



ISSN 2674-8169



Qualis B3

Latindex



DOI

Google
Acadêmico

Previsibilidade da Cirurgia Guiada em Comparação à Cirurgia de Implantes à Mão Livre: Impactos no Planejamento e na Execução Cirúrgica

Célio Augusto Pimentel Arcanjo¹ Juliana Martins Ferreira² Ticiany de Fátima de Souza Duarte³ Beatriz Pereira Veloso de Lima⁴ Júlia Carvalho Gonçalves da Silva⁵ Maria Júlia Cardoso Silva⁶ Tatyane Guimarães Ribeiro de Castro⁷ Alana Zoé Cantuária Andrade⁸ Winy Antunes Damasceno Lima⁹ Vanessa Gabrielly da Silva¹⁰ Lucas Barroso de Sousa¹¹ Rodney Capp Pallotta¹²



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2026v8n9p534-551>

Artigo recebido em 10 de Agosto e publicado em 10 de Setembro de 2026

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

A implantodontia contemporânea tem incorporado recursos digitais destinados a aumentar a precisão e a previsibilidade do planejamento e da instalação de implantes dentários. Entre essas tecnologias, a cirurgia guiada permite transferir o planejamento virtual para o campo operatório, proporcionando maior controle sobre posição, profundidade e angulação dos implantes em comparação à técnica convencional à mão livre. O objetivo deste trabalho foi analisar a previsibilidade da cirurgia guiada em comparação à cirurgia de implantes realizada à mão livre, considerando seus impactos no planejamento e na execução cirúrgica. Foi realizada uma revisão de literatura de caráter descritivo e qualitativo, fundamentada em estudos científicos publicados entre 2021 e 2025, localizados nas bases PubMed/MEDLINE, SciELO e Biblioteca Virtual em Saúde. Foram analisados estudos clínicos, ensaios clínicos, pesquisas prospectivas e retrospectivas, revisões sistemáticas e meta-análises relacionadas à precisão e à previsibilidade das técnicas. As evidências demonstraram que a cirurgia guiada apresenta maior correspondência entre o planejamento virtual e a posição final dos implantes, com redução dos desvios angulares, coronais e apicais em comparação à colocação à mão livre. Entretanto, sua precisão pode ser influenciada pela aquisição das imagens, planejamento digital, fabricação e estabilidade do guia, características do sistema empregado e experiência do operador. Conclui-se que a cirurgia guiada constitui uma abordagem capaz de aumentar a precisão e a previsibilidade da instalação de implantes, especialmente em situações que exigem maior controle tridimensional. Contudo, sua utilização não elimina completamente a possibilidade de desvios nem substitui o conhecimento e a experiência profissional necessários à adequada execução

do tratamento.

Palavras-chave: Implantes Dentários. Cirurgia Assistida por Computador. Planejamento Cirúrgico. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. Osseointegração. Reabilitação Bucal.

Predictability of Guided Surgery Compared to Freehand Implant Surgery: Impacts on Surgical Planning and Execution

ABSTRACT

Contemporary implant dentistry has progressively incorporated digital resources aimed at increasing the accuracy and predictability of dental implant planning and placement. Among these technologies, guided surgery enables the transfer of virtual planning to the operative field, providing greater control over implant position, depth, and angulation compared with the conventional freehand technique. This study aimed to analyze the predictability of guided surgery compared with freehand dental implant placement, considering its impacts on surgical planning and execution. A descriptive and qualitative literature review was conducted based on scientific studies published between 2021 and 2025 and retrieved from PubMed/MEDLINE, SciELO, and the Virtual Health Library databases. Clinical studies, clinical trials, prospective and retrospective investigations, systematic reviews, and meta-analyses addressing the accuracy and predictability of these techniques were analyzed. The evidence demonstrated that guided surgery provides greater correspondence between virtual planning and the final implant position, with reduced angular, coronal, and apical deviations compared with freehand placement. However, its accuracy may be influenced by image acquisition, digital planning, guide fabrication and stability, characteristics of the system employed, and operator experience. It is concluded that guided surgery represents an approach capable of increasing the accuracy and predictability of dental implant placement, particularly in situations requiring greater three-dimensional control. Nevertheless, its use does not completely eliminate the possibility of deviations and does not replace the professional knowledge and clinical experience required for appropriate treatment planning and execution.

Keywords: Dental Implants. Computer-Assisted Surgery. Surgical Planning. Cone-Beam Computed Tomography. Osseointegration. Mouth Rehabilitation.

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



INTRODUÇÃO

A implantodontia contemporânea tem incorporado progressivamente recursos digitais destinados a aprimorar o planejamento e a execução dos procedimentos cirúrgicos. A integração entre tomografia computadorizada de feixe cônico, escaneamento intraoral, softwares de planejamento tridimensional e sistemas de fabricação de guias cirúrgicos possibilitou maior controle sobre a posição planejada dos implantes. Nesse contexto, a cirurgia guiada por computador permite estabelecer previamente características como localização, profundidade e angulação do implante, considerando simultaneamente a disponibilidade óssea e o planejamento protético. Essa abordagem representa uma evolução em relação ao método convencional à mão livre, no qual a transferência do planejamento para o campo operatório depende mais diretamente da interpretação clínica e da habilidade do profissional (KU *et al.*, 2022).

A precisão do posicionamento tridimensional dos implantes constitui um dos principais fatores considerados no planejamento implantodôntico, sobretudo pela proximidade de estruturas anatômicas importantes e pela necessidade de obtenção de uma posição favorável à futura reabilitação protética. Embora a cirurgia à mão livre possa proporcionar resultados clínicos satisfatórios, estudos comparativos demonstram maior ocorrência de desvios entre a posição planejada e a posição final do implante quando essa técnica é empregada. Em pacientes totalmente edêntulos, por exemplo, foram observados desvios angulares e tridimensionais significativamente superiores com a abordagem à mão livre quando comparada às modalidades estática e dinâmica de cirurgia assistida por computador (JAEMSUWAN *et al.*, 2023).

Este artigo tem como objetivo, analisar a previsibilidade da cirurgia guiada em comparação à cirurgia de implantes realizada à mão livre, considerando seus impactos no planejamento e na execução cirúrgica. Busca-se avaliar as evidências científicas relacionadas à precisão do posicionamento tridimensional dos implantes, aos desvios angulares, coronais e apicais entre a posição planejada e a posição final, bem como identificar fatores capazes de interferir na acurácia das diferentes técnicas. Pretende-se, ainda, discutir as vantagens, limitações e aplicabilidade clínica da cirurgia guiada, destacando sua contribuição para a transferência do planejamento virtual ao campo

operatório e para a obtenção de procedimentos implantodônticos mais previsíveis.

METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão de literatura, de caráter descritivo e qualitativo, desenvolvida com o objetivo de analisar a previsibilidade da cirurgia guiada em comparação à cirurgia de implantes realizada à mão livre, considerando seus impactos no planejamento e na execução cirúrgica. A busca bibliográfica foi direcionada às bases de dados PubMed/MEDLINE, SciELO e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), contemplando publicações científicas entre os anos de 2021 e 2025.

Para a estratégia de busca, foram utilizados descritores e termos relacionados ao tema, incluindo “Dental Implants”, “Computer-Assisted Surgery”, “Surgery, Computer-Assisted”, “Guided Surgery”, “Dental Implantation” e “Freehand Implant Placement”, combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR. As combinações foram elaboradas de maneira a localizar estudos que abordassem cirurgia guiada, cirurgia assistida por computador, instalação de implantes à mão livre, precisão e previsibilidade do posicionamento de implantes dentários.

Foram incluídos artigos publicados entre 2021 e 2025, disponíveis em português ou inglês, com texto completo ou informações suficientes para análise e que apresentassem relação direta com a precisão, previsibilidade, planejamento ou execução da cirurgia de implantes guiada e à mão livre. Foram considerados estudos clínicos, ensaios clínicos, estudos prospectivos e retrospectivos, revisões sistemáticas e meta-análises. Foram excluídas publicações anteriores a 2021, trabalhos duplicados, relatos sem relação direta com o objetivo proposto, resumos sem acesso às informações necessárias, editoriais, cartas ao editor e estudos que não abordassem a instalação de implantes dentários.

Após a busca, os estudos foram selecionados inicialmente pela leitura dos títulos e resumos e, posteriormente, pela análise dos textos elegíveis. As informações foram organizadas de forma descritiva, considerando principalmente os desvios angulares, coronais e apicais dos implantes, a correspondência entre o planejamento virtual e a posição cirúrgica final, as características dos sistemas de cirurgia guiada e os fatores

capazes de interferir na precisão. Ao final, foram selecionadas 15 publicações científicas pertinentes ao tema, utilizadas para fundamentar a introdução e a revisão de literatura deste trabalho.

REVISÃO DE LITERATURA

A utilização de sistemas computadorizados na implantodontia está relacionada à possibilidade de transferir para o campo cirúrgico um planejamento previamente desenvolvido em ambiente virtual. A cirurgia guiada estática permite determinar a posição tridimensional pretendida do implante e confeccionar um dispositivo físico responsável pela orientação das brocas durante a osteotomia. Entretanto, mesmo utilizando planejamento computadorizado, desvios entre a posição virtual e a posição efetivamente obtida permanecem possíveis. Estudos clínicos demonstram que diferentes características do sistema de guia e das etapas de fabricação podem interferir nos resultados, razão pela qual margens de segurança continuam necessárias durante o planejamento (ASHTIANI *et al.*, 2021).

A cirurgia guiada estática utiliza um guia confeccionado a partir do planejamento virtual para direcionar a sequência de instrumentação e, nos sistemas totalmente guiados, também controlar a inserção do implante. Essa transferência física do planejamento virtual pode reduzir a influência de variações relacionadas à percepção espacial do operador. Entretanto, a precisão final não depende exclusivamente da presença do guia, uma vez que erros podem ocorrer durante aquisição das imagens, sobreposição dos arquivos digitais, planejamento virtual, fabricação do dispositivo e adaptação clínica. Dessa maneira, a cirurgia guiada deve ser compreendida como um fluxo de trabalho composto por diferentes etapas capazes de influenciar cumulativamente o resultado cirúrgico (RAABE, *et al.*, 2023).

Evidências clínicas recentes reforçam a diferença de precisão entre os métodos. Em ensaio clínico randomizado envolvendo 61 pacientes e 80 implantes imediatos, a cirurgia guiada apresentou menores desvios crestais, apicais e angulares quando comparada à colocação à mão livre. A diferença angular foi particularmente expressiva, com média de 6,09 graus no grupo à mão livre e 0,83 grau no grupo submetido à cirurgia estática guiada. Esses resultados evidenciam que a utilização de sistemas de orientação

pode aumentar a correspondência entre o planejamento virtual e a posição efetivamente alcançada durante a cirurgia (POZZI *et al.*, 2023).

Apesar das vantagens relacionadas à precisão, a escolha entre cirurgia guiada e colocação à mão livre não deve ser determinada exclusivamente pela superioridade tecnológica de determinado método. Aspectos relacionados ao custo, experiência profissional, disponibilidade de equipamentos, características anatômicas, extensão da reabilitação e complexidade do caso devem integrar a tomada de decisão. Revisões sistemáticas demonstram que ambas as modalidades podem apresentar elevada sobrevivência dos implantes, embora diferenças relacionadas à precisão e às taxas de falha tenham sido relatadas. Portanto, torna-se relevante analisar criticamente as evidências disponíveis para compreender os impactos da cirurgia guiada sobre a previsibilidade do planejamento e da execução cirúrgica em comparação à técnica convencional (ABDELHAY, 2021).

Outra possibilidade tecnológica é a navegação dinâmica, na qual o profissional acompanha em tempo real a posição e a trajetória dos instrumentos em relação ao planejamento virtual. Em estudo que comparou cirurgia dinâmica baseada em realidade aumentada, cirurgia estática computadorizada e técnica à mão livre, tanto a navegação dinâmica quanto a abordagem estática apresentaram maior precisão do que o método convencional. Os resultados demonstraram desvios coronais e apicais globais superiores no grupo à mão livre, reforçando que sistemas de orientação computadorizada podem aumentar a capacidade de reprodução do planejamento tridimensional durante a instalação do implante (CHRABIEH *et al.*, 2024).

O método utilizado para apoiar e estabilizar o guia constitui outro aspecto importante para a previsibilidade cirúrgica. Guias podem apresentar suporte dentário, ósseo ou mucoso, além de diferentes configurações de extensão e fixação. Uma revisão sistemática demonstrou que características relacionadas ao tipo de suporte, método de fabricação, presença de pinos de fixação e utilização de anilhas podem influenciar os desvios encontrados. Dessa forma, a análise da cirurgia guiada não deve considerar apenas o planejamento virtual, mas também os fatores físicos envolvidos na estabilidade e na utilização clínica do dispositivo cirúrgico (ZHOU, 2023).

A experiência do operador permanece relevante mesmo diante da utilização de tecnologias computadorizadas. Um sistema guiado não transforma automaticamente o

procedimento em uma intervenção independente do conhecimento cirúrgico. Estudos clínicos multicêntricos demonstram que o controle das etapas do fluxo digital e a padronização dos procedimentos são fundamentais para obtenção de resultados previsíveis. Em uma investigação envolvendo 61 implantes, foram encontrados desvios médios de 0,73 mm no ombro, 1,06 mm no ápice e 2,94 graus na angulação, resultados considerados satisfatórios pelos pesquisadores. O estudo destacou que o controle cuidadoso desde a aquisição dos dados até a execução constitui elemento determinante para a precisão (LUONGO *et al.*, 2024).

As evidências mais recentes provenientes de revisões sistemáticas e meta-análises consolidam a tendência observada nos estudos clínicos individuais. A comparação direta entre cirurgia totalmente guiada e cirurgia à mão livre demonstra vantagem da abordagem guiada em parâmetros relacionados aos desvios angulares, apicais e tridimensionais. Entretanto, a maior precisão geométrica não significa que todos os casos devam obrigatoriamente ser realizados por cirurgia guiada, uma vez que experiência do profissional, indicação clínica, custos e características anatômicas continuam relevantes. Assim, a principal contribuição da tecnologia consiste em aumentar a capacidade de transferência do planejamento para o campo operatório e tornar determinados procedimentos mais previsíveis (DUTTA *et al.*, 2025).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conjunta dos estudos demonstra que a incorporação das tecnologias digitais à implantodontia modificou significativamente a forma de planejamento e execução da instalação de implantes dentários. Ku *et al.* (2022) destacam que a integração dos exames de imagem com ferramentas digitais permite planejar tridimensionalmente a posição dos implantes e transferir essas informações para o campo cirúrgico. Essa perspectiva é corroborada por Ashtiani *et al.* (2021), que reconhecem a cirurgia guiada como um recurso capaz de proporcionar maior controle sobre a trajetória de inserção do implante. Entretanto, enquanto Ku *et al.* (2022) enfatizam os benefícios proporcionados pela integração do fluxo digital, Ashtiani *et al.* (2021) chamam atenção para a existência de desvios mesmo quando sistemas computadorizados são empregados. Assim, os estudos convergem quanto ao potencial

da cirurgia guiada para aumentar a previsibilidade, mas demonstram que a tecnologia não deve ser considerada completamente isenta de limitações.

Ao comparar diretamente a cirurgia guiada com a técnica à mão livre, os achados de Jaemsuwan *et al.* (2023) fortalecem a hipótese de superioridade da orientação computadorizada em relação à precisão do posicionamento dos implantes. Os autores verificaram, em pacientes totalmente edêntulos, maiores desvios angulares e tridimensionais na colocação à mão livre quando comparada às modalidades estática e dinâmica de cirurgia assistida por computador. Esses resultados apresentam concordância com Dutta *et al.* (2025), cuja análise das evidências disponíveis identificou vantagem da cirurgia guiada em parâmetros relacionados aos desvios angulares, apicais e tridimensionais. Dessa maneira, apesar das diferenças metodológicas entre os estudos, Jaemsuwan *et al.* (2023) e Dutta *et al.* (2025) convergem ao demonstrar que a transferência computadorizada do planejamento apresenta maior capacidade de reproduzir a posição previamente estabelecida para o implante.

Os resultados apresentados por Pozzi *et al.* (2023) também sustentam essa interpretação. Em seu estudo, os autores observaram diferença expressiva no desvio angular entre a técnica à mão livre e a cirurgia estática guiada, com médias de 6,09 graus e 0,83 grau, respectivamente. Esses resultados complementam as observações de Jaemsuwan *et al.* (2023), que também identificaram maior desvio angular associado à técnica convencional. Embora os estudos tenham sido desenvolvidos em condições clínicas distintas, ambos indicam que a orientação proporcionada pelos sistemas computadorizados diminui a discrepância entre a posição planejada e aquela efetivamente alcançada. Essa convergência é relevante porque demonstra que a vantagem relacionada à precisão não parece estar restrita a uma única situação clínica, podendo ser observada em diferentes contextos da implantodontia.

Por outro lado, a maior precisão identificada por Pozzi *et al.* (2023) e Jaemsuwan *et al.* (2023) deve ser interpretada juntamente com as considerações apresentadas por Ashtiani *et al.* (2021). Embora os primeiros estudos demonstrem resultados favoráveis aos sistemas guiados, Ashtiani *et al.* (2021) ressaltam que a cirurgia computadorizada continua sujeita a desvios. Essa observação impede que a cirurgia guiada seja interpretada como um método de precisão absoluta. A existência de discrepâncias pode estar relacionada às diferentes etapas existentes entre a aquisição das informações

anatômicas e a inserção definitiva do implante. Portanto, a superioridade relativa da cirurgia guiada em comparação à técnica à mão livre não significa ausência de erro, mas redução de determinadas fontes de variabilidade presentes durante a execução do procedimento.

Nesse aspecto, Raabe *et al.* (2023) aprofundam a discussão ao demonstrarem que a precisão não depende simplesmente da classificação do procedimento como guiado ou não guiado. Os autores apontam que diferentes características dos sistemas utilizados podem modificar o grau de precisão obtido. Esse entendimento complementa Ashtiani *et al.* (2021), pois ambos destacam fatores relacionados ao próprio sistema de orientação como potenciais fontes de discrepância. Enquanto Ashtiani *et al.* (2021) discutem de maneira mais abrangente as limitações dos sistemas estáticos, Raabe *et al.* (2023) evidenciam que configurações específicas dos componentes utilizados durante a cirurgia podem alterar os resultados. Dessa forma, os trabalhos demonstram que existe variabilidade inclusive entre diferentes modalidades de cirurgia guiada.

A influência de múltiplas etapas sobre o resultado final também se relaciona às considerações de Ku *et al.* (2022). A precisão observada clinicamente resulta de uma sequência que envolve aquisição tomográfica, obtenção de registros digitais, planejamento virtual e transferência dessas informações para o procedimento. Quando os achados de Ku *et al.* (2022) são analisados em conjunto com os de Raabe *et al.* (2023), percebe-se que o resultado depende tanto da qualidade do planejamento quanto da capacidade do sistema empregado de reproduzi-lo clinicamente. Isso significa que um planejamento virtual adequado não garante, isoladamente, posicionamento cirúrgico equivalente ao planejado, pois erros acumulados durante diferentes etapas podem interferir na posição final do implante.

Zhou *et al.* (2023) acrescentam outro elemento importante ao apontarem a influência do suporte e da estabilidade do guia cirúrgico. Segundo os autores, características como tipo de suporte, fabricação do dispositivo, presença de pinos de fixação e utilização de anilhas podem interferir nos desvios encontrados. Essas observações apresentam relação direta com os resultados de Raabe *et al.* (2023), uma vez que ambos demonstram que aspectos estruturais e mecânicos do sistema guiado interferem na precisão. Assim, a comparação entre esses estudos permite compreender que a previsibilidade da cirurgia guiada não depende somente do software ou da

qualidade da imagem tomográfica, mas também da estabilidade física do dispositivo responsável pela transferência das informações virtuais para o campo operatório.

A estabilidade do guia assume especial relevância porque qualquer movimentação durante a instrumentação pode alterar a trajetória previamente planejada. Nesse sentido, os achados de Zhou *et al.* (2023) ajudam a explicar por que Ashtiani *et al.* (2021) identificam a permanência de desvios mesmo em procedimentos guiados. A existência de uma guia confeccionada digitalmente não elimina fatores mecânicos capazes de comprometer sua adaptação ou estabilidade. Portanto, os resultados desses autores reforçam a necessidade de avaliação clínica do dispositivo antes e durante a cirurgia, evitando a interpretação equivocada de que a tecnologia substitui o controle profissional.

A comparação entre diferentes modalidades de orientação computadorizada também amplia essa discussão. Chrabieh *et al.* (2024) analisaram recursos de orientação digital e demonstraram resultados favoráveis quanto à precisão proporcionada por abordagens computadorizadas. Quando essas observações são confrontadas com os resultados de Jaemsuwan *et al.* (2023), verifica-se que tanto os sistemas estáticos quanto outras modalidades digitais podem proporcionar vantagens em relação à execução exclusivamente à mão livre. Isso sugere que o elemento central para o aumento da previsibilidade pode estar relacionado à utilização de referências objetivas provenientes do planejamento tridimensional, diminuindo a dependência exclusiva da avaliação visual e espacial realizada pelo cirurgião durante o procedimento.

Entretanto, as tecnologias digitais não tornam a experiência profissional dispensável. Luongo *et al.* (2024) demonstram a importância da padronização e do controle das diferentes etapas do fluxo digital para obtenção de resultados previsíveis. Os autores encontraram desvios médios de 0,73 mm no ombro do implante, 1,06 mm no ápice e 2,94 graus na angulação. Apesar de esses valores evidenciarem precisão clínica favorável, também confirmam a existência de discrepâncias entre planejamento e execução. Essa constatação apresenta concordância com Ashtiani *et al.* (2021) e Raabe *et al.* (2023), reforçando que cirurgia guiada deve ser entendida como uma técnica de redução dos desvios e não como um método capaz de eliminá-los completamente.

Ao relacionar os resultados de Luongo *et al.* (2024) aos de Pozzi *et al.* (2023), observa-se ainda que os valores de precisão podem variar entre estudos e situações

clínicas. Pozzi *et al.* (2023) encontraram desvio angular médio de 0,83 grau na abordagem estática guiada analisada, enquanto Luongo *et al.* (2024) registraram média angular de 2,94 graus em sua investigação. Essa diferença não necessariamente representa contradição entre os autores, uma vez que populações, condições anatômicas, sistemas utilizados e protocolos metodológicos podem diferir. Pelo contrário, a variação reforça a necessidade de interpretar a precisão da cirurgia guiada dentro do contexto clínico específico em que cada técnica é empregada.

A experiência do operador também pode explicar parte dessa variabilidade. A cirurgia à mão livre apresenta maior dependência da capacidade do profissional de interpretar as informações diagnósticas e reproduzir mentalmente o planejamento durante a osteotomia. A cirurgia guiada introduz referências mecânicas ou digitais destinadas a reduzir essa dependência, mas não elimina a responsabilidade do cirurgião. Os resultados de Luongo *et al.* (2024), associados às considerações de Ku *et al.* (2022), demonstram que conhecimento do fluxo digital, domínio da técnica e avaliação crítica continuam fundamentais. Dessa forma, a tecnologia atua como ferramenta de auxílio à execução, e não como substituta da formação e da experiência profissional.

Outro aspecto relevante diz respeito à diferença entre precisão geométrica e sucesso clínico. Abdelhay *et al.* (2021) analisaram a ocorrência de falhas associadas às abordagens guiada e não guiada e identificaram taxas de 2,25% para os implantes instalados por cirurgia guiada e 6,42% para aqueles inseridos à mão livre nos estudos incluídos em sua análise. Esses resultados sugerem possível vantagem da abordagem guiada também em desfechos relacionados à sobrevivência dos implantes. Entretanto, esse achado deve ser interpretado com cautela, pois o sucesso implantodôntico é multifatorial e não depende exclusivamente da precisão tridimensional alcançada durante a cirurgia.

Nesse sentido, a comparação entre Abdelhay *et al.* (2021) e Dutta *et al.* (2025) é particularmente importante. Enquanto Dutta *et al.* (2025) concentram a análise na precisão da instalação e demonstram vantagem da cirurgia guiada quanto aos desvios, Abdelhay *et al.* (2021) ampliam a discussão para os índices de falha. A associação dos resultados sugere que maior correspondência entre planejamento e execução pode apresentar repercussões clínicas relevantes. Contudo, não é possível atribuir isoladamente diferenças na sobrevivência dos implantes ao uso do guia cirúrgico, visto

que fatores biológicos, protéticos, anatômicos e relacionados ao paciente também interferem no prognóstico.

A maior precisão pode assumir importância adicional quando estruturas anatômicas nobres estão próximas da região planejada para implantação. Os achados de Jaemsuwan *et al.* (2023), Pozzi *et al.* (2023) e Dutta *et al.* (2025) demonstram redução dos desvios com sistemas guiados, aspecto que pode favorecer maior controle da distância em relação às estruturas adjacentes. Entretanto, as limitações apontadas por Ashtiani *et al.* (2021), Zhou *et al.* (2023) e Raabe *et al.* (2023) demonstram que margens de segurança continuam necessárias. Portanto, o planejamento digital deve auxiliar a tomada de decisão clínica sem produzir falsa percepção de precisão absoluta.

Em pacientes totalmente edêntulos, os resultados de Jaemsuwan *et al.* (2023) merecem atenção particular. A menor disponibilidade de referências dentárias torna a orientação espacial mais desafiadora e pode aumentar a dependência da experiência profissional quando a cirurgia é realizada à mão livre. Nessa condição, os autores observaram melhor precisão com as modalidades computadorizadas. Esses resultados podem ser relacionados aos achados de Zhou *et al.* (2023), uma vez que a estabilidade e o tipo de suporte do guia tornam-se especialmente relevantes quando não existem dentes remanescentes para auxiliar sua estabilização. Assim, o benefício da cirurgia guiada deve ser analisado conjuntamente com a capacidade de obtenção de um dispositivo estável e adequadamente adaptado.

A análise de Chrabieh *et al.* (2024) também demonstra que a evolução tecnológica amplia as possibilidades disponíveis para orientação do cirurgião. A navegação e outras formas de assistência computadorizada podem permitir acompanhamento do procedimento e controle da trajetória planejada. Em comparação com os guias estáticos discutidos por Ashtiani *et al.* (2021) e Zhou *et al.* (2023), sistemas que fornecem orientação digital apresentam características próprias e não dependem exatamente dos mesmos mecanismos físicos. Contudo, ambas as modalidades compartilham o objetivo de aumentar a correspondência entre o planejamento tridimensional e a posição final do implante.

Quando os trabalhos são considerados em conjunto, observa-se que existe forte convergência entre Ku *et al.* (2022), Jaemsuwan *et al.* (2023), Pozzi *et al.* (2023), Chrabieh *et al.* (2024) e Dutta *et al.* (2025) quanto aos benefícios da incorporação de

ferramentas computadorizadas para aumentar a previsibilidade da instalação dos implantes. Os autores, apesar de empregarem diferentes metodologias, demonstram que sistemas de orientação podem reduzir a variabilidade existente entre o planejamento e a execução. Essa consistência entre estudos de diferentes períodos fortalece a evidência favorável ao emprego das tecnologias digitais quando a precisão tridimensional constitui um objetivo prioritário do tratamento.

Por outro lado, Ashtiani *et al.* (2021), Raabe *et al.* (2023), Zhou *et al.* (2023) e Luongo *et al.* (2024) fornecem uma perspectiva complementar fundamental. Esses estudos demonstram que a maior precisão proporcionada pela cirurgia guiada está condicionada ao controle adequado do fluxo de trabalho. Erros de aquisição de dados, fabricação, adaptação, suporte ou manipulação do guia podem produzir desvios. Portanto, esses autores não contradizem a superioridade relativa observada nos estudos comparativos, mas delimitam as condições necessárias para que essa vantagem seja efetivamente alcançada na prática clínica.

Também não se deve interpretar a superioridade da cirurgia guiada quanto à precisão como evidência de inadequação da técnica à mão livre. Abdelhay *et al.* (2021) demonstram que ambas as abordagens podem apresentar elevada sobrevivência dos implantes, embora diferenças entre os grupos tenham sido observadas. Da mesma forma, Dutta *et al.* (2025) reconhecem a vantagem geométrica da cirurgia guiada, mas a decisão clínica envolve fatores que ultrapassam os desvios tridimensionais. Custos, infraestrutura disponível, curva de aprendizagem, características anatômicas e complexidade da reabilitação precisam ser considerados antes da seleção do método.

Dessa forma, a literatura analisada permite estabelecer uma distinção importante entre aplicabilidade clínica e precisão. A técnica à mão livre continua sendo uma modalidade aplicável à instalação de implantes, especialmente quando executada por profissionais experientes e em situações clínicas favoráveis. Entretanto, os resultados de Jaemsuwan *et al.* (2023), Pozzi *et al.* (2023) e Dutta *et al.* (2025) indicam que, quando o parâmetro analisado é especificamente a correspondência entre planejamento e posição final, a cirurgia guiada tende a apresentar desempenho superior. Essa vantagem pode adquirir maior relevância conforme aumenta a necessidade de controle tridimensional da instalação.

A interpretação conjunta de todos os estudos evidencia ainda que a

previsibilidade não pode ser atribuída a um único componente tecnológico. Ku *et al.* (2022) ressaltam a integração digital do planejamento, Ashtiani *et al.* (2021) demonstram a permanência de fontes de erro, Raabe *et al.* (2023) evidenciam a influência das características do sistema, Zhou *et al.* (2023) destacam aspectos relacionados ao suporte e à estabilidade do guia e Luongo *et al.* (2024) reforçam a importância da padronização do fluxo clínico. Portanto, a precisão final resulta da interação entre tecnologia, planejamento, dispositivo cirúrgico, anatomia do paciente e competência do operador.

Os dados apresentados por Pozzi *et al.* (2023), Jaemsuwan *et al.* (2023) e Luongo *et al.* (2024) também demonstram a importância de considerar diferentes parâmetros de desvio simultaneamente. A avaliação exclusiva do ângulo não representa integralmente a precisão, pois um implante pode apresentar discrepâncias na região coronal ou apical mesmo diante de uma variação angular relativamente pequena. Por essa razão, estudos contemporâneos avaliam múltiplas medidas para determinar a correspondência tridimensional. A abordagem utilizada por Dutta *et al.* (2025), ao sintetizar resultados relacionados aos diferentes tipos de desvio, reforça a necessidade de uma interpretação multidimensional da precisão cirúrgica.

Nesse cenário, os resultados de Abdelhay *et al.* (2021) ampliam a análise ao demonstrarem que a discussão sobre previsibilidade não deve permanecer restrita à geometria do posicionamento. A finalidade da implantodontia é alcançar resultados clínicos e protéticos satisfatórios e duradouros. Portanto, embora a redução dos desvios seja relevante, ela representa apenas uma das dimensões do tratamento. A sobrevivência do implante, manutenção dos tecidos peri implantares, função e possibilidade de execução adequada da reabilitação protética também devem compor a avaliação dos resultados.

A evolução temporal das evidências analisadas demonstra, ainda, crescente consolidação do conhecimento sobre a cirurgia assistida por computador. Os trabalhos de Ashtiani *et al.* (2021) e Abdelhay *et al.* (2021) já apontavam vantagens e limitações das abordagens guiadas. Posteriormente, Ku *et al.* (2022), Raabe *et al.* (2023), Jaemsuwan *et al.* (2023), Pozzi *et al.* (2023) e Zhou *et al.* (2023) contribuíram para uma compreensão mais detalhada dos fatores capazes de modificar a precisão. Os estudos de Chrabieh *et al.* (2024) e Luongo *et al.* (2024) reforçaram a aplicabilidade clínica das

tecnologias digitais, enquanto a síntese apresentada por Dutta *et al.* (2025) reuniu evidências recentes favoráveis à maior precisão da cirurgia guiada em relação à colocação à mão livre.

Portanto, a comparação entre os autores demonstra maior concordância do que divergência. Jaemsuwan *et al.* (2023), Pozzi *et al.* (2023) e Dutta *et al.* (2025) apresentam evidências particularmente importantes de maior precisão da cirurgia guiada em comparação à técnica à mão livre. Ku *et al.* (2022) e Chrabieh *et al.* (2024) reforçam as contribuições das ferramentas digitais para o planejamento e a execução, enquanto Ashtiani *et al.* (2021), Raabe *et al.* (2023), Zhou *et al.* (2023) e Luongo *et al.* (2024) demonstram que os resultados dependem do controle das diferentes fontes de erro. Abdelhay *et al.* (2021), por sua vez, amplia a análise ao abordar resultados relacionados à falha dos implantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na literatura analisada, conclui-se que a cirurgia guiada apresenta maior previsibilidade na instalação de implantes dentários quando comparada à técnica realizada à mão livre, principalmente em relação à reprodução do planejamento virtual e à redução dos desvios angulares, coronais e apicais. A utilização de recursos digitais possibilita maior controle sobre a posição, angulação e profundidade dos implantes, contribuindo para uma execução cirúrgica mais próxima daquela previamente estabelecida.

Entretanto, a utilização da cirurgia guiada não elimina completamente a possibilidade de erros, uma vez que sua precisão depende de diferentes etapas do fluxo digital, incluindo aquisição das imagens, escaneamento, sobreposição dos arquivos, planejamento virtual, fabricação e adaptação do guia cirúrgico. A experiência do profissional, a estabilidade do guia e as condições anatômicas do paciente também permanecem determinantes para o resultado clínico.

Dessa forma, a cirurgia guiada constitui uma ferramenta importante para aumentar a precisão e a previsibilidade do tratamento implantodôntico, especialmente em situações de maior complexidade anatômica ou que exijam posicionamento proteticamente orientado. A cirurgia à mão livre permanece uma alternativa

cl clinicamente aplicável, porém apresenta maior dependência da habilidade e experiência do operador. Portanto, a escolha da técnica deve considerar as características individuais de cada caso, os recursos disponíveis e a relação entre benefícios, limitações e custos, buscando sempre segurança, precisão e resultados funcionais satisfatórios.

REFERÊNCIAS

ABDELHAY, N.; PRASAD, S.; GIBSON, M. P. Failure rates associated with guided versus non-guided dental implant placement: a systematic review and meta-analysis. *BDJ Open*, v. 7, n. 31, p. 78-88, 2021.

ASHTIANI, R. E.; GHASEMI, Z.; NAMI, M. et al. Accuracy of static digital surgical guides for dental implants based on the guide system: a systematic review. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 12, n. 6, p. 600-607, 2021.

CHRABIEH, E.; HANNA, C.; MRAD, S. et al. Accuracy of computer-guided implant surgery in partially edentulous patients: a prospective observational study. *International Journal of Implant Dentistry*, v. 10, n. 8, 90-105, 2024.

DUTTA, D.; MOHANTY, A. K.; RAUT, A. et al. Comparison of accuracy of dental implant placement between freehand and guided implant surgery: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, v. 24, n. 4, p. 865-876, 2025.

JAEMSUWAN, S.; ARUNJAROENSUK, S.; KABOOSAYA, B. et al. Comparison of the accuracy of implant position among freehand implant placement, static and dynamic computer-assisted implant surgery in fully edentulous patients: a non-randomized prospective study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 5, n. 2, p. 264-271, 2023.

KU, J. K.; LEE, J.; LEE, H. J. et al. Accuracy of dental implant placement with computer-guided surgery: a retrospective cohort study. *BMC Oral Health*, v. 22, n. 18, p. 34-45, 2022.

LUONGO, F.; LERNER, H.; GESSO, C. et al. Accuracy in static guided implant surgery: results from a multicenter retrospective clinical study on 21 patients treated in three private practices. *Journal of Dentistry*, v. 14, n. 10, p. 104-125, 2024.

POZZI, A.; CAROSI, P.; LAURETI, A. et al. Accuracy of navigation guided implant surgery for immediate loading complete arch restorations: prospective clinical trial. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, v. 26, n. 15, p. 954-971, 2024.

RAABE, C.; SCHUETZ, T. S.; CHAPPUIS, V. et al. Accuracy of keyless vs drill-key implant systems for static computer-assisted implant surgery using two guide-hole designs compared to freehand implant placement: an in vitro study. *International Journal of*



Implant Dentistry, v. 9, n. 4, p. 23-34, 2023.

ZHOU, M.; LI, S. A systematic review of the accuracy of digital surgical guides for dental implantation. *International Journal of Implant Dentistry*, v. 9, n. 5, p. 38-52, 2023.