares de processamento digital. Estudos recentes demonstram que os sistemas atuais apresentam progressiva evolução quanto à velocidade de captura, qualidade das imagens e integração entre plataformas digitais (PESCE et al., 2025). Entretanto, a literatura ainda ressalta a necessidade de maior padronização dos protocolos digitais e de validação clínica em longo prazo, principalmente em reabilitações full-arch associadas à carga imediata. Questões relacionadas à compatibilidade entre sistemas, armazenamento de dados digitais e atualização constante dos softwares também permanecem como desafios relevantes para a prática clínica cotidiana.

Além das questões tecnológicas, observa-se crescente preocupação com a formação profissional voltada à Odontologia digital. A incorporação dessas ferramentas exige não apenas domínio operacional dos equipamentos, mas também capacidade crítica para interpretação dos dados digitais e adequada tomada de decisão clínica. Dessa forma, a literatura demonstra que a experiência do profissional continua sendo determinante para o sucesso das reabilitações implantossuportadas, mesmo diante do avanço dos sistemas automatizados. Assim, embora a Implantodontia digital represente uma importante transformação na prática odontológica contemporânea, sua consolidação clínica depende da associação equilibrada entre tecnologia, capacitação profissional e criteriosa aplicação dos recursos digitais disponíveis.



## CONCLUSÃO

O planejamento digital e a cirurgia guiada vêm assumindo papel cada vez mais relevante na reabilitação total com prótese protocolo implantossuportada, contribuindo para importantes avanços na Implantodontia contemporânea. A integração entre tomografia computadorizada, escaneamento intraoral, softwares de planejamento virtual e sistemas CAD/CAM possibilitou maior controle das etapas cirúrgicas e protéticas, favorecendo tratamentos mais conservadores, redução do tempo clínico e melhor comunicação entre equipe clínica e laboratório protético.

Os estudos analisados demonstram que a cirurgia guiada, tanto estática quanto dinâmica, apresenta níveis de precisão clinicamente aceitáveis, contribuindo para o posicionamento proteticamente orientado dos implantes e melhor aproveitamento das estruturas anatômicas disponíveis. Além disso, os protocolos digitais associados ao conceito All-on-4 têm apresentado resultados favoráveis relacionados à carga imediata, adaptação protética e otimização do fluxo clínico-laboratorial.

Entretanto, apesar dos avanços observados, a utilização dessas tecnologias ainda apresenta limitações relevantes. Aspectos como dependência tecnológica, altos custos operacionais, necessidade de integração entre plataformas digitais, possibilidade de erros cumulativos durante o fluxo CAD/CAM e curva de aprendizado profissional podem influenciar diretamente os resultados clínicos das reabilitações implantossuportadas. Somado a isso, a literatura ainda evidencia necessidade de maior padronização dos protocolos digitais e ampliação das evidências clínicas de longo prazo, especialmente em reabilitações totais extensas associadas à carga imediata.

Dessa forma, conclui-se que a odontologia digital representa uma importante evolução para a Implantodontia, proporcionando maior segurança cirúrgica, eficiência clínica e qualidade funcional e estética dos tratamentos. Contudo, sua aplicação clínica deve estar associada a planejamento criterioso, capacitação profissional contínua e adequada seleção dos casos, visando resultados mais seguros, estáveis e biologicamente favoráveis em longo prazo.



## REFERÊNCIAS

- CAROSI, Paolo et al. **Accuracy of computer-assisted flapless implant placement by means of mucosa-supported templates in complete-arch restorations: a systematic review.** *Materials*, Basel, v. 15, n. 4, p. 1462, 2022. DOI: 10.3390/ma15041462.
- D'HAESE, Jan et al. **Current state of the art of computer-guided implant surgery.** *Periodontology 2000*, Copenhagen, v. 73, n. 1, p. 121-133, 2017. DOI: 10.1111/prd.12175.
- JODA, Tim et al. **Patient reported outcome measures (PROMs) of posterior single-implant crowns using digital workflows: a randomized controlled trial with a three-year follow-up.** *Clinical Oral Implants Research*, Copenhagen, v. 29, p. 954-961, 2018. DOI: 10.1111/clr.13360.
- MALÓ, Paulo; RANGERT, Bo; NOBRE, Miguel. **"All-on-Four" immediate-function concept with Brånemark System implants for completely edentulous mandibles: a retrospective clinical study.** *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, Hamilton, v. 5, suppl. 1, p. 2-9, 2003. DOI: 10.1111/j.1708-8208.2003.tb00010.x.
- MARTINS, João et al. **A new full digital workflow for fixed prosthetic rehabilitation of full-arch edentulism using the All-on-4 concept.** *Medicina*, Kaunas, v. 60, n. 5, p. 720, 2024. DOI: 10.3390/medicina60050720.
- PAPASPYRIDAKOS, Panos et al. **Complete digital workflow for mandibular full-arch implant rehabilitation in 3 appointments.** *The Journal of Prosthetic Dentistry*, St. Louis, v. 128, n. 3, p. 408-413, 2021. DOI: 10.1111/jopr.13356.
- PAPASPYRIDAKOS, Panos et al. **Digital vs conventional implant impressions: a systematic review and meta-analysis.** *Journal of Prosthodontics*, Hoboken, v. 29, n. 8, p. 660-678, 2020. DOI: 10.1111/jopr.13211.
- PESCE, Paolo et al. **Accuracy of full-arch intraoral scans versus conventional impression: a systematic review with a meta-analysis and a proposal to standardise the analysis of the accuracy.** *Journal of Clinical Medicine*, Basel, v. 14, n. 1, p. 71, 2025. DOI: 10.3390/jcm14010071.
- POZZI, Alessandro et al. **Accuracy of navigation guided implant surgery for immediate loading complete arch restorations: prospective clinical trial.** *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, Hamilton, v. 26, n. 5, p. 954-971, 2024. DOI: 10.1111/cid.13360.
- SCHNEIDER, David et al. **A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry.** *Clinical Oral Implants Research*, Copenhagen, v. 20, suppl. 4, p. 73-86, 2009. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2009.01788.x.
- TAHMASEB, Ali et al. **Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review.** *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, Lombard, v. 29, suppl., p. 25-42, 2014. DOI: 10.11607/jomi.2014suppl.g1.2.
- WATANABE, Hidehiko; FELLOWS, Christopher; AN, Hongseok. **Digital technologies for restorative dentistry.** *Dental Clinics of North America*, Philadelphia, v. 66, n. 4, p. 567-590, 2022. DOI: 10.1016/j.cden.2022.05.006.