

CRITÉRIOS DE SUCESSO PARA CIRURGIA GUIADA EM IMPLANTODONTIA: REVISÃO

Daniel Sturzeneker Damazio¹
Nelza Elena Bufon Aguiar¹
Paulo Sérgio Piteres Trugilho Filho¹
Joseny Maria Koppe Barrozo²
Marcello Angelo Fardim²
Juliana Costa de Oliveira Frade³

¹ Graduandos do curso de Odontologia da Faculdade Multivix Cachoeiro de Itapemirim-ES – dr.danielsturzeneker@gmail.com; nbufonaguiar@gmail.com; paulotrugilhofilho@gmail.com; josenybarrozo@aluno.multivix.edu.br; marcelloangelo5000@gmail.com

² Professora Orientadora – Faculdade Multivix Cachoeiro – Mestre em patologia oral e maxilofacial e pacientes especiais – juliana_costa@alumni.usp.br

Data de submissão: 15/09/2025

Data de aprovação: 10/10/2025

RESUMO

A cirurgia de implante guiada destaca-se na odontologia moderna por sua capacidade de garantir o êxito a longo prazo dos tratamentos implantodônticos. Este trabalho visa descrever os princípios e estratégias que auxiliam o implantodontista na condução dessas cirurgias. Este estudo bibliográfico teve como objetivo explorar a fundamentação teórica dos procedimentos de cirurgia guiada em implantodontia, analisando diversas pesquisas para identificar métodos e instrumentos utilizados nessa prática. Para a escolha dos artigos, foram determinados critérios de inclusão e exclusão, utilizando palavras-chave como "Implantes Dentários", "Reabilitação Oral" e "Planejamento Cirúrgico" e motores de busca como o Google Acadêmico, Biblioteca Virtual em Saúde, PubMed e SciELO. A pesquisa foi realizada em fontes virtuais, abrangendo publicações de 2004 a 2024, e incluiu artigos, dissertações e teses de diferentes origens. Portanto, as cirurgias guiadas na implantodontia devem ser baseadas em planejamento preciso e tecnologia avançada. O uso de protocolos padronizados e guias cirúrgicos minimiza erros, aumentando a previsibilidade dos resultados e a segurança dos pacientes.

Palavras-chave: implantes dentários; planejamento cirúrgico; reabilitação oral.

ABSTRACT

Guided implant surgery stands out in modern dentistry for its ability to ensure the long-term success of implant treatments. This study aims to describe the principles and strategies that assist the implantologist in performing these surgeries. This bibliographic research sought to explore the theoretical foundation of guided surgery procedures in implant dentistry, analyzing several studies to identify the methods and instruments used in this practice. For article selection, inclusion and exclusion criteria were established, using keywords such as "Dental Implants," "Oral Rehabilitation," and "Surgical Planning," with search engines such as Google Scholar, Virtual Health Library, PubMed, and SciELO. The research was conducted through virtual sources, covering publications from 2004 to 2024, and included articles, dissertations, and theses from different origins. Therefore, guided surgeries in implant dentistry must be based on precise planning and advanced technology. The use of standardized protocols and surgical guides minimizes errors, increasing the predictability of results and patient safety.

Keywords: dental implants; surgical planning; oral rehabilitation.

1 INTRODUÇÃO

A cirurgia de implante guiada tem se destacado como um tema central na odontologia moderna, devido às suas contribuições para o sucesso dos tratamentos implantodônticos. O posicionamento adequado do implante oferece vantagens significativas, como melhores resultados estéticos e protéticos, maior estabilidade dos tecidos ósseos e gengivais, além de facilitar a higiene oral, promovendo a longevidade da reabilitação (Silva; Teixeira; De Lobão Veras, 2023). Além disso, essa técnica otimiza a oclusão e a carga do implante, aspectos fundamentais para garantir a funcionalidade do tratamento.

A correta inserção do implante também desempenha um papel crucial no planejamento protético, permitindo o desenvolvimento de próteses parafusadas, que são recuperáveis e evitam as limitações das restaurações cimentadas (Pegorini et al., 2013). Esse fator é determinante para o sucesso a longo prazo dos implantes, uma vez que o planejamento virtual tem se tornado uma ferramenta indispensável no

controle de aspectos essenciais, como a distância interimplantar, a profundidade e a posição em três dimensões do implante (Viana Neto et al., 2009).

Durante a cirurgia, o cirurgião-dentista precisa aliar seu conhecimento anatômico à precisão técnica exigida pela prática cirúrgica. Estudos indicam que complicações geralmente decorrem de falhas na aplicação do conhecimento técnico, e não da falta de experiência (Bezerra et al., 2008). A ausência de visualização clara da topografia óssea durante cirurgias sem guia aumenta o risco de erros de posicionamento, principalmente em casos em que a crista óssea pode estar mascarada pela mucosa (Botelho et al., 2023). Esses problemas são ainda mais críticos em cirurgias sem retalho, que podem resultar em perfurações inesperadas e comprometer o resultado estético e funcional (Albaricci et al., 2017).

Com o avanço das tecnologias de imagem e impressão de próteses, é possível reduzir os erros durante a cirurgia de implante e aprimorar os procedimentos para o sucesso da cirurgia (Perin, 2021).

A integração de tecnologias de imagem, como tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), e de impressão de próteses, como a prototipagem rápida, oferece ao implantodontista ferramentas avançadas para planejar e executar a cirurgia de implante de forma mais precisa e eficiente (Nogueira et al., 2012).

O uso da TCFC permite uma visualização detalhada da anatomia do paciente e do volume ósseo disponível, ajudando a evitar erros comuns de posicionamento do implante. Além disso, a prototipagem rápida possibilita a fabricação de guias cirúrgicos personalizados, que auxiliam na colocação precisa do implante, reduzindo a probabilidade de perfuração óssea e aumentando a previsibilidade do procedimento (Comandulli et al., 2005).

Ademais, um posicionamento preciso em três dimensões dos implantes possibilita o planejamento ideal das próteses finais. Isso viabiliza a produção de estruturas superiores parafusadas recuperáveis, prevenindo, desse modo, restaurações cimentadas irreversíveis, o que diminui a probabilidade de ocorrência de complicações oriundas dos procedimentos realizados (Menezes; Sarmiento; Lamberti, 2008).

Dessa forma, a presente pesquisa busca responder à seguinte questão: “Como o implantodontista pode reduzir erros cirúrgicos e otimizar os procedimentos de instalação de implantes?”. Ao abordar essa problemática, pretende-se oferecer uma análise teórica sobre os princípios e práticas que minimizam erros na cirurgia guiada,

destacando o papel de ferramentas, técnicas e instrumentos que auxiliam o cirurgião no alcance de resultados previsíveis e satisfatórios.

Atualmente, o sucesso dos implantes é medido de forma mais abrangente, incluindo não apenas a sobrevivência do implante, mas também a saúde dos tecidos peri-implantares e a estabilidade funcional a longo prazo (Pereira; Da Silva Siqueira; Romeiro, 2019). Nesse contexto, a cirurgia guiada pela prótese tem se consolidado como uma abordagem essencial para melhorar tanto os resultados estéticos quanto funcionais, garantindo a integridade dos tecidos e a carga oclusal adequada (Tenório et al., 2015; Guerra, 2017).

Assim, este trabalho tem como intuito descrever os princípios gerais e as estratégias procedimentais que auxiliam o implantodontista na condução de cirurgias guiadas, visando a redução de erros e a otimização dos resultados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo bibliográfico teve como objetivo explorar a fundamentação teórica das técnicas de cirurgia guiada em implantodontia. Foram analisadas diversas pesquisas em artigos científicos para identificar os principais métodos e instrumentos utilizados na cirurgia de implantes dentários. Além disso, foram verificadas outras fontes para ampliar a compreensão sobre o assunto, abordando conceitos como a fabricação de protótipos de implantes, a evolução da cirurgia em implantodontia e a importância da precisão na cirurgia guiada.

Para a seleção dos artigos científicos, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão, com base em palavras-chave relacionadas ao tema proposto, além da análise dos títulos e resumos dos artigos. Os termos de pesquisa foram "Implantodontia", "Reabilitação Oral" e "Planejamento Cirúrgico Guiado por Computador". Artigos que não disponibilizaram o texto completo ou que não fossem relatos de casos, estudos clínicos e revisões bibliográficas, foram excluídos.

A busca pelos artigos foi realizada em fontes virtuais como Google Scholar, Scopus, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Scielo e periódicos de instituições de ensino, abrangendo o período de publicação de 2004 a 2024. Os documentos obtidos variaram entre artigos científicos, dissertações ou teses, tanto de origem nacional quanto internacional.

3 DISCUSSÃO

3.1 ASPECTOS EVOLUTIVOS DA CIRURGIA EM IMPLANTODONTIA

De acordo com a evolução, em 1988 a Columbia Scientific Inc. criou um software odontológico tridimensional para transformar imagens de tomografia computadorizada em imagens de secções transversais das cristas alveolares. Em 1991, o aparelho ImageMaster-101 possibilitou a incorporação de implantes dentários nessas imagens. O SimPlant, criado em 1993, aprimorou essa funcionalidade para vistas transversais, axiais e panorâmicas (Holcman et al., 2007).

O Simplant 6.0, em 1999, acrescentou a capacidade de gerar imagens tridimensionais reformuladas. Em 2002, a Materialise adquiriu a Columbia Scientific e incorporou a tecnologia para perfuração de osteotomias com guias cirúrgicos. Desde então, diversas empresas introduziram suas próprias modalidades de software e guias cirúrgicos para uma abordagem cirúrgica guiada (Nigro; Francischone; Francischone Junior, 2010).

No avanço dos exames de imagem, surgiu a capacidade de realizar procedimentos cirúrgicos altamente complexos, como o protocolo original de implantes. Esse protocolo estabelecia um novo período de cicatrização de 90 a 180 dias, durante o qual os implantes dentários de titânio poderiam integrar-se ao osso, alcançando a osseointegração (Adell et al., 1981).

Este protocolo estabeleceu as bases para o uso de implantes osseointegrados, utilizando parafusos de titânio que se fundem ao osso maxilar ou mandibular, criando uma fundação estável para a reabilitação oral com próteses dentárias. Inicialmente, o método envolvia um período de cicatrização óssea sem carga de aproximadamente 3 a 6 meses antes da instalação das próteses, garantindo que o processo de osseointegração estivesse completo e assegurando o sucesso do tratamento (Rocha; Grangeiro; Figueiredo, 2018).

O protocolo de Brånemark foi revolucionário ao definir a osseointegração como o principal critério para o sucesso dos implantes dentários. Ele incluía a implantação cirúrgica dos parafusos em áreas edêntulas, seguida por um período de repouso para promover a fusão entre o implante e o osso. Somente após essa etapa, uma prótese dentária era fixada, proporcionando ao paciente uma solução estável e duradoura para a perda dentária. Embora técnicas modernas tenham refinado esse processo, como a carga imediata e a cirurgia guiada por computador, o protocolo original continua sendo um marco fundamental na implantodontia, com uma taxa de sucesso clínica alta e longevidade dos implantes (Neto et al., 2016).

Esse protocolo, amplamente utilizado em implantes dentários, revolucionou a reabilitação oral ao introduzir técnicas de implantes osseointegrados, proporcionando maior estabilidade e longevidade dos implantes. A tomografia computadorizada, por sua vez, desempenha um papel essencial no planejamento cirúrgico deste protocolo, admitindo a visualização em três dimensões das estruturas ósseas e dos dentes. Com essa tecnologia, o cirurgião-dentista consegue avaliar com precisão a quantidade e qualidade óssea, localizar estruturas anatômicas críticas, como nervos e seios maxilares, e planejar a inserção dos implantes de forma segura e eficaz, reduzindo complicações cirúrgicas e maximizando o sucesso do procedimento (França; Paraguassu, 2022).

Ademais, em relação ao avanço nos exames de imagem, o princípio da tomografia computadorizada teve sua base em um conceito matemático introduzido pela primeira vez em 1917 por Randon, um matemático da Austrália. A técnica de tomografia computadorizada foi desenvolvida cinquenta e cinco anos depois (Bispo, 2019).

A tomografia computadorizada confere uma metodologia de diagnóstico não invasivo, rápida, confiável e altamente preciso. Esse sistema excepcional permite a visualização imediata de lesões cranianas, sem expor o paciente a qualquer risco ou exigir hospitalização. O engenheiro eletrônico inglês Godfrey N. Hounsfield foi o responsável pela concepção desse sistema, sendo reconhecido por sua habilidade em utilizar o computador como componente central dos intrincados processos relacionados à tomografia computadorizada (Zavanelli et al., 2011).

Contudo, a busca contínua dos dentistas por cirurgias mais céleres, precisas e com melhores resultados pós-operatórios levou ao desenvolvimento de diversos softwares e hardwares para a concretização de cirurgias guiadas por computador, conhecidas como "cirurgias virtuais". Recentemente, houve uma propagação veemente desse tipo de metodologia em congressos e até mesmo em eventos midiáticos, como redes sociais e programas de televisão, cativando mais pacientes (Nuss et al., 2016).

Para a concepção dos modelos físicos são necessários dois momentos: a fase virtual, que envolve a construção do modelo e simulação através da criação de uma amostra computacional, e a fase física, onde ocorre a produção física do modelo ou biomodelo. Nesse contexto, destaca-se a Cirurgia Guiada por Prototipagem Rápida, uma abordagem mais precisa e segura. Essa tecnologia foi concebida no final da

década de 80 pela empresa americana 3D Systems, utilizando o processo de estereolitografia para solidificar camadas de resina fotossensível através de um laser (Cremonini et al., 2015).

Entre as técnicas de produção dos modelos existe a estereolitografia. A estereolitografia que é definida como o método de criação de modelos físicos (protótipos) por meio de um ambiente virtual, permitindo a simulação de cirurgias ou objetos. A estereolitografia (SLA, Stereolithography) foi um método inovador patenteado em 1986, que iniciou uma nova era na prototipagem rápida. Esse processo constrói modelos tridimensionais utilizando polímeros líquidos que reagem à luz, solidificando-se quando expostos à radiação ultravioleta. O modelo é criado em uma plataforma posicionada logo abaixo da superfície de um líquido contendo resina epóxi ou acrílica. Um feixe de laser ultravioleta, altamente preciso, é usado para criar a primeira camada, solidificando a seção transversal do modelo enquanto as áreas restantes permanecem líquidas (Borges et al., 2013).

Uma plataforma submersa levemente mergulha no banho de polímero líquido, enquanto o laser continua a criar camadas adicionais de polímero sólido sobre a camada anterior. Esse processo é repetido de forma iterativa até que o protótipo esteja completamente formado. Após a conclusão, o modelo sólido é retirado do banho de polímero líquido e passa por um processo de lavagem. Os suportes são removidos e o modelo é submetido a uma cura completa em um forno de radiação ultravioleta. A estereolitografia foi a pioneira bem-sucedida na prototipagem rápida, estabelecendo um padrão de referência para as técnicas subsequentes (Moreschi et al., 2011).

Tal conceito de abordagem foi criado na Universidade Católica de Leuven localizada na Bélgica, inicialmente chamado de LITORIM (Leuven Information Technology-based Oral Rehabilitation by means of Implants). A aquisição dos guias cirúrgicos usados em tais procedimentos tem estabelecido materiais e equipamentos associados à fabricação rápida de protótipos (Muller et al., 2004).

Em território brasileiro, a tecnologia de prototipagem ainda é menos utilizada na área médico-odontológica, principalmente por conta do número reduzido de empresas que oferecem esses serviços, ao custo da tecnologia e à falta de conhecimento dos profissionais em odontologia (Chilvarquer et al., 2004).

3.2 PROTOTIPAGEM E CIRURGIA GUIADA

O planejamento por meio da análise da estrutura óssea confiável reduz as variáveis relacionadas às etapas cirúrgicas e protéticas. A utilização de protótipos permite encurtar o tempo das intervenções cirúrgicas, proporcionando maior conforto ao paciente, além de diminuir a possibilidade de erros cirúrgicos (Tenório et al., 2015).

A técnica de fabricação rápida consiste na produção de modelos tridimensionais que reproduzem fielmente a anatomia de uma parte específica do paciente e é um processo aditivo construtivo empregado na aquisição de protótipos diretamente de uma modelagem de três dimensões. As escalas geométricas podem ser adquiridas por meio de um programa de modelagem sólida (Computer Aided Design - CAD) ou pela transformação de arquivos adquiridos de scanners 3D ou de tomógrafos. Essa tecnologia foi gerada no final dos anos 80 e desde então é utilizada em diversas áreas do conhecimento (Menezes; Sarmento; Lamberti, 2008).

Atualmente, presencia-se uma nova fase no planejamento cirúrgico-protético: as chamadas cirurgias virtuais guiadas e o significativo avanço da imaginologia, mostrando ser viável materializar na escala de 1:1 as estruturas anatômicas, bem como as imagens volumétricas, denominadas genericamente como "fabricação rápida biomédica" de prototipagem (Pegorini et al., 2013).

Com o modelo prototipado, o profissional pode examinar minuciosamente os detalhes, aprimorar a técnica cirúrgica, antecipar dificuldades e, principalmente, antever soluções para elas. Os biomodelos também permitem a medição de estruturas, a simulação de osteotomias e de técnicas de ressecção, bem como de um planejamento abrangente nos diversos tipos de cirurgias na região bucomaxilofacial (Moreschi et al., 2011).

As tecnologias de prototipagem rápida se dividem principalmente em duas classificações: os métodos de remoção de material e os de adição de material. No primeiro caso, uma variedade de fresas é utilizada para gradualmente reduzir diferentes tipos de materiais até formar uma réplica física do modelo original gerado virtualmente em CAD. No segundo caso, o modelo físico é construído em sequências, camada sobre camada, até formar uma cópia analógica do original digital em CAD (Perin, 2021).

Desta forma, entre as técnicas de prototipagem rápida por retirada de material, destaca-se a usinagem CNC (Comando Numérico Computadorizado). Esta técnica envolve o uso de equipamentos que permitem velocidades ideais de corte e de avanço para funcionar com materiais rígidos e de difícil manuseio, como o Poliuretano

injetável de expansão, por exemplo, criando assim uma fresadora CNC de alta velocidade para trabalhar com os instrumentos necessários e nas condições de usinagem adequadas e indispensáveis pelos materiais (Nascimento Neto et al., 2020).

Dentre os sistemas CAD-CAM (Computer Aided Design-Computer Aided Manufacturing) destacam-se o CEREC®, criado na Universidade de Zurique, que foi o sistema pioneiro CAD-CAM a obter sucesso clínico e comercial; o Procera®, que até o momento gerou mais de 5 milhões de unidades protéticas, destacando-se como um dos sistemas CAD/CAM de grande sucesso; o Lava®, que possibilita a fabricação de coroas e pontes de cerâmica anteriores e posteriores; e o Everest®, um sistema que atrela um equipamento de digitalização, um software CAD, um equipamento de fresagem e um forno para produzir a cerâmica (Neiverth et al., 2024).

Portanto, as tecnologias digitais biomédicas têm avançado significativamente para facilitar o diagnóstico, planejamento e tratamento na Odontologia. Para obter um modelo preciso da estrutura óssea dos pacientes, foi implementado o uso da Prototipagem Rápida ou Biomodelos nas áreas médico-odontológicas. Esses modelos são criados a partir de tomografias computadorizadas helicoidais, utilizando técnicas como Estereolitografia, Sinterização Seletiva a Laser, Impressão Tridimensional, Modelagem por Deposição Fundida e Polyjet (Pereira; Amorim, 2022).

Com o avanço da prototipagem biomédica, surge o conceito de cirurgia guiada por computador. Esta tecnologia proporciona alta precisão e benefícios como redução do tempo cirúrgico, incisões mínimas, redução de sangramento e morbidade reduzida. A cirurgia guiada virtual também reduz a margem de erro na inserção de implantes em comparação com técnicas manuais ou o uso de guias cirúrgicos convencionais. Para isso, é necessário realizar um exame complementar de diagnóstico por imagem preciso, como a tomografia computadorizada (TC) (Moreschi et al., 2011)

Embora os implantes em áreas anatômicas possam ser colocados utilizando os conceitos de posicionamento tridimensional, o uso de um guia cirúrgico pode ser um instrumento auxiliar de considerável importância. Geralmente, o guia cirúrgico é um dispositivo criado a partir de um modelo em cera ou resina sobre um modelo de gesso do paciente, onde o profissional tenta antecipar a forma final da coroa prototípica que será instalada sobre o implante. Durante esse processo, é possível diagnosticar se o caso terá um resultado satisfatório ou se serão necessários procedimentos adicionais para alcançar um resultado ideal (Carvalho et al., 2006).

Desta forma, após a conclusão do planejamento virtual, é possível fabricar guias cirúrgicos prototipados e subsequentemente utilizar a técnica conhecida como cirurgia guiada. A fabricação dos guias é crucial para garantir que o procedimento cirúrgico siga o planejamento protético prévio, e sua utilização durante a cirurgia oferece segurança e confiabilidade ao tratamento, sendo recomendada independentemente da complexidade do caso (Silva; Carvalho; Valle, 2009).

Uma das principais vantagens do uso de um sistema guiado por computador leva em conta a maior segurança deliberada pela localização anatômica intraoperatória precisa, reduzindo as chances de complicações decorrentes do procedimento cirúrgico. Inicialmente, o emprego da cirurgia guiada em implantodontia é recomendado em duas situações diferentes: pacientes edêntulos e pacientes parcialmente sem dente. Essa técnica oferece uma alternativa para pacientes com dentes remanescentes que necessitam de extração e requerem planejamento e reabilitação do tipo protocolo (Rodrigues et al., 2019).

A cirurgia guiada virtual sem retalho permite a realização de uma cirurgia com menor trauma e maior previsibilidade, reduzindo a probabilidade de erros. Essa técnica dispõe de uma ancoragem favorável, possibilitando a carga imediata, o que proporciona ao paciente, em uma única sessão, além de função e estética restauradas de maneira rápida (Santana et al., 2018).

Assim sendo, a escolha pela cirurgia guiada se deve aos benefícios como a comodidade para o paciente com redução de processos inflamatórios no período pós-operatório, além de reduzir o tempo cirúrgico e da alta perspectiva do processo cirúrgico e reabilitação da prótese (Neiverth et al., 2024).

O êxito na instalação de implantes osseointegráveis requer um planejamento cirúrgico e protético minucioso para garantir a previsibilidade da recuperação estética e funcional. A técnica da cirurgia guiada oferece uma contribuição substancial para a ocorrência dos implantes e próteses, além de reduzir as complexidades pós-cirúrgicas, dispondo ao paciente reduzida morbidade e maior conforto em relação ao edema e à sintomatologia dolorosa (Muller et al., 2004).

3.3 PRECISÃO DE CIRURGIA GUIADA EM IMPLANTODONTIA

A precisão de um sistema de cirurgia guiada para implantes é definida como a discrepância entre a posição planejada e a posição real do implante. A precisão de

todo o procedimento envolve uma avaliação quantitativa das discrepâncias posicionais e angulares em coordenadas tridimensionais (Moreschi et al., 2011).

O uso de tecnologias de planejamento de implantes foi estabelecido no planejamento pré-operatório e na criação de guias cirúrgicos individuais. No entanto, a variabilidade tem sido relatada na precisão da cirurgia guiada para implantes devido a erros originados de fontes intrínsecas e extrínsecas. Reduzir tais erros é muito dependente da calibração tanto na orientação estática quanto dinâmica. A calibração refere-se à verificação de que o mundo virtual corresponde à arena clínica. A calibração é necessária em dois momentos durante o fluxo de trabalho (Pereira; Da Silva Siqueira; Romeiro, 2019).

O primeiro ponto de calibração é a transformação de dados do campo clínico para a plataforma digital, e o segundo ponto de calibração é a transição de volta do planejamento digital para o ambiente físico da cavidade oral dos pacientes. Cada ponto carrega um potencial de erros que podem influenciar na posição final do implante (Santos et al., 2011).

Desta forma, a transferência de dados do paciente para o software se trata de um processo de registro de dados e sobreposição das informações registradas em camadas no software. O registro de dados inclui a obtenção de impressões (representadas em arquivos STL) e imagens (tomografia computadorizada de feixe cônico) (Viana Neto et al., 2009).

Esta parte do processo tem potencial para erros dependendo da escolha de materiais de impressão, técnicas de impressão, materiais e técnicas de moldagem, escolha de uma máquina de tomografia computadorizada e metodologia de escaneamento de tomografia computadorizada. A fusão tridimensional precisa das imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico e dos arquivos STL, produzidos pelo escaneamento digital da impressão, é um requisito para o planejamento da posição dos implantes (Zavanelli et al., 2011).

Ademais, os dentes remanescentes são geralmente usados como áreas compatíveis para a correspondência de todas as imagens. Quando o número de dentes remanescentes é insuficiente ou os dentes estão ausentes (como nos casos totalmente edêntulos), a precisão da sobreposição de imagem diminui drasticamente (Melo Santos; Matos, 2023).

Uma importante fonte de erro no posicionamento do implante está relacionada à correta posição tridimensional de um guia na boca dos pacientes e sua imobilidade

tridimensional durante a cirurgia, especialmente em pacientes edêntulos. Os erros humanos podem afetar muitas etapas no fluxo de trabalho dos protocolos de colocação de implantes guiados. O controle contínuo do encaixe estável e seguro do modelo cirúrgico é essencial para uma transformação precisa da posição do implante planejado desejado para o campo cirúrgico (Pegorini et al., 2013).

Ademais, os movimentos do guia cirúrgico durante a cirurgia podem ser responsáveis por diferenças e desvios no posicionamento dos implantes. O encaixe do modelo cirúrgico é melhor em cristas dentadas do que em cristas edêntulas devido aos componentes rígidos disponíveis para posicionamento do guia (dentes vs tecido mole). Um aumento na espessura da mucosa pode afetar a reprodutibilidade da posição do modelo, assim como o assentamento inicial do modelo, especialmente para aplicações puramente suportadas pela mucosa (Pereira; Amorim, 2022).

Entretanto, na orientação dinâmica a calibração requer uma atenção diferente. A tomografia computadorizada de feixe cônico é realizada antes da cirurgia e não é uma imagem adquirida em "tempo real". Portanto, para garantir a precisão na perfuração e colocação do implante, é crucial calibrar as relações dos instrumentos manuais e a orientação da cabeça do paciente com a imagem "estática" da TCFC. A calibração deve ser realizada antes da perfuração e a cada troca de brocas (Nuss et al., 2016).

3.4 IMPLANTODONTIA CONVENCIONAL X CIRURGIA GUIADA EM IMPLANTODONTIA

Dentro do campo da implantodontia, destacam-se duas abordagens principais: a Implantodontia convencional e a cirurgia guiada por computador. Embora ambas tenham o objetivo comum de reposicionar implantes de forma eficaz, elas se diferenciam nos métodos e tecnologias utilizadas durante o planejamento e execução do procedimento (Yogui et al., 2021).

Tallarico et al. (2018) relata que na Implantodontia convencional, o planejamento do implante é realizado com base em uma análise clínica detalhada, que pode incluir exames de radiografia panorâmica e tomografia computadorizada. Após essa análise, o cirurgião-dentista realiza o procedimento de inserção do implante de forma manual, com base na sua experiência e nas condições anatômicas do paciente. O posicionamento do implante é feito diretamente no local da cavidade óssea disponível, sem a utilização de guias específicas. Essa abordagem é

considerada tradicional e ainda muito utilizada devido à sua simplicidade e ao controle direto sobre o processo.

Já a cirurgia guiada em Implantodontia utiliza a tecnologia de planejamento tridimensional por meio de softwares especializados. Com base em exames de TC, é possível criar um modelo 3D da arcada dentária do paciente, o que permite uma análise mais precisa do volume ósseo e a localização exata dos implantes. Com essas informações, é possível fabricar uma guia cirúrgica personalizada, que orienta o cirurgião durante a colocação do implante. Essa guia garante maior precisão, minimizando os erros humanos e oferecendo um posicionamento mais preciso, além de reduzir o tempo cirúrgico (Vermeulen, 2017).

Uma das principais vantagens da cirurgia guiada é a possibilidade de planejar e executar a colocação dos implantes de forma minimamente invasiva. Como o planejamento tridimensional permite visualizar com antecedência a posição ideal dos implantes, o cirurgião pode evitar áreas de risco, como nervos e seios maxilares. A guia cirúrgica, por sua vez, oferece a possibilidade de realizar a cirurgia com uma incisão menor e, em alguns casos, até sem necessidade de suturas. Isso contribui para uma recuperação mais rápida e menos dolorosa para o paciente (Pozzi et al., 2014).

Por outro lado, a Implantodontia convencional, apesar de ser uma técnica eficaz, depende amplamente da habilidade e da experiência do cirurgião, o que pode resultar em variações nos resultados. Em procedimentos mais complexos, como em pacientes com atrofia óssea, o cirurgião pode ter mais dificuldades para alcançar o posicionamento ideal dos implantes, aumentando o risco de complicações. A abordagem convencional também pode exigir maiores incisões e a necessidade de enxertos ósseos em alguns casos, o que pode prolongar o tempo de cicatrização e aumentar o desconforto pós-operatório (Araujo; Pardal-Peláez, 2022).

Para Varga et al. (2020), em termos de custo, a cirurgia guiada tende a ser mais cara devido à necessidade de tecnologias avançadas, como tomografias computadorizadas, softwares de planejamento e a produção das guias cirúrgicas personalizadas. Já a Implantodontia convencional, apesar de ser menos custosa em termos de tecnologia, pode envolver custos adicionais relacionados a possíveis complicações ou a necessidade de revisões pós-operatórias. No entanto, a escolha entre uma abordagem ou outra depende de fatores como a complexidade do caso, a experiência do cirurgião, as condições clínicas do paciente e as preferências pessoais.

Ambas as técnicas possuem seus méritos e limitações, sendo que a Implantodontia convencional continua a ser amplamente utilizada devido à sua abordagem mais simples e ao domínio consolidado dos profissionais na execução dos procedimentos. No entanto, a cirurgia guiada é uma opção promissora que tem se destacado pela sua precisão e pela redução das complicações, sendo especialmente útil em casos mais complexos. A escolha entre uma técnica e outra deve ser sempre realizada de forma personalizada, levando em consideração as necessidades específicas de cada paciente (Yogui et al., 2021).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos artigos, pode ser verificada a importância da integração de tecnologias avançadas no planejamento e execução de cirurgias em Implantodontia. O uso de protótipos tridimensionais e técnicas de prototipagem rápida, como as de fabricação por adição de material, tem se mostrado eficaz na redução de variáveis e riscos associados ao procedimento cirúrgico. Esses avanços permitem ao cirurgião planejar de maneira mais minuciosa, o que contribui para a previsibilidade do tratamento, melhorando os resultados estéticos e funcionais para o paciente.

Ademais, a cirurgia guiada por computador representa um avanço significativo em relação à técnica convencional. Ela permite uma colocação precisa dos implantes, minimizando o tempo cirúrgico e o desconforto para o paciente. Além disso, a possibilidade de criar guias personalizados e biomodelos favorece a execução de procedimentos minimamente invasivos, com incisões menores e menor trauma tecidual, o que facilita o processo de recuperação. Esses fatores fazem com que a cirurgia guiada seja uma alternativa promissora, especialmente em casos que exigem maior complexidade no planejamento e execução.

Por outro lado, a técnica convencional ainda possui seu valor e é amplamente utilizada, especialmente em situações clínicas que não requerem alta precisão. Embora dependa mais da experiência e habilidade do cirurgião, ela oferece uma abordagem prática e econômica. No entanto, essa técnica pode apresentar limitações em termos de previsibilidade e pode exigir maiores incisões e, em alguns casos, enxertos ósseos, o que impacta diretamente no conforto e recuperação do paciente.

Em conclusão, ambas as abordagens — a cirurgia convencional e a guiada por computador — têm seu espaço e aplicabilidade na Implantodontia, cabendo ao cirurgião avaliar a melhor técnica para cada situação específica. O avanço da

tecnologia digital na área odontológica abre caminho para práticas cada vez mais seguras e eficazes, proporcionando ao paciente um tratamento de alta qualidade e com resultados satisfatórios, consolidando a cirurgia guiada como uma opção cada vez mais relevante.

REFERÊNCIAS

ADELL, Ragnar et al. Um estudo de 15 anos sobre implantes osseointegrados no tratamento de maxilares edêntulos. *International journal of oral surgery*, v. 10, n. 6, p. 387-416, 1981. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300978581800774>. Acesso em: 25 de mar. 2024.

ALBARICCI, Mariana et al. Planejamento virtual em cirurgia guiada uma realidade na Implantodontia. *Full dent. sci*, p. 59-65, 2017. Disponível em:

<https://editoraplena.com.br/wp-content/uploads/arquivos%20full%20science%20-%20pdf's/full%2031/59-65%20planejamento%20virtual.pdf>. Acesso em: 28 de mar. 2024.

ARAUJO, Elena Corchado; PARDAL-PELÁEZ, Beatriz. Computer-guided surgery for dental implant placement: a systematic review. *Prosthesis*, v. 4, n. 4, p. 540-553, 2022.

BEZERRA, Fábio et al. Tratamento do edentulismo total mandibular com a técnica de cirurgia guiada sem retalho. *Innov. implant. j., biomater. esthet.*, p. 13-16, 2008. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-561100>. Acesso em: 26 de mar. 2024.

BISPO, Luciano Bonatelli. A influência do tratamento de superfície das fixações na osseointegração. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo*, v. 31, n. 3, p. 61-70, 2019. Disponível em: <http://144.217.89.75/ojs-3.3.0-11/index.php/revistadaodontologia/article/view/979>. Acesso em: 14 de mar. 2024.

BORGES, Michel Gonzalez et al. Precisão da instalação de implantes com guias cirúrgicos obtidos por estereolitografia. *ImplantNews*, p. 179-184, 2013. Disponível em: 18 de mar. 2024.

BOTELHO, Laura Stefanie Salgueiro et al. Implante imediato em região de molar utilizando a cirurgia guiada e preservação alveolar. *Revista Ciências e Odontologia*, v. 7, n. 2, p. 52-65, 2023. Disponível em:

<http://revistas.icesp.br/index.php/RCO/article/view/3669>. Acesso em: 24 de mar. 2024.

CARVALHO, Maria Cecília M. Construindo o saber: metodologia científica-fundamentos e técnicas. Papirus Editora, 2021. CARVALHO, Niara Branco et al. Planejamento em implantodontia: uma visão contemporânea. *Rev Cir Traumatol Buco-Maxilo-Fac*, v. 6, n. 4, p. 17-22, 2006. Disponível em:

<http://www.revistacirurgiabmf.com/2006/v6n4/2.pdf>. Acesso em: 05 de abr. 2024.

CHILVARQUER, Israel et al. A estereolitografia na Implantodontia avançada: conceitos, indicações e usos. *ImplantNews*, v.2, n. 11, p. 69-72, 2004. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-405747>. Acesso em: 18 de mar. 2024.

COMANDULLI, Fernando et al. Correlação entre a radiografia panorâmica e tomografia computadorizada na avaliação das alturas ósseas no planejamento em implantodontia. *Brazilian Dental Science*, v. 8, n. 2, 2005. Disponível em: <https://ojs.ict.unesp.br/index.php/cob/article/view/389>. Acesso em: 15 de mar. 2024.

FRANÇA, Sueli de Souza Monteiro; PARAGUASSU, Eber Coelho. Carga imediata em prótese total implantossuportada: revisão de literatura. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 4, n. 1, p. 14-34, 2022.

GUERRA, Maria Inês Lopes. Cirurgia guiada em implantodontia. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Biomédica) – Instituto Politécnico de Bragança (Portugal), Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Bragança, Portugal, 2017.

HOLCMAN, Marcio et al. Cirurgia guiada em função imediata: proposta de técnica sem incisão. *Rev. bras. implantodontia*, p. 6-9, 2007. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-857122>. Acesso em: 05 de abr. 2024.

LEON RODRIGUES, Ricardo Bidart et al. ULTRA Tomografia Computadorizada Multidetectors com ultrabaixa dose de radiação e impressão 3D como auxiliares para cirurgia guiada em implantodontia. *Revista da Faculdade de Odontologia-UPF*, v. 25, n. 2, p. 241-246, 2020. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rfo/article/view/9579>. Acesso em: 05 de abr. 2024.

MELO SANTOS, Maria Clara; MATOS, Murilo. Planejamento digital de cirurgia guiada para implantodontia. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 9, n. 10, p. 3638-3649, 2023. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/11887>. Acesso em: 08 de abr. 2024.

MENEZES, Pedro DF; SARMENTO, Viviane; LAMBERTI, Patrícia. Aplicação da prototipagem rápida em implantodontia. *Innov. Implant. J., Biomater. Esthet.*, p. 39-44, 2008. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-561105>. Acesso em: 25 de mar. 2024.

MORESCHI, Eduardo et al. Cirurgia guiada por computador associada a função imediata: análise de um ano de acompanhamento clínico. *Revista Implant News*, v. 8, n. 1, p. 20-4, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marcelo-Soares-6/publication/263371630_Aplicacao_de_tecnica_minimamente_invasiva_na_instalacao_de_implantes_zigomatico/links/60097cdf45851553a05c193b/Aplicacao-de-tecnica-minimamente-invasiva-na-instalacao-de-implantes-zigomatico.pdf#page=14. Acesso em: 19 de mar. 2024.

MULLER, Anderson et al. Cirurgia para aumento de rebordo em pré-maxila atrófica com utilização da técnica de enxerto autógeno da crista de íliaco e uso de prototipagem para confecção de matriz para remoção de enxerto da área doadora. *ImplantNews*, p. 313- 318, 2004. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-412365>. Acesso em: 19 de mar. 2024.

NASCIMENTO NETO, Conrado Dias et al. Inteligência artificial e novas tecnologias em saúde: desafios e perspectivas. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 2, p. 9431- 9445, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/7210>. Acesso em: 19 de mar. 2024.

NEIVERTH, Gabriela Slota et al. Uso da técnica de cirurgia guiada para instalação de implante: relato de caso. *Revista de Odontologia da UNESP*, v. 52, n. 3, p. 0-0, 2024. Disponível em: <https://revodontolunesp.com.br/article/65df3bcba953955c4d4886f3>. Acesso em: 26 de mar. 2024.

NETO, Clóvis Lamartine De Moraes Melo et al. Reabilitação oral através do protocolo de branemark–relato de caso. *Revista Uningá*, v. 49, n. 1, 2016. Disponível em: <https://revista.uninga.br/uninga/article/download/1310/929>. Acesso em: 02 de out. 2024.

NIGRO, Frederico; FRANCISCHONE, Carlos Eduardo; FRANCISCHONE JUNIOR, Carlos Eduardo. Confiabilidade, precisão e limitações das cirurgias guiadas por imagem na Implantodontia. *ImplantNews*, p. 685-693, 2010. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-599178>. Acesso em: 02 de abr. 2024.

NOGUEIRA, Alexandre Simões et al. Tomografia computadorizada de feixe cônico em implantodontia oral: Relato de série de casos. *Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas*, v. 66, n. 3, p. 227-233, 2012. Disponível em: http://revodontobvsalud.org/scielo.php?pid=S0004-52762012000300010&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 12 de mar. 2024.

NUSS, Karine Conte Brugnerotto et al. Grau de confiabilidade na reprodução do planejamento virtual para o posicionamento final de implantes por meio de cirurgia guiada: relato de caso. *Revista da Faculdade de Odontologia-UPF*, v. 21, n. 1, 2016. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rfo/article/view/5245>. Acesso em: 15 de mar. 2024.

OLIVEIRA, Ana Rachel Fonseca de et al. Metodologia científica: biblioteca virtual em saúde. 2015.

PEGORINI, Vinicius Silveira et al. Planejamento virtual e cirurgia guiada em implantodontia. *Revista Saúde Integrada Santo Angelo*, v. 6, n. 11-12, p. 243-261, 2013. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/229765425.pdf>. Acesso em: 25 de mar. 2024.

PEREIRA, Rodolfo Auad; DA SILVA SIQUEIRA, Lyncoln; ROMEIRO, Rogério De Lima. Cirurgia guiada em implantodontia: relato de caso. Revista Ciência e Saúde On-line, v. 4, n. 1, 2019. Disponível em: <http://revistaeletronicafunvic.org/index.php/c14ffd10/article/view/135>. Acesso em: 7 de abr. 2024.

PEREIRA, Bruna Neves Muniz; AMORIM, Jonathan Sousa. Diagnóstico por imagem em benefício da odontologia atual-Revisão de literatura. Revista Cathedral, v. 4, n. 1, p. 92-98, 2022. Disponível em: <http://cathedral.ojs.galoa.com.br/index.php/cathedral/article/view/425>. Acesso em: 02 de abr. 2024.

PERIN, Laerci. Reabilitação com implantes através de cirurgia guiada: relato de caso. Journal of Multidisciplinary Dentistry, v. 11, n. 3, p. 167-72, 2021. Disponível em: <https://jmdentistry.com/jmd/article/view/897>. Acesso em: 26 de mar. 2024.

POZZI, Alessandro et al. Computer-guided versus free-hand placement of immediately loaded dental implants: 1-year post-loading results of a multicentre randomised controlled trial. European Journal of Oral Implantology, v. 7, n. 3, p. 229-242, 2014.

ROCHA, Caio César Vieira; GRANGEIRO, Manassés Tercio Vieira; DE FIGUEIREDO, Viviane Maria Gonçalves. Padrão de oclusão em prótese Protocolo de Brånemark: uma revisão de literatura. Revista da Faculdade de Odontologia-UPF, v. 23, n. 3, p. 377-381, 2018. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rfo/article/view/8540>. Acesso em: 02 de out. 2024.

RODRIGUES, William Costa et al. Metodologia científica. Faetec/IST. Paracambi, v. 2, 2007. Disponível em: https://www.academia.edu/download/57025162/Willian_Costa_Rodrigues_metodologia_cientifica.pdf. Acesso em: 25 de abr. 2024.

RODRIGUES, João Marcelo Meireles et al. Um novo conceito na obtenção do guia prototipado em Implantodontia–relato de caso. Full dent. sci, v. 11, n. 41, p. 28-36, 2019. Disponível em: <https://editoraplena.com.br/wp-content/uploads/2020/01/28-36-um-novo-conceito.pdf>. Acesso em: 06 de abr. 2024.

SANTANA, Maria Tays Pereira et al. Importância do guia cirúrgico para correto posicionamento dos implantes. Archives Of Health Investigation, v. 7, 2018. Disponível em: <http://archhealthinvestigation.com.br/ArcHI/article/view/3094>. Acesso em: 05 de abr. 2024.

SANTOS, João Almeida; PARRA FILHO, Domingos. Metodologia científica. 2012.

SANTOS, Thiago Lafelice dos et al. A cirurgia guiada como auxílio na Implantodontia. Full dent. sci, p. 376-380, 2011. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/porta/resource/pt/biblio-850856>. Acesso em: 9 de abr. 2024.

SILVA, Emanuel Victor Pereira; TEIXEIRA, Tamyres Alves; DE LOBÃO VERAS, Eduardo Souza. Cirurgia guiada em implantodontia: revisão integrativa. Revista Fluminense de Odontologia, v. 2, n. 61, p. 1-12, 2023. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/ijosd/article/view/56296>. Acesso em: 28 de mar. 2024.

SILVA, Antonio Materson; CARVALHO, Paulo Sérgio Perri de; VALLE, Accácio Lins do. Técnicas de confecção de guia cirúrgico e sua importância para a implantodontia. Innovations Journal, v. 3, n. 1, p. 32-37, 2009. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001048675>. Acesso em: 05 de abr. 2024.

TALLARICO, Marco et al. Colocação guiada por computador versus colocação à mão livre de implantes dentários com carga imediata: resultados pós-carga de 5 anos de um ensaio clínico randomizado. European Journal of Oral Implantology, v. 11, n. 2, p. 203-213, 2018.

TENÓRIO, Jefferson da Rocha et al. Prototipagem e cirurgia guiada em implantodontia: revisão de literatura. RFO UPF, v. 20, n. 1, p. 110-114, 2015. Disponível em: http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1413-40122015000100020&script=sci_arttext. Acesso em: 22 de mar. 2024.

TRENTO, Cleverson Luciano et al. Cirurgia guiada por computador: uma alteração de técnica. Rev. dental press periodontia implantol, p. 101-110, 2009. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-857729>. Acesso em: 25 de mar. 2024.

VARGA JR, Endre et al. Guidance means accuracy: A randomized clinical trial on freehand versus guided dental implantation. Clinical oral implants research, v. 31, n. 5, p. 417-430, 2020.

VERÍSSIMO, Aretha Heitor et al. Reabilitação oral com implante e carga imediata unitária por cirurgia guiada: relato de caso. Research, Society and Development, v. 10, n. 1, p. e4810110854-e4810110854, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/10854>. Acesso em: 29 de mar. 2024.

VIANA NETO, Antônio et al. Cirurgia guiada virtual para reabilitação oral: revisão de literatura e relato de caso. Rev. cir. traumatol. buco-maxilo-fac, p. 45-52, 2009. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-526728>. Acesso em: 07 de abr. 2024.

VERMEULEN, Jacques. The Accuracy of Implant Placement by Experienced Surgeons: Guided vs Freehand Approach in a Simulated Plastic Model. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, v. 32, n. 3, 2017.

YOGUI, F. C. et al. Comparação entre cirurgia de colocação de implante dentário guiada por computador e à mão livre: uma revisão sistemática e meta-análise. International journal of oral and maxillofacial surgery, v. 50, n. 2, p. 242-250, 2021.

ZAVANELLI, Ricardo Alexandre et al. Fatores locais e sistêmicos relacionados aos pacientes que podem afetar a osseointegração. Revista Gaúcha de Odontologia (Online), v. 59, p. 133-146, 2011. Disponível em:

http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1981-86372011000500019&script=sci_arttext. Acesso em: 17 de mar. 2024.