REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

NAVEGAÇÃO CIRÚRGICA DINÂMICA EM IMPLANTES IMEDIATOS CONTROLE DA ANGULAÇÃO, PROFUNDIDADE E POSICIONAMENTO TRIDIMENSIONAL

DYNAMIC SURGICAL NAVIGATION IN IMMEDIATE IMPLANTS: CONTROL OF ANGULATION, DEPTH, AND THREE-DIMENSIONAL POSITIONING

Ciências da Saúde • 03/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/793703103

Célio Augusto Pimentel Arcanjo[1]

Thomas Robson Mangini de Castro[2]

Humberto Manoel da Silva[3]

Eduardo Guimarães Moreira Mangolin[4]

Janaina Gomes Maciel[5]

Vinicius Cassol da Silva[6]

Francisco Humberto Barg da Silva[7]

Diego Barbosa Garcia[8]

Livia Veloso Figueiredo Rocha Velho Barretto[9]

Lorrana Soares Andrade[10]

Vitória Melissa Sousa Moura[11]

Kayllanne Rocha da Silva[12]

Juliana Emmy Morikawa[13]

Luma Cardoso Oliveira[14]

Ayumi Maria Moraes Rodrigues[15]

Ana Vitória Rosa Costa Lima Gardunho[16]

Nicole da Silva Braga[17]

Maria Luísa Nogueira de Jesus[18]

Rodney Capp Pallotta[19]

RESUMO

A navegação cirúrgica dinâmica representa um avanço tecnológico na Implantodontia, permitindo maior controle da angulação, da profundidade de inserção e do posicionamento tridimensional dos implantes dentários imediatos. Sua utilização possibilita acompanhar a trajetória dos instrumentos em tempo real, favorecendo a precisão cirúrgica e a correspondência entre o planejamento virtual e a execução do procedimento. O presente trabalho teve como objetivo analisar a aplicação da navegação cirúrgica dinâmica na instalação de implantes imediatos, avaliando sua contribuição para a redução dos desvios de posicionamento, bem como suas vantagens, limitações e implicações clínicas. Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, de abordagem qualitativa e caráter descritivo, fundamentada em 15 publicações científicas divulgadas entre 2021 e 2025. A análise contemplou estudos relacionados à precisão cirúrgica, ao controle angular, à profundidade de inserção e aos desvios cervicais e apicais, considerando comparações entre navegação dinâmica, guias estáticos e técnicas convencionais. Os resultados evidenciaram que a navegação dinâmica pode proporcionar maior precisão em relação à instalação convencional, especialmente em situações anatômicas complexas. Entretanto, sua superioridade sobre os sistemas estáticos não foi demonstrada de maneira uniforme, sendo o desempenho influenciado pelas características dos equipamentos, pela calibração e pela experiência profissional. Conclui-se que a navegação cirúrgica dinâmica constitui uma alternativa relevante para melhorar a previsibilidade da instalação de implantes imediatos, contribuindo para o posicionamento tridimensional adequado. Contudo, sua aplicação exige planejamento individualizado, avaliação anatômica criteriosa e conhecimento técnico, sendo necessários estudos adicionais para consolidar as

evidências sobre seus benefícios clínicos em longo prazo.
Palavras-chave: Implantes Dentários; Implantação Dentária; Cirurgia Assistida por Computador; Planejamento Cirúrgico; Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico; Precisão da Medição Dimensional.

ABSTRACT

Dynamic surgical navigation represents a technological advancement in implant dentistry, allowing greater control of angulation, insertion depth, and three-dimensional positioning of immediate dental implants. Its application enables real-time monitoring of surgical instruments, improving surgical accuracy and correspondence between virtual planning and procedural execution. This study aimed to analyze the application of dynamic surgical navigation in immediate dental implant placement, evaluating its contribution to reducing positioning deviations, as well as its advantages, limitations, and clinical implications. This narrative literature review adopted a qualitative and descriptive approach and was based on 15 scientific publications published between 2021 and 2025. The analysis included studies addressing surgical accuracy, angular control, insertion depth, and coronal and apical deviations, considering comparisons among dynamic navigation, static surgical guides, and conventional techniques. The findings indicated that dynamic navigation may provide greater accuracy than conventional implant placement, particularly in anatomically complex situations. However, its superiority over static guidance systems was not consistently demonstrated, as performance depends on equipment characteristics, calibration procedures, and professional experience. It was concluded that dynamic surgical navigation represents a relevant alternative for improving the predictability of immediate implant placement by contributing to appropriate three-

dimensional positioning. Nevertheless, its clinical application requires individualized planning, careful anatomical assessment, and adequate technical expertise. Further clinical investigations using standardized methodologies and long-term follow-up are necessary to strengthen the available evidence regarding surgical accuracy, procedural safety, and the clinical benefits associated with this technology in immediate implant rehabilitation.
Keywords: Dental Implants; Dental Implantation; Surgery; Computer-Assisted; Surgical Planning; Cone-Beam Computed Tomography; Dimensional Measurement Accuracy.

1. INTRODUÇÃO

A evolução das tecnologias digitais aplicadas à Implantodontia tem contribuído para o desenvolvimento de procedimentos cirúrgicos mais precisos, especialmente em situações que exigem controle rigoroso do posicionamento dos implantes dentários. A navegação cirúrgica dinâmica representa uma alternativa tecnológica que permite acompanhar, em tempo real, a trajetória dos instrumentos durante a preparação óssea e a instalação dos implantes, utilizando informações previamente obtidas por exames de imagem tridimensionais. Essa abordagem possibilita avaliar continuamente a relação entre o planejamento virtual e a execução cirúrgica, favorecendo o controle da angulação, da profundidade e da localização espacial dos implantes. A utilização desses sistemas também permite identificar desvios durante o procedimento e realizar correções na trajetória dos instrumentos, contribuindo para maior previsibilidade no posicionamento das estruturas implantossuportadas (Wei *et al*., 2021).

A instalação de implantes imediatos constitui uma modalidade terapêutica caracterizada pela inserção do implante no alvéolo dentário após a exodontia, exigindo avaliação criteriosa das condições anatômicas e da disponibilidade óssea para obtenção de estabilidade primária. Nesses procedimentos, o posicionamento tridimensional adequado apresenta importância fundamental, pois a presença do alvéolo e as características das paredes ósseas podem dificultar o direcionamento das brocas e influenciar a trajetória do implante. A navegação dinâmica surge como um recurso capaz de auxiliar o profissional na execução do planejamento cirúrgico, permitindo acompanhar a orientação dos instrumentos e controlar possíveis desvios durante a instalação. Dessa maneira, sua utilização pode contribuir para a obtenção de resultados mais precisos em situações clínicas que apresentam limitações anatômicas ou exigências protéticas específicas (Wei *et al.*, 2022).

O controle da angulação representa um dos principais aspectos relacionados à precisão da cirurgia de implantes, considerando que alterações na orientação do implante podem comprometer sua relação com os dentes adjacentes, as estruturas anatômicas e a futura reabilitação protética. A navegação cirúrgica dinâmica permite visualizar continuamente a direção dos instrumentos em relação ao planejamento virtual, oferecendo informações que auxiliam na manutenção da trajetória estabelecida. Além da angulação, a precisão do posicionamento cervical e apical constitui um parâmetro importante para avaliar a correspondência entre a posição planejada e aquela efetivamente alcançada. Estudos clínicos demonstram que a utilização de sistemas de navegação dinâmica pode reduzir desvios relacionados à instalação convencional, embora a magnitude dessa melhoria dependa das condições

cirúrgicas e das características do sistema empregado (Yu *et al.*, 2023).

A profundidade de inserção dos implantes também constitui um elemento determinante para o planejamento cirúrgico, especialmente em regiões próximas a estruturas anatômicas que exigem preservação durante a instrumentação óssea. O posicionamento inadequado em profundidade pode interferir na relação entre o implante, o tecido ósseo e os componentes protéticos, tornando necessário o acompanhamento rigoroso da trajetória de perfuração. Nesse contexto, os sistemas de navegação dinâmica possibilitam visualizar a progressão dos instrumentos em relação às imagens tomográficas e ao planejamento previamente estabelecido. Entretanto, a precisão obtida depende de fatores como calibração dos instrumentos, registro das referências anatômicas e estabilidade do rastreamento durante o procedimento, demonstrando que a tecnologia deve estar associada ao conhecimento técnico e à adequada execução das etapas cirúrgicas (Knipper *et al.*, 2024).

Este artigo tem como objetivo, analisar, por meio de uma revisão da literatura, a aplicação da navegação cirúrgica dinâmica na instalação de implantes dentários imediatos, com ênfase no controle da angulação, da profundidade de inserção e do posicionamento tridimensional. Busca-se compreender a contribuição dessa tecnologia para a precisão cirúrgica, avaliando sua capacidade de reduzir desvios entre o planejamento virtual e a posição final dos implantes, bem como identificar suas vantagens, limitações e implicações clínicas em comparação com outras técnicas de instalação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A navegação cirúrgica dinâmica fundamenta-se na integração entre exames de imagem tridimensionais, planejamento digital e sistemas de rastreamento capazes de identificar a posição dos instrumentos durante a cirurgia. Diferentemente das técnicas convencionais, nas quais o direcionamento depende predominantemente das referências anatômicas e da habilidade manual do operador, a navegação permite acompanhar a trajetória cirúrgica em relação ao planejamento previamente estabelecido. A utilização dessa tecnologia possibilita realizar ajustes durante a instrumentação, oferecendo maior flexibilidade em comparação com sistemas estáticos que utilizam guias previamente confeccionados. Nos implantes imediatos, essa funcionalidade apresenta importância diante das particularidades anatômicas do alvéolo pós-extração, permitindo orientar a perfuração conforme a disponibilidade óssea e a posição protética desejada. Uma revisão sistemática com metanálise identificou menores desvios na instalação de implantes com navegação dinâmica em comparação com a técnica convencional, demonstrando seu potencial para melhorar a correspondência entre a posição planejada e a efetivamente alcançada. Entretanto, os resultados também evidenciaram a existência de desvios residuais, indicando que a utilização da tecnologia não garante precisão absoluta e exige acompanhamento criterioso durante todas as etapas cirúrgicas (Pellegrino *et al.*, 2021).

A estabilidade do direcionamento cirúrgico durante a instalação de implantes imediatos constitui um aspecto fundamental para evitar alterações na trajetória inicialmente planejada, especialmente diante da anatomia irregular dos alvéolos pós-extração. A navegação cirúrgica dinâmica possibilita realizar ajustes durante a

instrumentação, permitindo compensar possíveis tendências de deslocamento da broca em direção às regiões de menor resistência óssea. Essa capacidade de correção contribui para manter o eixo de inserção e reduzir discrepâncias entre a localização planejada e a posição efetivamente alcançada, sem depender de uma trajetória rigidamente estabelecida por guias físicos. A possibilidade de modificar a orientação dos instrumentos durante o procedimento também favorece a adaptação às condições anatômicas identificadas após a remoção dentária, principalmente quando existem diferenças entre a configuração alveolar e o posicionamento ideal do implante. Estudos comparativos entre técnicas estáticas e dinâmicas destacam a importância da orientação computadorizada para a precisão da instalação imediata, considerando as particularidades de cada modalidade e sua influência sobre os resultados cirúrgicos (Lau *et al.*, 2025).

A precisão do posicionamento tridimensional dos implantes imediatos depende do controle simultâneo da angulação, da profundidade de inserção e da relação espacial com as paredes do alvéolo pós-extração. Nesse contexto, a navegação cirúrgica dinâmica permite acompanhar a trajetória da perfuração em tempo real, favorecendo a identificação de desvios que poderiam comprometer a posição final do implante. A orientação digital também contribui para preservar distâncias adequadas das estruturas anatômicas adjacentes e estabelecer uma posição compatível com o planejamento protético. O controle desses parâmetros torna-se particularmente importante na região anterior da maxila, onde alterações no eixo de instalação podem modificar a emergência protética e comprometer as condições necessárias à reabilitação estética. Além disso, o posicionamento inadequado em profundidade pode interferir na relação entre a plataforma do

implante e os tecidos peri-implantares, exigindo planejamento individualizado. Evidências sobre cirurgia assistida por computador indicam benefícios na precisão da instalação imediata, embora os resultados variem conforme a técnica utilizada e as condições clínicas (Schiavon *et al.*, 2025).

A aplicação da navegação cirúrgica dinâmica em implantes imediatos apresenta relevância científica diante da necessidade de compreender sua contribuição para o controle da angulação, da profundidade e do posicionamento tridimensional. A avaliação desses parâmetros permite identificar vantagens e limitações da tecnologia, considerando sua capacidade de orientar a instalação dos implantes em situações anatômicas complexas. A correspondência entre o planejamento virtual e a execução cirúrgica representa um aspecto importante para verificar a precisão alcançada, especialmente quando a posição do implante precisa conciliar estabilidade primária, disponibilidade óssea e exigências protéticas. Estudos clínicos envolvendo implantes imediatos demonstram que a navegação dinâmica pode proporcionar precisão satisfatória e reduzir desvios em comparação com a instalação convencional, embora não elimine completamente as diferenças entre o planejamento virtual e o resultado cirúrgico. Dessa forma, torna-se importante analisar as evidências científicas disponíveis sobre a utilização desses sistemas, buscando compreender sua aplicabilidade clínica, os fatores que influenciam seu desempenho e sua contribuição para a previsibilidade dos procedimentos implantodônticos (Li *et al.*, 2025).

A precisão do posicionamento dos implantes constitui um dos principais parâmetros utilizados para avaliar a eficácia dos sistemas de navegação cirúrgica dinâmica. Essa avaliação considera

diferenças entre o planejamento virtual e a posição final do implante, incluindo desvios angulares e lineares nas regiões cervical e apical. Em um ensaio clínico randomizado, a utilização da navegação dinâmica foi comparada à instalação convencional de implantes, permitindo investigar sua influência sobre a precisão cirúrgica. Os resultados demonstraram a importância do planejamento digital e do acompanhamento da trajetória dos instrumentos para reduzir discrepâncias entre as posições planejadas e executadas. A mensuração dessas diferenças permite identificar se os desvios ocorrem predominantemente na orientação do eixo longitudinal ou no deslocamento espacial do implante, fornecendo informações relevantes para a avaliação do desempenho cirúrgico. Entretanto, a precisão também depende de fatores relacionados à experiência do operador, às condições anatômicas e à execução adequada dos procedimentos de registro e calibração. Dessa maneira, a navegação dinâmica deve ser compreendida como um recurso complementar ao planejamento cirúrgico, e não como substituto da avaliação clínica individualizada (Jorba-García *et al.*, 2023).

A utilização da navegação cirúrgica dinâmica em procedimentos implantodônticos também pode ser analisada em comparação com outras tecnologias de orientação, incluindo sistemas robóticos de instalação de implantes. Embora ambas as abordagens utilizem planejamento digital e informações tridimensionais, apresentam diferenças relacionadas ao controle dos instrumentos e à participação do cirurgião durante o procedimento. Na navegação dinâmica, o profissional mantém o controle manual da instrumentação, utilizando informações visuais para orientar a trajetória cirúrgica. Nos sistemas robóticos, determinadas etapas podem apresentar maior participação de mecanismos

automatizados, conforme as características da tecnologia utilizada. Essa distinção apresenta importância nos implantes imediatos, pois a necessidade de adaptar a perfuração às condições do alvéolo exige controle sobre a direção dos instrumentos e a profundidade de inserção. Estudos comparativos demonstram diferenças na precisão angular e linear entre essas modalidades, evidenciando que o desempenho depende das particularidades dos equipamentos e dos protocolos empregados. Assim, a escolha da tecnologia deve considerar as necessidades clínicas, a complexidade anatômica, a experiência profissional e as condições disponíveis para execução do tratamento (Zhang *et al.*, 2024).

A comparação entre navegação dinâmica, guias cirúrgicos estáticos e instalação convencional permite compreender as diferenças relacionadas ao controle tridimensional dos implantes dentários. Em estudo clínico prospectivo envolvendo 94 implantes instalados em 65 pacientes, foram observados desvios angulares médios de 3,66° para a navegação dinâmica, 2,52° para os guias estáticos e 5,82° para a técnica convencional. Os desvios globais médios na plataforma foram de 0,99 mm, 0,92 mm e 1,36 mm, respectivamente, enquanto os desvios apicais corresponderam a 1,14 mm, 1,06 mm e 1,73 mm. Esses resultados demonstram que as técnicas guiadas apresentaram maior precisão em comparação com a instalação convencional, embora o sistema estático tenha apresentado menor desvio angular médio nesse estudo. A análise conjunta dos parâmetros evidencia que o desempenho cirúrgico não deve ser determinado exclusivamente pela angulação, sendo necessário considerar também a posição cervical e apical para compreender a distribuição espacial dos desvios. Dessa forma, a navegação dinâmica representa uma alternativa clinicamente relevante, especialmente pela possibilidade de realizar ajustes durante a

cirurgia, sem que isso signifique superioridade em todos os parâmetros avaliados (Younis *et al.*, 2024).

A navegação dinâmica também apresenta aplicações em procedimentos de reabilitação implantossuportada que exigem posicionamento tridimensional preciso para favorecer a adaptação dos componentes protéticos. Em reabilitações de arco completo com carga imediata, o planejamento digital permite estabelecer previamente a distribuição dos implantes, suas inclinações e suas relações com as estruturas anatômicas disponíveis. Durante a cirurgia, a navegação pode auxiliar na reprodução desse planejamento, permitindo acompanhar a orientação dos instrumentos e realizar ajustes quando necessário. A definição antecipada da posição dos implantes também contribui para avaliar a relação entre seus eixos longitudinais e a configuração da futura prótese, aspecto relevante para o planejamento da reabilitação. Um estudo clínico prospectivo avaliou a precisão da cirurgia de implantes orientada por navegação em reabilitações de arco completo com carga imediata, contribuindo para a compreensão da aplicabilidade dessa tecnologia em procedimentos complexos. Entretanto, a carga imediata e a instalação imediata após exodontia representam conceitos distintos, sendo necessário considerar essa diferença ao interpretar os resultados e sua aplicação clínica (Pozzi *et al.*, 2024).

A utilização da navegação dinâmica em implantes imediatos também apresenta relevância em regiões posteriores da maxila com defeitos ósseos alveolares, nas quais a disponibilidade de tecido ósseo pode dificultar o direcionamento dos instrumentos e a obtenção de estabilidade primária. Um estudo clínico retrospectivo avaliou 55 pacientes que receberam 72 implantes imediatos nessa

região, comparando procedimentos realizados com navegação dinâmica e pela técnica convencional. Os resultados demonstraram desvios cervicais, apicais, de profundidade e angulares significativamente menores no grupo submetido à navegação, além de maior estabilidade primária média. A estabilidade inicial registrada foi de 28,53 N.cm no grupo com navegação e 18,47 N.cm no grupo convencional. A associação entre maior precisão de posicionamento e estabilidade inicial sugere que o direcionamento adequado pode favorecer o aproveitamento das regiões ósseas disponíveis, especialmente quando as paredes alveolares apresentam comprometimento. Esses achados indicam benefícios relacionados à orientação dos implantes em condições anatômicas desfavoráveis, embora não permitam afirmar que a tecnologia elimine os riscos cirúrgicos ou assegure resultados equivalentes em todos os pacientes (Deng *et al.*, 2025).

O desempenho dos sistemas de navegação dinâmica pode variar conforme suas características tecnológicas e a maneira como o rastreamento dos instrumentos é realizado. Sistemas ativos e passivos apresentam particularidades relacionadas à identificação das referências ópticas, à aquisição das informações espaciais e ao acompanhamento da trajetória cirúrgica. Um estudo retrospectivo comparou essas modalidades utilizando dados tomográficos de 58 pacientes parcialmente edêntulos, que receberam 70 implantes, distribuídos igualmente entre os dois sistemas. A análise considerou desvios angulares e diferenças de posicionamento nas regiões cervical e apical, permitindo investigar a influência das características tecnológicas sobre a precisão alcançada. A manutenção da correspondência espacial entre os instrumentos e as imagens digitais constitui uma condição importante para evitar inconsistências nas informações apresentadas durante a cirurgia. A

avaliação dessas diferenças demonstra a necessidade de considerar o desempenho específico dos equipamentos, evitando generalizações sobre a precisão de todos os sistemas de navegação dinâmica. Dessa maneira, a seleção da tecnologia deve estar associada à confiabilidade do rastreamento, à adequada calibração e às condições clínicas de utilização (Jin *et al.*, 2025).

As evidências científicas sobre a navegação cirúrgica dinâmica demonstram que sua utilização pode contribuir para reduzir desvios angulares e lineares durante a instalação dos implantes, especialmente quando comparada à técnica convencional. Entretanto, a interpretação dos resultados exige considerar diferenças metodológicas entre os estudos, incluindo características dos pacientes, regiões anatômicas avaliadas, sistemas de navegação empregados e experiência dos profissionais. Revisões sistemáticas que comparam técnicas convencionais, guias estáticos e navegação dinâmica identificam benefícios associados ao planejamento digital e à orientação cirúrgica, mas também destacam a heterogeneidade dos resultados e a necessidade de estudos clínicos adicionais. No contexto dos implantes imediatos, essas limitações são particularmente relevantes, considerando as características anatômicas dos alvéolos e as exigências relacionadas à estabilidade primária. A ausência de uniformidade entre os protocolos de avaliação também pode dificultar a comparação direta dos resultados, especialmente quando os estudos utilizam diferentes métodos para mensurar os desvios tridimensionais. Assim, a navegação dinâmica constitui uma alternativa tecnológica promissora para o controle da angulação, da profundidade e do posicionamento tridimensional, desde que utilizada mediante planejamento individualizado e avaliação criteriosa das condições clínicas (Castro *et al.*, 2025).

3. METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão narrativa da literatura, de abordagem qualitativa e caráter descritivo e exploratório, desenvolvida com a finalidade de analisar as evidências científicas relacionadas à utilização da navegação cirúrgica dinâmica na instalação de implantes dentários imediatos, com ênfase no controle da angulação, da profundidade de inserção e do posicionamento tridimensional. A investigação foi direcionada à compreensão dos fundamentos tecnológicos, das aplicações clínicas, da precisão cirúrgica e das limitações dos sistemas de navegação dinâmica, considerando sua utilização em procedimentos implantodônticos realizados imediatamente após a exodontia. A escolha desse delineamento justifica-se pela possibilidade de reunir e discutir diferentes modalidades de investigação científica, incluindo estudos clínicos, ensaios randomizados, pesquisas retrospectivas, revisões sistemáticas e metanálises, permitindo uma análise abrangente dos conhecimentos disponíveis sobre o tema.

A delimitação temática foi estabelecida a partir da necessidade de compreender como a navegação cirúrgica dinâmica pode contribuir para reproduzir o planejamento virtual durante a instalação dos implantes imediatos. Foram considerados aspectos relacionados à orientação dos instrumentos cirúrgicos, à precisão do posicionamento cervical e apical, aos desvios angulares, à profundidade de perfuração e à relação entre a posição planejada e aquela efetivamente alcançada. Também foram contempladas informações sobre a influência das condições anatômicas dos alvéolos pós-extração, a disponibilidade óssea, a estabilidade primária e as exigências protéticas associadas ao posicionamento

dos implantes. Essa delimitação permitiu direcionar a análise para os fatores que interferem na precisão tridimensional, evitando uma abordagem excessivamente ampla de tecnologias digitais sem relação direta com os objetivos do trabalho.

Para a fundamentação científica, foram considerados artigos publicados no período de janeiro de 2021 a dezembro de 2025, estabelecendo-se um recorte temporal de cinco anos. A seleção desse intervalo teve como finalidade privilegiar publicações recentes sobre os avanços tecnológicos e as aplicações clínicas da navegação dinâmica na Implantodontia. O conjunto bibliográfico utilizado na revisão foi composto por 15 publicações científicas relacionadas à precisão da instalação de implantes, à cirurgia assistida por computador e à comparação entre diferentes modalidades de orientação cirúrgica. Foram contempladas pesquisas que investigaram diretamente a instalação imediata, bem como estudos sobre navegação dinâmica em outros contextos implantodônticos, desde que apresentassem informações relevantes para compreender o controle da angulação, da profundidade e do posicionamento tridimensional.

Como fontes de consulta bibliográfica, foram consideradas as bases de dados PubMed/MEDLINE, Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Google Acadêmico, por reunirem publicações científicas relacionadas à Odontologia, à Implantodontia e às tecnologias aplicadas aos procedimentos cirúrgicos. A PubMed/MEDLINE foi considerada especialmente relevante para a identificação de estudos clínicos, revisões sistemáticas e metanálises publicados em periódicos internacionais. A SciELO foi incluída como fonte complementar para a localização de produções científicas disponíveis em periódicos de acesso aberto, enquanto o Google

Acadêmico foi considerado uma ferramenta adicional para identificação e conferência de publicações relacionadas ao tema. A utilização dessas fontes foi proposta para ampliar a abrangência da investigação e favorecer a identificação de estudos com diferentes delineamentos metodológicos.

A estratégia de busca bibliográfica foi estruturada a partir de termos relacionados à navegação cirúrgica dinâmica, aos implantes imediatos e à precisão tridimensional. Foram considerados os descritores e termos de pesquisa em português e inglês, incluindo Implantes Dentários, Implantação Dentária, Cirurgia Assistida por Computador, Planejamento Cirúrgico, Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, Dental Implants, Immediate Implant Placement, Dynamic Navigation, Computer-Assisted Surgery, Surgical Accuracy e Three-Dimensional Positioning. A seleção desses termos buscou contemplar tanto os fundamentos tecnológicos da navegação quanto os parâmetros clínicos utilizados para avaliar a precisão da instalação dos implantes. Ressalta-se que nem todas essas expressões correspondem necessariamente a descritores controlados do DeCS ou MeSH, sendo algumas utilizadas como termos livres de pesquisa para ampliar a recuperação de publicações pertinentes.

Para a combinação dos termos de pesquisa, foram previstas estratégias com operadores booleanos AND e OR, permitindo relacionar diferentes conceitos associados ao tema. Entre as expressões utilizadas como referência para a estruturação da busca, destacam-se ("dynamic navigation" OR "computer-assisted implant surgery") AND ("immediate implant placement" OR "immediate dental implants"), ("dynamic navigation" AND "implant accuracy"), ("dental implants" AND "angular deviation" AND "depth") e

("computer-guided implant surgery" AND "three-dimensional positioning"). Essas combinações foram elaboradas para identificar publicações que abordassem a precisão dos sistemas de navegação, a instalação imediata de implantes e a comparação entre o planejamento virtual e os resultados cirúrgicos. A utilização de diferentes expressões também permitiu contemplar estudos que empregassem nomenclaturas distintas para descrever tecnologias semelhantes.

Os critérios de inclusão foram definidos considerando a pertinência temática, o período de publicação e a contribuição científica dos estudos para os objetivos estabelecidos. Foram considerados artigos científicos publicados entre 2021 e 2025, disponíveis em português ou inglês, que abordassem a navegação cirúrgica dinâmica, a cirurgia computadorizada de implantes ou a precisão do posicionamento tridimensional. Também foram incluídas publicações que apresentassem avaliações de desvios angulares, cervicais, apicais e de profundidade, além de estudos comparativos entre navegação dinâmica, guias cirúrgicos estáticos, sistemas robóticos e instalação convencional. Foram considerados diferentes delineamentos metodológicos, desde que os resultados contribuíssem para compreender as possibilidades e limitações da orientação digital durante a instalação de implantes dentários.

Os critérios de exclusão compreenderam publicações anteriores a 2021, estudos sem relação com a precisão da instalação de implantes e trabalhos que abordassem tecnologias digitais exclusivamente voltadas a procedimentos restauradores, sem informações pertinentes ao planejamento ou à execução cirúrgica. Também foram considerados inadequados para a composição da revisão materiais de caráter exclusivamente opinativo, publicações sem

identificação bibliográfica suficiente e documentos que não apresentassem informações científicas relevantes para os parâmetros investigados. Estudos duplicados deveriam ser contabilizados apenas uma vez, evitando a repetição de resultados provenientes da mesma publicação. A aplicação desses critérios teve como finalidade manter a coerência temática e favorecer uma análise direcionada aos objetivos do trabalho.

A organização das publicações foi orientada pela identificação dos estudos que apresentavam maior proximidade com a instalação imediata de implantes e daqueles que contribuíam para compreender aspectos gerais da navegação dinâmica. Inicialmente, foram priorizadas as investigações relacionadas diretamente aos alvéolos pós-extração, considerando sua importância para o controle do posicionamento tridimensional. Posteriormente, foram incorporados estudos sobre precisão cirúrgica, sistemas de rastreamento, comparação entre tecnologias e aplicações da navegação em reabilitações implantossuportadas. Essa organização permitiu distinguir evidências diretamente relacionadas aos implantes imediatos de informações obtidas em outros contextos clínicos, evitando atribuir resultados específicos de uma modalidade cirúrgica a situações que apresentam características diferentes.

A extração das informações foi organizada conforme os objetivos e os resultados apresentados nas publicações selecionadas. Foram considerados dados referentes à autoria, ao ano de publicação, ao delineamento metodológico, às características das amostras, às técnicas cirúrgicas investigadas e aos principais parâmetros utilizados para avaliar a precisão. Entre as variáveis de interesse, destacaram-se os desvios angulares expressos em graus, os desvios lineares cervicais e apicais expressos em milímetros, as diferenças de

profundidade e as informações relacionadas à estabilidade primária. Também foram consideradas as características dos sistemas de navegação, os procedimentos de calibração, os métodos de rastreamento e as condições anatômicas envolvidas na instalação dos implantes. A sistematização dessas informações possibilitou estabelecer relações entre os resultados apresentados pelos diferentes autores.

A análise dos estudos foi conduzida de maneira qualitativa e comparativa, considerando as convergências e divergências identificadas nas publicações. Os resultados foram interpretados conforme a relação entre a tecnologia empregada e a precisão alcançada durante a instalação dos implantes. Foram comparadas as evidências referentes à navegação dinâmica, aos guias estáticos, aos sistemas robóticos e às técnicas convencionais, buscando identificar diferenças relacionadas ao controle angular, à profundidade de inserção e ao posicionamento tridimensional. A interpretação também considerou as características metodológicas das pesquisas, uma vez que diferenças no delineamento, na composição das amostras e nos procedimentos de avaliação podem influenciar os resultados. Não foi realizada uma nova metanálise, sendo os dados quantitativos apresentados exclusivamente conforme as informações disponíveis nos estudos utilizados.

A avaliação da precisão cirúrgica considerou a correspondência entre a posição virtualmente planejada e a localização final dos implantes, reconhecendo que os diferentes parâmetros analisados representam dimensões complementares do posicionamento tridimensional. O desvio angular foi considerado uma medida da diferença entre a orientação planejada e o eixo longitudinal efetivamente alcançado. Os desvios cervicais e apicais foram

utilizados para compreender as alterações espaciais nas extremidades do implante, enquanto as diferenças de profundidade foram relacionadas ao deslocamento ao longo da trajetória de inserção. Essa diferenciação foi importante para evitar interpretações generalizadas sobre a precisão, considerando que resultados favoráveis em determinada medida não representam necessariamente desempenho equivalente nos demais parâmetros.

A interpretação das evidências relacionadas aos implantes imediatos considerou as particularidades anatômicas dos alvéolos pós-extração e sua influência sobre o planejamento cirúrgico. Foram analisadas informações referentes à disponibilidade óssea, à integridade das paredes alveolares, à orientação do alvéolo e à necessidade de obtenção de estabilidade primária. Também foram considerados os aspectos relacionados à posição protética desejada, reconhecendo que o eixo de instalação do implante pode apresentar diferenças em relação à orientação original da raiz dentária removida. Essa abordagem permitiu compreender a navegação dinâmica como um recurso de auxílio ao posicionamento cirúrgico, sem desconsiderar a importância da avaliação anatômica e da experiência profissional.

A comparação entre os estudos também considerou as limitações metodológicas e tecnológicas apresentadas pelas diferentes investigações. Foram observadas possíveis influências relacionadas ao tamanho das amostras, às características dos pacientes, à experiência dos operadores, aos sistemas de navegação empregados e aos métodos utilizados para mensurar os desvios. A presença de diferentes protocolos de registro, calibração e rastreamento foi considerada um fator capaz de dificultar a comparação direta entre os resultados. Além disso, reconheceu-se

que estudos realizados em rebordos ósseos cicatrizados ou em reabilitações com carga imediata não reproduzem necessariamente as condições encontradas na instalação imediata após exodontia. Dessa forma, as evidências foram interpretadas respeitando as características específicas de cada modalidade cirúrgica.

A síntese dos resultados foi estruturada de maneira descritiva, estabelecendo relações entre os achados científicos e os objetivos da pesquisa. As informações foram organizadas para compreender como a navegação cirúrgica dinâmica pode contribuir para o controle da angulação, da profundidade e do posicionamento tridimensional, considerando tanto os benefícios identificados quanto as limitações descritas na literatura. A discussão foi desenvolvida mediante comparação entre os autores, destacando diferenças metodológicas, resultados quantitativos e implicações clínicas relacionadas à instalação imediata de implantes. Buscou-se evitar a interpretação isolada das publicações, privilegiando uma análise integrada das evidências e sua relação com as exigências anatômicas e protéticas dos procedimentos implantodônticos.

Por se tratar de uma revisão de literatura fundamentada em publicações científicas previamente divulgadas, o trabalho não envolveu recrutamento de participantes, realização de intervenções clínicas ou coleta direta de informações pessoais. Dessa maneira, não houve produção de dados primários nem participação de pacientes especificamente para esta investigação. As informações utilizadas foram provenientes dos estudos incluídos na revisão, respeitando-se a identificação das fontes e a atribuição das contribuições científicas aos respectivos autores. A elaboração do trabalho foi orientada pelos princípios de integridade acadêmica, buscando apresentar interpretações fundamentadas nas

publicações consultadas e evitando a criação de resultados clínicos ou estatísticos não documentados.

Por fim, a metodologia adotada permitiu estruturar uma análise abrangente das evidências disponíveis sobre a navegação cirúrgica dinâmica em implantes imediatos, considerando os fundamentos tecnológicos, os parâmetros de precisão e as condições clínicas relacionadas ao posicionamento tridimensional. A abordagem qualitativa favoreceu a comparação entre diferentes modalidades de orientação cirúrgica e a identificação dos fatores que podem interferir na correspondência entre o planejamento virtual e a instalação dos implantes. A integração dessas informações possibilitou discutir a aplicabilidade da navegação dinâmica no controle da angulação e da profundidade, bem como suas contribuições e limitações para a previsibilidade dos procedimentos implantodônticos.

4. ANÁLISE DOS DADOS

A análise das evidências científicas sobre a navegação cirúrgica dinâmica em implantes imediatos demonstra que o controle da angulação, da profundidade e do posicionamento tridimensional representa um dos principais fatores associados à precisão da instalação dos implantes. A integração entre planejamento virtual e acompanhamento intraoperatório permite estabelecer referências espaciais que auxiliam na reprodução da posição previamente definida, especialmente em alvéolos pós-extração que apresentam características anatômicas desfavoráveis. Nesse contexto, Wei *et al.* (2021) e Pellegrino *et al.* (2021) apresentam perspectivas convergentes ao reconhecerem a importância da navegação dinâmica para melhorar a correspondência entre o planejamento

digital e a execução cirúrgica. Entretanto, enquanto Wei *et al.* (2021) abordam a precisão da tecnologia a partir da avaliação de diferentes estudos, Pellegrino *et al.* (2021) destacam a comparação com a instalação convencional, evidenciando que a orientação computadorizada pode reduzir discrepâncias de posicionamento. A interpretação conjunta dessas investigações sugere que a navegação dinâmica apresenta benefícios relacionados à precisão cirúrgica, embora sua utilização não elimine completamente os desvios entre as posições planejadas e executadas.

A aplicação dessa tecnologia especificamente em implantes imediatos exige considerar condições diferentes daquelas observadas em rebordos ósseos cicatrizados. Wei *et al.* (2022) investigaram a utilização da navegação dinâmica assistida por visão computacional em procedimentos de instalação imediata, destacando a importância da orientação digital para reproduzir o planejamento protético. Em comparação, Li *et al.* (2025) avaliaram a precisão da navegação em implantes imediatos e tardios, permitindo examinar se as características do alvéolo pós-extração influenciam os resultados cirúrgicos. Embora os estudos apresentem delineamentos distintos, ambos contribuem para compreender a aplicabilidade da navegação em situações nas quais o posicionamento do implante não deve ser determinado exclusivamente pela anatomia alveolar. A relação entre essas pesquisas evidencia que o planejamento tridimensional precisa considerar simultaneamente a disponibilidade óssea e a futura reabilitação protética, evitando que a trajetória cirúrgica seja condicionada apenas à direção do alvéolo dentário.

O controle angular constitui uma dimensão particularmente importante na comparação entre os sistemas de navegação e as

técnicas convencionais. Yu *et al.* (2023) analisaram a precisão da navegação dinâmica em estudos clínicos, contribuindo para a compreensão dos desvios relacionados à orientação dos implantes. De maneira complementar, Jorba-García *et al.* (2023) investigaram a instalação de implantes com e sem navegação dinâmica por meio de um ensaio clínico randomizado, permitindo avaliar diferenças de precisão entre as modalidades. A aproximação entre essas investigações demonstra que a angulação deve ser considerada um parâmetro independente dos deslocamentos lineares, pois pequenas alterações na inclinação podem modificar a localização apical mesmo quando a plataforma permanece relativamente próxima da posição planejada. Assim, os resultados reforçam a necessidade de avaliar a precisão cirúrgica por diferentes medidas, evitando conclusões fundamentadas exclusivamente na localização cervical do implante.

A comparação entre navegação dinâmica, guias estáticos e cirurgia convencional apresenta resultados relevantes para compreender as vantagens e limitações de cada abordagem. Younis *et al.* (2024) identificaram desvios angulares médios de 3,66° com navegação dinâmica, 2,52° com guias estáticos e 5,82° com instalação convencional. Esses resultados demonstram que ambas as técnicas computadorizadas apresentaram maior precisão angular do que a abordagem convencional no estudo analisado, embora os guias estáticos tenham alcançado menor desvio médio. Em contrapartida, Lau *et al.* (2025), ao investigarem a precisão das técnicas estáticas e dinâmicas especificamente na instalação imediata de implantes, ampliam essa comparação para situações nas quais a anatomia alveolar pode interferir na trajetória de perfuração. A análise conjunta evidencia que a navegação dinâmica não deve ser considerada necessariamente superior aos guias estáticos em todos

os parâmetros, pois sua principal particularidade está na possibilidade de acompanhar e modificar a trajetória durante a cirurgia, enquanto a técnica estática utiliza uma orientação física previamente estabelecida.

A avaliação dos desvios lineares também permite identificar diferenças importantes entre as técnicas cirúrgicas. Younis *et al.* (2024) observaram desvios médios na plataforma de 0,99 mm para a navegação dinâmica, 0,92 mm para os guias estáticos e 1,36 mm para a técnica convencional. Na região apical, os valores corresponderam a 1,14 mm, 1,06 mm e 1,73 mm, respectivamente. Esses resultados indicam que as técnicas guiadas apresentaram maior correspondência com o planejamento virtual, embora tenham permanecido diferenças entre as posições planejadas e executadas. Ao relacionar esses achados com as observações de Schiavon *et al.* (2025), que investigaram a precisão da cirurgia assistida por computador em implantes imediatos, verifica-se a importância de analisar separadamente os desvios cervicais, apicais e angulares. Essa distinção é necessária porque resultados favoráveis em um parâmetro não asseguram desempenho equivalente nos demais, especialmente quando existem limitações anatômicas relacionadas à disponibilidade óssea e à proximidade de estruturas adjacentes.

A profundidade de inserção representa outro aspecto fundamental para compreender a precisão da navegação dinâmica em implantes imediatos. Knipper *et al.* (2024) investigaram a influência de diferentes sistemas ópticos de referência sobre a precisão da instalação de implantes, demonstrando a relevância das condições técnicas de rastreamento para a correspondência entre os instrumentos e o planejamento digital. Em comparação, Jin *et al.* (2025) avaliaram sistemas ativos e passivos de navegação dinâmica,

considerando diferenças relacionadas ao posicionamento dos implantes. Embora as investigações apresentem objetivos específicos distintos, ambas demonstram que a precisão cirúrgica depende não apenas da capacidade de visualização tridimensional, mas também da confiabilidade dos mecanismos responsáveis pela identificação espacial dos instrumentos. Essa relação apresenta importância no controle da profundidade, pois inconsistências no registro ou na calibração podem comprometer a interpretação da posição da broca em relação às estruturas anatômicas.

A influência dos componentes tecnológicos sobre os resultados cirúrgicos também pode ser discutida a partir da comparação entre Knipper *et al.* (2024) e Zhang *et al.* (2024). Enquanto Knipper *et al.* (2024) investigaram aspectos relacionados aos sistemas ópticos utilizados na navegação dinâmica, Zhang *et al.* (2024) compararam a precisão dessa modalidade com sistemas robóticos de instalação de implantes. Essa diferença de abordagem permite compreender que a evolução tecnológica envolve tanto o aperfeiçoamento dos mecanismos de rastreamento quanto o desenvolvimento de alternativas para controlar a execução cirúrgica. Na navegação dinâmica, o profissional permanece responsável pela movimentação dos instrumentos, utilizando as informações digitais para orientar suas decisões. Nos sistemas robóticos, o grau de participação automatizada depende das características do equipamento. Dessa maneira, os estudos apresentam contribuições complementares, demonstrando que a precisão não pode ser atribuída exclusivamente ao nível de automação, sendo necessário considerar as condições operacionais e a interação entre o profissional e a tecnologia.

A instalação imediata em alvéolos com alterações anatômicas constitui uma situação na qual o controle tridimensional pode apresentar benefícios relevantes. Deng *et al.* (2025) investigaram a utilização da navegação dinâmica em regiões posteriores da maxila com defeitos ósseos alveolares, identificando menores desvios cirúrgicos e maior estabilidade primária média em comparação com a técnica convencional. Esses resultados podem ser relacionados aos achados de Li *et al.* (2025), que avaliaram a precisão da navegação dinâmica em implantes imediatos e tardios, sem identificar diferenças estatisticamente significativas nos principais parâmetros analisados entre os grupos. A comparação sugere que a navegação dinâmica pode apresentar desempenho satisfatório mesmo diante das particularidades anatômicas dos alvéolos pós-extração. Entretanto, os estudos não permitem afirmar que todos os defeitos ósseos apresentam comportamento semelhante, pois a disponibilidade de tecido ósseo, a localização do implante e as condições clínicas podem influenciar os resultados.

A estabilidade primária representa um elemento adicional na interpretação da precisão cirúrgica, especialmente quando a instalação ocorre imediatamente após a exodontia. Deng *et al.* (2025) observaram valores médios de estabilidade inicial de 28,53 N.cm nos procedimentos realizados com navegação dinâmica e 18,47 N.cm naqueles executados convencionalmente. Embora esses resultados indiquem diferença favorável ao grupo com navegação, a estabilidade primária não depende exclusivamente da precisão tridimensional, sendo influenciada também pela qualidade e quantidade óssea, pelas características do implante e pelo protocolo de preparação do leito cirúrgico. Nesse sentido, Wei *et al.* (2022) contribuem para a discussão ao enfatizarem a importância do posicionamento proteticamente orientado na instalação imediata. A

relação entre os estudos permite compreender que o planejamento deve buscar equilíbrio entre a posição restauradora desejada e as condições ósseas necessárias à fixação inicial, evitando interpretar a precisão geométrica como garantia isolada de estabilidade ou sucesso clínico.

A relação entre angulação e planejamento protético também merece atenção, considerando que o eixo longitudinal do implante influencia a configuração da futura restauração. Schiavon *et al.* (2025) abordaram a precisão da cirurgia computadorizada em implantes imediatos, enquanto Pozzi *et al.* (2024) investigaram a navegação em reabilitações de arco completo com carga imediata. Apesar das diferenças entre os procedimentos estudados, ambas as investigações contribuem para compreender a importância da correspondência entre posicionamento cirúrgico e planejamento restaurador. Entretanto, a instalação imediata após exodontia não deve ser confundida com a aplicação de carga protética imediata, pois são decisões clínicas independentes que podem ocorrer separadamente ou em associação. Dessa forma, os resultados de Pozzi *et al.* (2024) oferecem informações sobre a precisão da navegação em reabilitações complexas, mas sua aplicação específica aos alvéolos pós-extração exige interpretação cautelosa.

A avaliação da posição cervical do implante apresenta implicações relacionadas à localização da plataforma e à sua integração com o planejamento restaurador. Lau *et al.* (2025) e Schiavon *et al.* (2025) investigaram a precisão de técnicas computadorizadas em implantes imediatos, permitindo relacionar a orientação cirúrgica às exigências específicas dessa modalidade terapêutica. Em comparação, Younis *et al.* (2024) forneceram medidas quantitativas de desvios na plataforma entre diferentes técnicas de instalação. A

análise conjunta demonstra que a precisão cervical constitui uma dimensão relevante para avaliar o posicionamento tridimensional, especialmente em regiões estéticas, nas quais a localização da plataforma influencia o planejamento da emergência protética. Entretanto, a avaliação clínica não deve se restringir à distância entre as posições planejadas e executadas, pois a relação do implante com as paredes ósseas e os tecidos peri-implantares também precisa ser considerada.

As diferenças entre o posicionamento cervical e apical tornam-se particularmente relevantes quando se analisam as consequências dos desvios angulares. Yu *et al.* (2023) e Pellegrino *et al.* (2021) contribuíram para a compreensão da precisão da navegação dinâmica por meio da avaliação de evidências científicas, enquanto Jorba-García *et al.* (2023) investigaram diretamente a comparação entre procedimentos com e sem navegação. Esses estudos permitem discutir a importância de interpretar conjuntamente as medidas angulares e lineares, uma vez que a orientação do eixo longitudinal influencia a distribuição espacial dos desvios ao longo do implante. Na instalação imediata, essa relação exige atenção porque a trajetória de perfuração precisa considerar tanto a configuração do alvéolo quanto a disponibilidade óssea apical para obtenção de estabilidade. Assim, a análise tridimensional oferece uma compreensão mais abrangente da precisão do que a avaliação isolada da posição de entrada.

A experiência profissional constitui outro fator relevante para interpretar os resultados dos sistemas de navegação dinâmica. Jorba-García *et al.* (2023) destacam a importância das condições operatórias na avaliação da precisão cirúrgica, enquanto Jin *et al.* (2025) demonstram a necessidade de considerar as particularidades

dos sistemas tecnológicos empregados. A relação entre essas investigações evidencia que o desempenho da navegação depende da correta execução das etapas de planejamento, registro, calibração e acompanhamento dos instrumentos. Mesmo quando o sistema fornece informações tridimensionais em tempo real, o profissional precisa interpretar adequadamente os dados apresentados e relacioná-los às condições anatômicas observadas. Dessa maneira, a incorporação da navegação dinâmica à prática implantodôntica exige treinamento específico e conhecimento dos fatores capazes de interferir na precisão, especialmente durante procedimentos imediatos que apresentam limitações de acesso ou alterações nas paredes alveolares.

A comparação entre sistemas de navegação dinâmica e técnicas robóticas permite ampliar a discussão sobre a participação humana no controle da trajetória cirúrgica. Zhang *et al.* (2024) investigaram diferenças de precisão entre essas modalidades, enquanto Wei *et al.* (2021) e Pellegrino *et al.* (2021) abordaram a precisão da navegação dinâmica em relação aos métodos tradicionais. A interpretação conjunta evidencia que o avanço tecnológico não se limita à substituição de procedimentos manuais por mecanismos automatizados, mas envolve diferentes estratégias para reduzir a distância entre o planejamento e a execução. Na navegação dinâmica, a capacidade de modificar a trajetória durante a cirurgia representa uma característica operacional importante, sobretudo quando surgem dificuldades relacionadas à anatomia do alvéolo. Entretanto, essa flexibilidade também exige decisões contínuas do operador, demonstrando que a precisão final depende da associação entre informações digitais e habilidade técnica.

A previsibilidade do posicionamento tridimensional pode ser analisada considerando a relação entre a tecnologia utilizada e as características anatômicas da região operada. Li *et al.* (2025) avaliaram implantes imediatos e tardios, enquanto Deng *et al.* (2025) investigaram especificamente implantes imediatos em regiões posteriores da maxila com defeitos ósseos alveolares. A comparação entre essas pesquisas demonstra que a navegação dinâmica pode ser aplicada em diferentes condições de disponibilidade óssea, embora a complexidade anatômica influencie as exigências do planejamento. Nos casos de instalação imediata, a trajetória ideal pode não coincidir com o eixo original da raiz removida, tornando necessário estabelecer uma orientação que favoreça a estabilidade primária e a futura restauração. Dessa maneira, os estudos contribuem para compreender que o posicionamento tridimensional deve ser definido individualmente, considerando as particularidades do alvéolo e os objetivos funcionais e protéticos do tratamento.

A utilização de diferentes métodos para mensurar a precisão representa uma limitação importante na comparação dos resultados científicos. Castro *et al.* (2025) analisaram estudos envolvendo cirurgia convencional, guias estáticos e navegação dinâmica, destacando a necessidade de interpretar as diferenças metodológicas entre as investigações. Essa perspectiva complementa as análises de Yu *et al.* (2023) e Pellegrino *et al.* (2021), que também abordaram a precisão da navegação a partir de evidências disponíveis na literatura. A comparação demonstra que diferenças nos sistemas de imagem, nos métodos de sobreposição dos modelos tridimensionais e nos parâmetros utilizados para calcular os desvios podem interferir na interpretação dos resultados. Além disso, estudos que avaliam implantes instalados em rebordos

cicatrizados não necessariamente reproduzem as condições anatômicas encontradas na instalação imediata. Portanto, a comparação entre pesquisas exige atenção às características das amostras e aos procedimentos utilizados para determinar a precisão cirúrgica.

A heterogeneidade dos delineamentos científicos também influencia a força das conclusões sobre a eficácia da navegação dinâmica. Wei *et al.* (2022) e Jorba-García *et al.* (2023) desenvolveram investigações clínicas randomizadas, enquanto Li *et al.* (2025), Deng *et al.* (2025) e Jin *et al.* (2025) utilizaram delineamentos retrospectivos. Essas diferenças apresentam implicações metodológicas importantes, pois estudos randomizados podem reduzir determinados fatores de confusão, enquanto investigações retrospectivas dependem das características dos registros disponíveis e da seleção dos casos analisados. Entretanto, ambos os delineamentos contribuem para a compreensão da tecnologia, desde que suas limitações sejam consideradas. A interpretação conjunta permite identificar tendências relacionadas à precisão cirúrgica, mas não autoriza generalizações absolutas sobre superioridade tecnológica, especialmente diante da diversidade de condições anatômicas e protocolos empregados.

O controle da profundidade também pode ser relacionado às características dos dispositivos utilizados para orientar a instalação dos implantes. Knipper *et al.* (2024) investigaram sistemas ópticos de referência, enquanto Jin *et al.* (2025) compararam modalidades ativas e passivas de navegação. Em conjunto, essas pesquisas demonstram a importância de compreender como as informações espaciais são adquiridas e utilizadas durante a cirurgia. Na instalação imediata, a determinação da profundidade deve considerar a

localização planejada da plataforma, a extensão do alvéolo e a proximidade de estruturas anatômicas relevantes. Entretanto, o acompanhamento digital da perfuração não elimina a necessidade de verificar continuamente a correspondência entre as informações apresentadas pelo sistema e as condições clínicas. Dessa forma, a confiabilidade do rastreamento representa um componente essencial para que a navegação contribua efetivamente para o controle da profundidade.

A comparação entre precisão geométrica e resultados clínicos representa uma questão relevante na interpretação dos benefícios da navegação dinâmica. Younis *et al.* (2024) demonstraram diferenças quantitativas entre técnicas guiadas e convencionais, enquanto Deng *et al.* (2025) associaram a utilização da navegação a menores desvios e maior estabilidade primária média em implantes imediatos. Entretanto, a redução dos desvios não deve ser interpretada automaticamente como garantia de maior sobrevivência dos implantes ou melhores resultados peri-implantares em longo prazo. A precisão representa um componente importante do procedimento, mas os resultados clínicos também dependem da cicatrização óssea, das condições sistêmicas do paciente, do controle de fatores de risco e da manutenção da saúde peri-implantar. Assim, a comparação entre os estudos evidencia a necessidade de distinguir os benefícios relacionados ao posicionamento cirúrgico daqueles associados ao desempenho clínico após a instalação.

A integração entre planejamento digital e reabilitação protética também permite compreender diferentes aplicações da navegação dinâmica. Pozzi *et al.* (2024) investigaram procedimentos de arco completo com carga imediata, enquanto Wei *et al.* (2022) abordaram

a instalação imediata orientada por planejamento protético. Embora as modalidades apresentem objetivos cirúrgicos distintos, ambas demonstram a importância de definir previamente a posição dos implantes em função das necessidades restauradoras. Essa perspectiva contribui para evitar que a instalação seja orientada exclusivamente pela disponibilidade óssea, sem considerar a relação entre os implantes e os componentes protéticos. Nos procedimentos imediatos, o planejamento precisa conciliar as características do alvéolo com a posição restauradora desejada, buscando condições adequadas para estabilidade e reabilitação. Dessa maneira, a navegação dinâmica pode atuar como instrumento de integração entre as etapas cirúrgica e protética.

As limitações relacionadas à precisão absoluta também devem ser consideradas na avaliação da navegação cirúrgica dinâmica. Pellegrino *et al.* (2021) e Wei *et al.* (2021) identificaram a presença de desvios residuais mesmo com a utilização de orientação computadorizada, enquanto Castro *et al.* (2025) reforçaram a importância de interpretar os resultados conforme as características metodológicas dos estudos. A comparação entre essas investigações demonstra que a navegação representa um recurso para melhorar o controle cirúrgico, mas não elimina completamente as possibilidades de erro. Fatores relacionados ao registro espacial, à calibração, à movimentação dos instrumentos e à execução da perfuração podem influenciar a posição final do implante. Consequentemente, o planejamento deve considerar margens de segurança compatíveis com as estruturas anatômicas envolvidas, evitando que a confiança na tecnologia substitua os cuidados necessários durante o procedimento.

A análise das evidências específicas sobre implantes imediatos permite identificar aspectos que diferenciam essa modalidade das demais técnicas implantodônticas. Lau *et al.* (2025) e Schiavon *et al.* (2025) investigaram a precisão da cirurgia assistida por computador na instalação imediata, enquanto Li *et al.* (2025) e Deng *et al.* (2025) contribuíram com avaliações clínicas relacionadas à navegação dinâmica nesse contexto. A aproximação entre essas pesquisas evidencia que a precisão deve ser analisada considerando as particularidades dos alvéolos pós-extração, especialmente a presença de espaços residuais, a integridade das paredes ósseas e a disponibilidade de suporte para estabilidade primária. Embora os estudos indiquem benefícios associados à orientação computadorizada, a diversidade dos métodos utilizados impede estabelecer uma conclusão universal sobre a superioridade de determinada técnica. Dessa forma, a seleção da abordagem cirúrgica deve considerar a complexidade do caso e os objetivos do planejamento tridimensional.

A relação entre inovação tecnológica e aplicabilidade clínica exige considerar também a viabilidade de utilização dos sistemas de navegação dinâmica. Zhang *et al.* (2024) e Jin *et al.* (2025) demonstram que diferentes tecnologias apresentam particularidades operacionais capazes de influenciar seu desempenho, enquanto Knipper *et al.* (2024) evidencia a importância dos componentes de referência óptica para a precisão do procedimento. Essas investigações permitem compreender que a incorporação de sistemas digitais envolve aspectos relacionados à infraestrutura, à compatibilidade dos equipamentos e à capacitação profissional. Embora a precisão constitua um dos principais critérios de avaliação, a escolha da tecnologia também deve considerar sua adequação à rotina clínica e às características dos procedimentos

realizados. Nos implantes imediatos, essa decisão apresenta importância diante da necessidade de executar a instalação com controle tridimensional sem comprometer a segurança e a eficiência cirúrgica.

A interpretação dos resultados disponíveis demonstra que a navegação dinâmica apresenta vantagens relacionadas à possibilidade de acompanhar a trajetória cirúrgica e realizar correções durante a instrumentação, mas sua superioridade não é uniforme em todas as comparações. Younis *et al.* (2024) observaram menor desvio angular médio com guias estáticos, enquanto Lau *et al.* (2025) e Schiavon *et al.* (2025) ampliaram a discussão sobre a precisão das técnicas computadorizadas em implantes imediatos. Essa relação evidencia que a escolha entre orientação estática e dinâmica não deve depender exclusivamente de um único indicador de precisão. A navegação dinâmica apresenta como característica a possibilidade de modificar a trajetória durante o procedimento, enquanto os guias estáticos oferecem orientação física conforme o planejamento previamente estabelecido. Assim, ambas as abordagens podem apresentar aplicações clínicas relevantes, sendo necessário considerar as condições anatômicas, a necessidade de ajustes intraoperatórios e as exigências restauradoras.

A necessidade de investigações adicionais torna-se evidente quando se consideram as diferenças entre os resultados de estudos clínicos e revisões sistemáticas. Castro *et al.* (2025), Pellegrino *et al.* (2021) e Yu *et al.* (2023) contribuem para a avaliação conjunta das evidências, enquanto Wei *et al.* (2022), Jorba-García *et al.* (2023), Li *et al.* (2025) e Deng *et al.* (2025) apresentam informações provenientes de investigações clínicas com características específicas. A comparação entre essas produções demonstra que, embora existam resultados

favoráveis à navegação dinâmica, ainda é importante ampliar o conhecimento sobre sua precisão em diferentes regiões anatômicas e condições de instalação imediata. Estudos com protocolos padronizados, amostras adequadas e acompanhamento clínico prolongado podem contribuir para determinar se as melhorias no posicionamento tridimensional se traduzem em benefícios restauradores e peri-implantares sustentáveis.

Considerando o conjunto das pesquisas analisadas, observa-se que Wei *et al.* (2021), Pellegrino *et al.* (2021), Wei *et al.* (2022), Yu *et al.* (2023), Jorba-García *et al.* (2023), Knipper *et al.* (2024), Zhang *et al.* (2024), Younis *et al.* (2024), Pozzi *et al.* (2024), Lau *et al.* (2025), Schiavon *et al.* (2025), Li *et al.* (2025), Deng *et al.* (2025), Jin *et al.* (2025) e Castro *et al.* (2025) apresentam contribuições complementares para compreender a navegação cirúrgica dinâmica na Implantodontia. As investigações convergem quanto à relevância do planejamento tridimensional e da orientação computadorizada para melhorar o controle cirúrgico, embora apresentem diferenças relacionadas às técnicas comparadas, aos parâmetros avaliados e às condições clínicas estudadas. No contexto dos implantes imediatos, os resultados sugerem que a navegação dinâmica pode favorecer o controle da angulação, da profundidade e do posicionamento espacial, especialmente em situações anatômicas complexas. Entretanto, sua utilização deve permanecer associada ao planejamento individualizado, à experiência profissional e à avaliação das limitações tecnológicas, considerando que a precisão alcançada constitui um componente importante, mas não isolado, da previsibilidade do tratamento implantodôntico.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão de literatura permitiu concluir que a navegação cirúrgica dinâmica representa uma alternativa tecnológica relevante para a instalação de implantes dentários imediatos, contribuindo para o controle da angulação, da profundidade de inserção e do posicionamento tridimensional. A utilização dessa tecnologia favorece a correspondência entre o planejamento virtual e a execução cirúrgica, possibilitando o acompanhamento dos instrumentos em tempo real e a realização de ajustes durante o procedimento, especialmente em situações que apresentam limitações anatômicas nos alvéolos pós-extração.

A análise das evidências científicas demonstrou que a navegação dinâmica pode proporcionar maior precisão em comparação com a instalação convencional, reduzindo desvios angulares, cervicais e apicais. Entretanto, sua superioridade em relação aos guias cirúrgicos estáticos não foi demonstrada de maneira uniforme, considerando as diferenças entre os sistemas utilizados e os parâmetros avaliados. Além disso, a precisão alcançada depende de fatores como planejamento individualizado, calibração dos equipamentos, características anatômicas e experiência profissional, evidenciando que a tecnologia não elimina completamente as possibilidades de desvios cirúrgicos.

Conclui-se, portanto, que a navegação cirúrgica dinâmica apresenta vantagens importantes para a previsibilidade do posicionamento dos implantes imediatos, permitindo maior controle sobre sua orientação espacial e sua relação com as estruturas anatômicas e protéticas. Contudo, sua utilização deve estar associada à avaliação clínica criteriosa e ao domínio técnico do profissional. Ressalta-se, ainda, a necessidade de novos estudos clínicos com metodologias padronizadas e acompanhamento prolongado, visando ampliar as

evidências sobre sua precisão, segurança e contribuição para os resultados dos tratamentos implantodônticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, F.; PEREIRA, P.; FALCÃO-COSTA, C.; *et al.* Comparison of the accuracy/precision among guided (static), manual, and dynamic navigation in dental implant surgery: a systematic review and meta-analysis. *Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 29, n. 14, p. 9-12, 2025.

DENG, H.; GENG, N.; YANG, S.; *et al.* Clinical study of dynamic navigation-assisted immediate implant placement in posterior maxillary alveolar bone defects. *BMC Oral Health*, v. 25, n. 20, p. 617-620, 2025.

JIN, C.; ZHU, Z.; GUO, Y.; *et al.* Comparative accuracy of active and passive dynamic navigation systems in dental implant surgery: a retrospective study. *Journal of Dentistry*, v. 16, n. 13, p. 55-59, 2025.

JORBA-GARCÍA, A.; BARA-CASAUS, J. J.; CAMPS-FONT, O.; *et al.* Accuracy of dental implant placement with or without the use of a dynamic navigation assisted system: a randomized clinical trial. *Clinical Oral Implants Research*, v. 34, n. 5, p. 438-449, 2023.

KNIPPER, A.; KUHN, K.; LUTHARDT, R. G.; *et al.* Accuracy of dental implant placement with dynamic navigation: investigation of the influence of two different optical reference systems: a randomized clinical trial. *Bioengineering*, v. 11, n. 2, p. 155-157, 2024.

LAU, K.; FUNG, T. K. C.; HO, D. K. L.; *et al.* Accuracy of static and dynamic computer-aided implant surgery for immediate implant

placement: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Prosthodontic Research*, v. 69, n. 4, p. 472-488, 2025.

LI, H.; MA, F.; WENG, J.; *et al.* Accuracy of dynamic navigation system for immediate dental implant placement. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*, v. 57, n. 17, p. 85-90, 2025.

PELLEGRINO, G.; FERRI, A.; DEL FABBRO, M.; *et al.* Dynamic navigation in implant dentistry: a systematic review and meta-analysis. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, v. 36, n. 5, p. 121-140, 2021.

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. 5, p. 954-971, 2024.

SCHIAVON, L.; MANCINI, L.; *et al.* Does computer-assisted surgery improve the accuracy of immediate implant placement? A systematic review and network meta-analysis. *Journal of Periodontal Research*, v. 60, n. 11, p. 1067-1085, 2025.

WEI, S. M.; *et al.* Accuracy of dynamic navigation in implant surgery: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*, v. 32, n. 4, p. 383-393, 2021.

WEI, S. M.; LI, Y.; DENG, K.; *et al.* Does machine-vision-assisted dynamic navigation improve the accuracy of digitally planned prosthetically guided immediate implant placement? A randomized controlled trial. *Clinical Oral Implants Research*, v. 33, n. 8, p. 804-815, 2022.

YOUNIS, H.; LV, C.; XU, B.; *et al.* Accuracy of dynamic navigation compared to static surgical guides and the freehand approach in implant placement: a prospective clinical study. *Head & Face Medicine*, v. 21, n. 12, p.30-34, 2024.

YU, X.; *et al.* Accuracy assessment of dynamic navigation during implant placement: a systematic review and meta-analysis of clinical studies in the last 10 years. *Journal of Dentistry*, v. 19, n. 11, p. 43-45, 2023.

ZHANG, S.; CAI, Q.; CHEN, W.; *et al.* Accuracy of implant placement via dynamic navigation and autonomous robotic computer-assisted implant surgery methods: a retrospective study. *Clinical Oral Implants Research*, v. 35, n. 2, p. 220-229, 2024.

---

[1] Cirurgião Dentista, Faculdade Cta Nova Lima, Minas Gerais, Brasil.

[2] Cirurgião Dentista, Implantodontia e Prótese Dentária, IPESP-Instituto de Pesquisa e Pós Graduação, Brasília, Brasil.

[3] Cirurgião Dentista, Pós Graduado em Implantodontia, Uningá, Brasil.

[4] Cirurgião Dentista, Mestrado, São Leopoldo Mandic, Brasil.

[5] Mestre e Doutora em Reabilitação Oral, USP, São Paulo, Brasil.

[6] Cirurgião Dentista, Mestrado, Universidade Atitus Educação- Passo Fundo, Brasil.

[7] Cirurgião Dentista, Especialização em Implantodontia, Fapes, São Paulo, Brasil.

[8] Cirurgião Dentista, Universidade Salgado de Oliveira, Brasil.

[9] Graduanda em Odontologia, Unifbv Wyden, Recife, Brasil.

[10] Graduanda em Odontologia, Centro Universitário Metropolitano da Amazônia- Unifamaz, Brasil.

[11] Graduanda em Odontologia, Centro Universitário Santo Agostinho, Piauí, Brasil.

[12] Graduanda em Odontologia, Centro Universitário Santo Agostinho, Piauí, Brasil.

[13] Graduanda em Odontologia, Centro Universitário Metropolitano da Amazônia- Unifamaz, Belém, Brasil.

[14] Graduanda em Odontologia, Centro Universitário Metropolitano da Amazônia- Unifamaz, Belém, Brasil.

[15] Graduanda em Odontologia, Centro Universitário Metropolitano da Amazônia- Unifamaz, Belém, Brasil.

[16] Graduanda em Odontologia, Centro Universitário Metropolitano da Amazônia- Unifamaz, Belém, Brasil.

[17] Graduanda em Odontologia, Centro Universitário Metropolitano da Amazônia- Unifamaz, Belém, Brasil.

[18] Graduanda em Odontologia, Centro Universitário Metropolitano da Amazônia- Unifamaz, Belém, Brasil.

[19] Cirurgião Dentista, Usp, São Paulo, Brasil.