



## Odontologia Digital Contemporânea: Planejamento em Implantodontia

### Contemporary Digital Dentistry: Planning in Implantology

Igor Ferreira Borba de Almeida

Ana Giulia Brito Carneiro

Maria Solange Argolo Gomes

Claudia Simone de Andrade

Luciana Santos de Jesus

Referson Melo dos Santos

**Resumo:** O uso de tecnologias digitais tem promovido mudanças relevantes na prática da implantodontia, especialmente no que se refere ao planejamento cirúrgico. Este estudo teve como objetivo discutir as vantagens do planejamento digital em comparação aos métodos convencionais baseados em modelos de gesso, destacando aspectos como precisão, eficiência clínica e impactos no processo de cicatrização dos implantes dentários. Para isso, foi realizada uma revisão de literatura a partir de buscas nas bases de dados PubMed, Scopus, Web of Science, SciELO e Google Scholar. A análise dos estudos evidenciou que recursos como a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), o escaneamento intraoral e softwares CAD/CAM permitem a obtenção de imagens tridimensionais detalhadas das estruturas anatômicas do paciente, possibilitando um planejamento mais preciso e individualizado. Em comparação aos métodos tradicionais, o planejamento digital demonstrou maior previsibilidade na instalação de implantes, além de contribuir para a redução do trauma cirúrgico e promover uma cicatrização mais eficiente. Outro aspecto relevante é o uso de guias cirúrgicos digitais, que aumentam a segurança e a precisão durante o procedimento, tornando as intervenções menos invasivas. Embora a implementação dessas tecnologias ainda apresente desafios, como custos elevados e necessidade de capacitação profissional, seus benefícios clínicos e operacionais têm consolidado o planejamento digital como uma ferramenta fundamental na implantodontia contemporânea, contribuindo para tratamentos mais seguros, rápidos e personalizados.

**Palavras-chave:** planejamento digital; implantodontia; tomografia computadorizada de feixe cônico; escaneamento intraoral.

**Abstract:** The use of digital technologies has promoted relevant changes in the practice of implantology, especially regarding surgical planning. This study aimed to discuss the advantages of digital planning compared to conventional methods based on plaster models, highlighting aspects such as precision, clinical efficiency, and impacts on the healing process of dental implants. To this end, a literature review was conducted using searches in the PubMed, Scopus, Web of Science, SciELO, and Google Scholar databases. The analysis of the studies showed that resources such as cone-beam computed tomography (CBCT), intraoral scanning, and CAD/CAM software allow for the acquisition of detailed three-dimensional images of the patient's anatomical structures, enabling more precise and individualized planning. Compared to traditional methods, digital planning demonstrated greater predictability in implant placement, in addition to contributing to the reduction of surgical trauma and promoting more

efficient healing. Another relevant aspect is the use of digital surgical guides, which increase safety and precision during the procedure, making interventions less invasive. Although the implementation of these technologies still presents challenges, such as high costs and the need for professional training, their clinical and operational benefits have consolidated digital planning as a fundamental tool in contemporary implantology, contributing to safer, faster, and more personalized treatments.

**Keywords:** digital planning; implantology; cone beam computed tomography; intraoral scanning.

## INTRODUÇÃO

O planejamento digital representa uma mudança importante na Odontologia contemporânea, impulsionada pela incorporação de tecnologias digitais avançadas. Esse progresso tem possibilitado uma abordagem mais precisa, eficiente e individualizada nos tratamentos com implantes dentários. A utilização de recursos tecnológicos como a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), o escaneamento intraoral e os softwares de desenho assistido por computador (CAD/CAM – *Computer-aided design/Computer-aided manufacturing*) voltados ao planejamento e execução de implantes tem promovido avanços significativos na área, trazendo benefícios tanto para os profissionais quanto para os pacientes (Tahmaseb *et al.*, 2018).

A tecnologia tridimensional desempenha papel fundamental nesse processo de transformação digital, pois permite uma visualização em 3D detalhada da anatomia do paciente. Isso possibilita um planejamento cirúrgico mais preciso, além da elaboração de guias cirúrgicos personalizados que favorecem a correta instalação dos implantes. Dessa forma, essa abordagem não apenas aprimora a precisão dos procedimentos, mas também favorece uma comunicação mais eficiente entre os membros da equipe odontológica, aumentando a previsibilidade dos resultados clínicos e a satisfação dos pacientes (D'haese *et al.*, 2012).

A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) constitui outra ferramenta essencial no planejamento digital em Implantodontia. Essa tecnologia fornece imagens tridimensionais detalhadas das estruturas ósseas do paciente, sendo indispensável para um planejamento adequado dos implantes. A TCFC possibilita a identificação precisa de estruturas anatômicas importantes, auxiliando na definição do tamanho e da posição mais adequados dos implantes e diminuindo o risco de intercorrências durante o procedimento cirúrgico. Além disso, a capacidade de avaliar a densidade óssea e outras características relevantes da anatomia craniofacial contribui significativamente para aumentar a segurança e a eficácia das intervenções (Tyndall; Rathore, 2008).

Outro elemento fundamental do planejamento digital é a produção de guias cirúrgicos digitais. Esses dispositivos são confeccionados a partir das imagens tridimensionais obtidas por meio do escaneamento intraoral e da TCFC, permitindo uma instalação mais precisa dos implantes. A utilização de guias cirúrgicos personalizados contribui para maior exatidão nos procedimentos, reduzindo a

margem de erro e proporcionando maior segurança durante a cirurgia (Vercruyssen *et al.*, 2014).

Além disso, as técnicas minimamente invasivas, viabilizadas pelo planejamento digital, têm promovido mudanças importantes na prática da Implantodontia. Essas abordagens, que geralmente envolvem incisões menores, contribuem para uma recuperação mais rápida, além de reduzir o desconforto pós-operatório e a possibilidade de complicações. Tal característica representa um benefício significativo para os pacientes, favorecendo um processo de recuperação menos doloroso e mais ágil. Nesse sentido, o planejamento digital também tem demonstrado potencial para acelerar o processo de cicatrização quando comparado aos métodos tradicionais baseados em modelos de gesso. A possibilidade de realizar um planejamento detalhado e simular previamente o procedimento permite ajustes antes da cirurgia, resultando em maior eficiência no processo de cicatrização (Ganz, 2011).

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo analisar as vantagens do planejamento digital em Implantodontia em comparação aos métodos convencionais baseados em modelos de gesso, enfatizando seus benefícios relacionados à precisão, à eficiência dos procedimentos e à recuperação pós-operatória (Buser *et al.*, 2017).

## REVISÃO DE LITERATURA

A tecnologia digital passou a integrar de forma significativa o cotidiano da sociedade e a Odontologia acompanha esse processo de evolução. Na área da Implantodontia e das reabilitações protéticas, diversas técnicas e materiais inovadores vêm sendo incorporados, contribuindo para maior rapidez na confecção das próteses, além de ampliar a precisão, previsibilidade e longevidade dos tratamentos reabilitadores (Tahmaseb *et al.*, 2018).

### Planejamento Digital: Conceitos e Definições

A utilização de guias cirúrgicos na Implantodontia começou a ser investigada ainda na década de 1990, período em que estudos clínicos e laboratoriais passaram a avaliar sua aplicação sob diferentes aspectos qualitativos e quantitativos (Van Steenberghe *et al.*, 2002).

Atualmente, a Odontologia conta com scanners intraorais, fresadoras e impressoras capazes de permitir um fluxo de trabalho totalmente digital para a produção de próteses sobre dentes e implantes, por meio da tecnologia CAD/CAM. O termo CAD/CAM corresponde às expressões *Computer Aided Design* e *Computer Aided Manufacturing*, que significam, respectivamente, desenho assistido por computador e fabricação assistida por computador (Miyazaki *et al.*, 2009).

Nos dias atuais, o emprego de tecnologias digitais no planejamento de implantes dentários tem proporcionado avanços importantes, favorecendo diagnósticos mais precisos e maior previsibilidade terapêutica. No fluxo digital, o

planejamento implantodôntico é realizado em softwares específicos que integram imagens provenientes da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e do escaneamento intraoral obtido por scanners digitais (D'haese *et al.*, 2017).

A evolução tecnológica e a integração de soluções digitais têm impactado profundamente as diferentes áreas da saúde. Esse fenômeno, frequentemente denominado saúde digital, modificou a maneira como os pacientes acessam informações e também aprimorou métodos diagnósticos e terapêuticos. Na Odontologia moderna, sistemas baseados em computação gráfica e recursos digitais tornaram-se ferramentas importantes para o cirurgião-dentista em diversas especialidades, como prótese, ortodontia e cirurgia bucomaxilofacial (Joda *et al.*, 2019).

## Tecnologias Utilizadas na Odontologia Digital

As tecnologias de escaneamento intraoral desempenham papel fundamental na Odontologia digital, pois permitem a captura detalhada das estruturas da cavidade bucal do paciente. Os scanners tridimensionais registram com precisão dentes, gengivas e estruturas adjacentes, possibilitando a geração de imagens digitais tridimensionais utilizadas no planejamento de implantes dentários e na análise da anatomia oral (Mangano *et al.*, 2017).

A tomografia computadorizada, por sua vez, possibilita a obtenção de imagens tridimensionais detalhadas dos tecidos bucais. Essa tecnologia permite uma avaliação precisa das estruturas ósseas, além de possibilitar a identificação de nervos e vasos sanguíneos, contribuindo para um planejamento mais seguro e eficaz dos implantes dentários. Além disso, a tomografia auxilia na identificação de patologias como cistos ou tumores que podem interferir no tratamento implantodôntico (Tyndall, Rathore, 2008).

Os softwares de design assistido por computador (CAD) são amplamente utilizados na Odontologia digital para o desenvolvimento virtual de próteses dentárias personalizadas. Por meio desses programas, os profissionais podem projetar restaurações com base nas imagens obtidas por scanners tridimensionais e simular previamente o resultado final do tratamento, aumentando a previsibilidade estética e funcional (Beuer *et al.*, 2008).

Outra inovação relevante é a utilização de impressoras 3D na Odontologia, permitindo a fabricação rápida e precisa de modelos físicos das estruturas bucais. Essas impressoras utilizam materiais específicos para produzir próteses, guias cirúrgicos e modelos de estudo, reproduzindo fielmente as estruturas anatômicas do paciente e facilitando o planejamento clínico (Dawood, Marti, Sauret-jackson, 2015).

Nesse contexto, a fabricação de guias cirúrgicos tridimensionais apresenta grande potencial clínico. Esses dispositivos são produzidos a partir das imagens digitais obtidas pelos scanners e permitem direcionar com maior precisão o posicionamento dos implantes durante o procedimento cirúrgico, reduzindo erros e aumentando a segurança do tratamento (Vercruyssen *et al.*, 2014).

Além disso, a integração da Odontologia digital com tecnologias de realidade aumentada vem ampliando as possibilidades clínicas. Por meio de dispositivos visuais ou óculos específicos, os profissionais conseguem visualizar informações adicionais sobre as estruturas bucais durante os procedimentos, incluindo a sobreposição de imagens virtuais na cavidade oral do paciente, o que facilita a compreensão anatômica e a execução do tratamento (Marescaux *et al.*, 2004).

De modo geral, a aplicação da Odontologia digital na Implantodontia apresenta diversas vantagens quando comparada aos métodos convencionais. Entre os principais benefícios destacam-se a redução do tempo de tratamento, maior precisão no planejamento e maior previsibilidade dos resultados, já que os profissionais podem simular virtualmente o resultado final antes da execução clínica (Mangano *et al.*, 2017).

## **Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC): Precisão e Planejamento Avançado**

Entre os avanços recentes na área da Radiologia odontológica destaca-se o uso da tomografia computadorizada para diferentes finalidades clínicas. Esse exame evoluiu consideravelmente ao longo dos anos, oferecendo imagens de alta qualidade e maior precisão diagnóstica, sem sobreposição ou distorção das estruturas anatômicas (Scarfe, Farman, 2008).

A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) permite a obtenção de imagens tridimensionais altamente precisas dos tecidos duros, sendo considerada uma das técnicas mais relevantes para o diagnóstico odontológico. Essa tecnologia utiliza um feixe cônico de raios X associado a um detector bidimensional responsável pela aquisição das imagens (Scarfe, Farman, Sukovic, 2006).

Por meio dessa técnica, uma única rotação do equipamento ao redor da região de interesse é suficiente para coletar todas as informações necessárias para a formação das imagens. Posteriormente, softwares específicos possibilitam a reconstrução dessas imagens com elevada resolução espacial, permitindo sua visualização nos planos axial, coronal e sagital em proporção real (Suomalainen *et al.*, 2015).

Com o avanço do conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico, o uso da TCFC na Odontologia tornou-se cada vez mais frequente. Essa ferramenta tem se mostrado essencial para uma avaliação mais precisa dos pacientes e para um planejamento mais detalhado dos procedimentos implantodônticos, proporcionando ao profissional uma visualização tridimensional clara das estruturas ósseas e dos rebordos alveolares (Bornstein *et al.*, 2014).

Dessa forma, a TCFC exerce papel fundamental na análise da anatomia craniofacial, na definição das dimensões e do posicionamento dos implantes, na avaliação da espessura óssea e na análise da viabilidade de implantes imediatos. Além disso, contribui para a elaboração de guias cirúrgicos, para a avaliação da densidade óssea e para a identificação da necessidade de procedimentos

complementares, como enxertos ósseos ou levantamento de seio maxilar (Jacobs, Quirynen, 2014).

## **Integração CAD/CAM em Implantodontia: Do Planejamento à Execução**

As tecnologias CAD/CAM permitem o desenvolvimento de projetos digitais detalhados para componentes protéticos utilizados em Implantodontia. O processo tem início com o escaneamento intraoral, no qual scanners tridimensionais capturam imagens digitais precisas da cavidade oral do paciente. Posteriormente, essas imagens são utilizadas em softwares de CAD para o planejamento e desenho de próteses personalizadas, permitindo maior precisão no tratamento reabilitador (Miyazaki *et al.*, 2009).

A integração das tecnologias CAD/CAM na Implantodontia proporciona diversos benefícios clínicos, entre eles maior precisão no diagnóstico e no planejamento terapêutico, redução do tempo de tratamento e melhoria na comunicação entre os profissionais envolvidos no processo reabilitador. A possibilidade de simular virtualmente os procedimentos antes da execução clínica permite realizar ajustes prévios no planejamento, aumentando a previsibilidade dos resultados e reduzindo a ocorrência de complicações durante o ato cirúrgico (Joda *et al.*, 2019).

Além disso, a utilização de guias cirúrgicos personalizados produzidos por meio de impressoras 3D contribui para o posicionamento mais preciso dos implantes dentários, minimizando erros e aumentando a segurança do procedimento. Esses guias são desenvolvidos com base nas imagens digitais obtidas durante o planejamento virtual, garantindo que os implantes sejam inseridos exatamente na posição previamente planejada (Vercruyssen *et al.*, 2014).

Apesar das inúmeras vantagens, a implementação das tecnologias CAD/CAM na Implantodontia ainda apresenta alguns desafios, como o elevado custo dos equipamentos e a necessidade de capacitação técnica dos profissionais para utilização adequada dessas ferramentas digitais. Entretanto, o constante avanço tecnológico e a crescente disseminação dessas técnicas indicam que tais limitações tendem a ser gradualmente superadas, consolidando o uso do CAD/CAM como parte essencial da prática odontológica contemporânea (Miyazaki *et al.*, 2009).

Nesse contexto, espera-se que as tecnologias CAD/CAM continuem evoluindo e contribuindo para melhorias adicionais na precisão e na eficiência dos tratamentos implantodônticos. Entre as inovações futuras, destacam-se o desenvolvimento de novos biomateriais com maior biocompatibilidade e o aperfeiçoamento dos softwares de planejamento digital, que poderão tornar ainda mais eficiente o processo de planejamento e execução dos tratamentos (Beuer *et al.*, 2008).

## **Escaneamento Intraoral: A Nova Era da Fotografia Dentária**

O escaneamento intraoral é uma técnica que permite a digitalização de estruturas reais por meio da captura de imagens obtidas a partir da reflexão da

luz ou, em versões iniciais da tecnologia, por contato físico. Dessa forma, podem ser geradas imagens digitais por scanners intraorais ou de bancada, que registram as estruturas a partir da reflexão luminosa ou do contato direto com a superfície analisada (Logozzo *et al.*, 2014).

O escaneamento de dentes individuais já é uma realidade há alguns anos. Inicialmente, entretanto, era necessário aplicar pó de dióxido de titânio sobre as superfícies dentárias para reduzir a translucidez do esmalte e da dentina, facilitando o processo de captura digital. Atualmente, os scanners modernos são capazes de gerar modelos digitais completos dos arcos dentários por meio da integração sucessiva das imagens capturadas, eliminando a necessidade do uso de pó opacificante em muitos sistemas (Mangano *et al.*, 2017).

No caso de estruturas metálicas, como mini-implantes ou componentes protéticos metálicos, ainda pode ser necessário o uso de sprays opacificantes para evitar que o brilho do metal prejudique a captura das imagens, causando falhas no escaneamento. Em geral, a escolha do scanner envolve diversos fatores, como qualidade da imagem gerada, tempo necessário para o escaneamento, preparo da superfície, dimensões do equipamento, tecnologia óptica utilizada e a forma como o paciente será escaneado, seja diretamente na cavidade oral, por moldagens ou por modelos de gesso (Logozzo *et al.*, 2014).

Cada scanner intraoral é composto basicamente por três componentes principais: uma estação de trabalho para processamento dos dados, um monitor para visualização e manipulação das imagens digitais e uma peça de mão responsável pela captura das imagens intraorais. Para registrar os dados da superfície, a luz do laser ou luz branca é projetada sobre o objeto e refletida de volta para sensores ou câmeras localizadas na própria peça de mão. A partir desses dados, algoritmos computacionais realizam milhares de medições, gerando uma representação tridimensional da estrutura escaneada (Kravitz *et al.*, 2014).

O processo de escaneamento geralmente inicia-se no quadrante inferior esquerdo, com o operador movimentando o scanner da região posterior para a anterior. Em seguida, o escaneamento continua para o arco superior, passando pela região de oclusão e pelo palato. Durante esse processo, o procedimento pode ser pausado ou reiniciado para recaptura de áreas que apresentem falhas ou ausência de dados (Redmond *et al.*, 2011).

O dispositivo de escaneamento necessita, em média, de aproximadamente um minuto e meio para realizar o processamento e a fusão das imagens capturadas. Após essa etapa, o software identifica possíveis áreas incompletas e as sinaliza para nova captura, garantindo que o modelo digital final apresente dados completos e adequados para o planejamento clínico (Liu *et al.*, 2014). Kravitz *et al.* (2014) ressaltam que o desenvolvimento dos scanners intraorais representou um marco importante para a evolução da Odontologia digital.

## Confecção de Guias Cirúrgicos Digitais: Precisão e Eficiência no Planejamento

A confecção de guias cirúrgicos digitais representa um avanço significativo na Implantodontia, pois proporciona maior precisão e eficiência tanto no planejamento quanto na execução das cirurgias de implantes. Esse processo envolve diferentes etapas tecnológicas que, quando integradas, contribuem para melhores resultados clínicos e maior conforto para o paciente (Vercruyssen *et al.*, 2014).

O processo inicia-se com a obtenção de imagens tridimensionais da cavidade oral por meio da TCFC associada ao escaneamento intraoral. Essas imagens permitem uma visualização detalhada da estrutura óssea e das características anatômicas do paciente, facilitando a identificação de possíveis desafios clínicos durante o planejamento do tratamento (Bornstein *et al.*, 2014).

A utilização de guias cirúrgicos digitais aumenta significativamente a previsibilidade e a segurança dos procedimentos implantodônticos. O planejamento virtual aliado à cirurgia guiada possibilita a realização de procedimentos menos invasivos, reduzindo o tempo cirúrgico e o desconforto pós-operatório dos pacientes (D'haese *et al.*, 2017).

Além disso, os guias cirúrgicos digitais permitem uma integração eficiente entre as etapas de planejamento e execução cirúrgica. Essa tecnologia contribui para otimizar o tempo clínico e melhorar a orientação do posicionamento dos implantes, resultando em maior precisão durante o procedimento e melhor recuperação pós-operatória (Tahmaseb *et al.*, 2018).

Embora apresente diversas vantagens, a implementação dessa tecnologia ainda envolve alguns desafios, como o investimento em equipamentos e softwares especializados e a necessidade de treinamento profissional. Apesar disso, as vantagens clínicas oferecidas pelo fluxo digital tendem a superar essas limitações, favorecendo sua crescente adoção na Implantodontia (Joda *et al.*, 2019).

## Técnicas Minimamente Invasivas em Implantodontia

As técnicas minimamente invasivas têm ganhado destaque na Implantodontia devido aos benefícios clínicos proporcionados, como recuperação mais rápida, menor desconforto pós-operatório e melhores resultados estéticos. O desenvolvimento dessas técnicas está diretamente relacionado aos avanços tecnológicos que possibilitam procedimentos com incisões reduzidas e maior precisão cirúrgica (Buser *et al.*, 2017).

A introdução de tecnologias como a tomografia computadorizada de feixe cônico e o planejamento digital baseado em CAD/CAM revolucionou o planejamento implantodôntico. Essas ferramentas possibilitam uma visualização tridimensional detalhada da anatomia do paciente, permitindo um planejamento mais preciso e personalizado dos procedimentos cirúrgicos (Tahmaseb *et al.*, 2018).

O planejamento digital também possibilita a produção de guias cirúrgicos personalizados, fundamentais para a execução de técnicas minimamente invasivas.

Esses dispositivos direcionam com precisão os instrumentos cirúrgicos durante a instalação dos implantes, reduzindo a necessidade de incisões extensas e minimizando o trauma tecidual (Vercruyssen *et al.*, 2014).

Os procedimentos de instalação de implantes com incisões mínimas utilizam guias cirúrgicos que permitem acesso direto à área de inserção do implante. Essa abordagem reduz o tempo cirúrgico e melhora o conforto do paciente, além de favorecer melhores resultados funcionais e estéticos (Bornstein *et al.*, 2014).

Entre as principais vantagens dessas técnicas estão a diminuição do risco de infecções e a redução das complicações pós-operatórias. A utilização de guias cirúrgicos associada à prototipagem rápida contribui para cirurgias mais seguras e eficientes, além de proporcionar maior conforto para o paciente durante o tratamento (D'haese *et al.*, 2017).

Apesar dos benefícios, a aplicação dessas técnicas ainda exige investimento em equipamentos e treinamento profissional especializado. A capacitação contínua dos profissionais é fundamental para garantir a correta execução dos procedimentos e o sucesso clínico das terapias implantodônticas (Joda *et al.*, 2019).

## **Acelerando a Cicatrização: Planejamento Digital X Modelos de Gesso**

O planejamento digital tem se destacado por sua capacidade de favorecer uma cicatrização mais rápida quando comparado aos métodos tradicionais baseados em modelos de gesso. Essa vantagem está relacionada à maior precisão proporcionada pelas tecnologias digitais, que permitem uma colocação mais exata dos implantes e reduzem o trauma aos tecidos durante a cirurgia (Tahmaseb *et al.*, 2018).

Os métodos tradicionais baseados em modelos de gesso envolvem várias etapas manuais que podem gerar pequenas imprecisões no planejamento. Além disso, esses modelos não permitem a visualização tridimensional detalhada das estruturas anatômicas, o que pode comprometer a precisão do posicionamento dos implantes (Miyazaki *et al.*, 2009).

O fluxo digital otimiza o planejamento desde a obtenção das imagens até a execução do procedimento cirúrgico. A prototipagem rápida permite a fabricação de guias cirúrgicos altamente precisos, reduzindo o tempo operatório e diminuindo o risco de complicações durante a cirurgia (Vercruyssen *et al.*, 2014).

Essa precisão permite que os implantes sejam posicionados de forma mais rápida e eficiente. A utilização de guias cirúrgicos digitais garante que o implante seja colocado exatamente conforme o planejamento virtual, reduzindo o tempo cirúrgico e favorecendo uma recuperação mais rápida do paciente (Bornstein *et al.*, 2014).

Além disso, a precisão do planejamento digital contribui para minimizar o trauma aos tecidos moles e duros, fator essencial para uma cicatrização eficiente. O uso de guias personalizados reduz a necessidade de incisões amplas e preserva a integridade dos tecidos, favorecendo uma recuperação pós-operatória mais rápida (D'haese *et al.*, 2017).

Embora o planejamento digital apresente inúmeras vantagens clínicas, sua implementação ainda exige investimentos em equipamentos e treinamento profissional. Entretanto, os benefícios relacionados à precisão, eficiência e previsibilidade do tratamento tendem a superar essas limitações, incentivando a adoção crescente dessas tecnologias na prática odontológica (Joda *et al.*, 2019).

## METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido por meio de uma revisão de literatura, com a finalidade de reunir e analisar evidências científicas relacionadas ao planejamento digital em Implantodontia, destacando suas diferenças e vantagens em relação aos métodos convencionais baseados em modelos de gesso (Tahmaseb *et al.*, 2018).

As bases de dados utilizadas para a busca bibliográfica foram PubMed e SciELO, escolhidas por sua ampla cobertura de publicações científicas na área da saúde e sobretudo da Odontologia. Para garantir uma busca abrangente e direcionada, foram utilizadas as palavras-chave “Odontologia contemporânea”, “Implantodontia”, “Planejamento digital”, “TCFC” e “CAD/CAM”, empregadas tanto em português quanto em inglês (Joda *et al.*, 2019).

Os estudos selecionados foram analisados com base em critérios previamente estabelecidos. Entre eles destacam-se: relevância temática — sendo necessário que os trabalhos abordassem diretamente o planejamento digital em Implantodontia e sua comparação com métodos convencionais —; qualidade metodológica — considerando a clareza dos objetivos, a adequação do método empregado, a consistência dos resultados e a relevância das conclusões —; e atualidade das publicações — priorizando estudos publicados nos últimos 15 anos (2009 a 2024), a fim de contemplar evidências científicas mais recentes e atualizadas. Os idiomas considerados para inclusão foram português, inglês e espanhol, devido à grande disponibilidade de literatura científica na área odontológica nesses idiomas (Bornstein *et al.*, 2014).

Como critérios de exclusão, foram desconsiderados estudos que não apresentavam texto completo disponível, publicações em idiomas diferentes dos previamente definidos, trabalhos que não realizavam comparação entre planejamento digital e modelos de gesso, bem como estudos que apresentassem metodologia inadequada ou baixa qualidade científica (D’haese *et al.*, 2017).

Os dados obtidos a partir dos estudos selecionados foram analisados de forma qualitativa, comparando os achados relacionados ao impacto do planejamento digital e dos métodos tradicionais na eficiência dos procedimentos e na velocidade do processo de cicatrização em Implantodontia. Essa análise possibilitou identificar tendências, vantagens clínicas e possíveis limitações associadas a cada abordagem (Vercruyssen *et al.*, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O planejamento digital em Implantodontia representa um avanço importante na prática odontológica contemporânea, apresentando diversos benefícios quando comparado aos métodos tradicionais baseados em modelos de gesso. A análise dos estudos incluídos nesta revisão evidencia vantagens claras do planejamento digital, especialmente no que se refere à precisão do planejamento cirúrgico e à eficiência dos procedimentos clínicos, fatores que contribuem para uma cicatrização mais rápida e redução de complicações pós-operatórias (Tahmaseb *et al.*, 2018).

Estudos demonstram que a aplicação de tecnologias digitais, como a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) associada ao escaneamento intraoral, permite a obtenção de imagens tridimensionais detalhadas da anatomia do paciente, facilitando um planejamento cirúrgico mais preciso e a confecção de guias cirúrgicos personalizados. Esse nível de precisão dificilmente é alcançado por métodos tradicionais baseados em moldagens físicas, que podem sofrer pequenas deformações e comprometer a fidelidade do planejamento (Bornstein *et al.*, 2014).

A utilização da TCFC também desempenha papel fundamental na identificação de estruturas anatômicas importantes, permitindo a escolha adequada do tamanho e da posição dos implantes e reduzindo o risco de complicações cirúrgicas. Em contraste, os modelos de gesso não possibilitam a visualização detalhada das estruturas ósseas e nervosas, o que pode resultar em maior trauma tecidual durante a instalação dos implantes (Scarfe, Farman, 2008).

Outro fator relevante relacionado ao planejamento digital é o uso de softwares CAD/CAM, que permitem o desenvolvimento e a fabricação de componentes protéticos com elevada precisão. Esses softwares utilizam imagens provenientes do escaneamento intraoral e da TCFC para gerar modelos tridimensionais detalhados, contribuindo para melhor estética, funcionalidade e rapidez no tratamento reabilitador. Em comparação, os métodos tradicionais com modelos de gesso envolvem diversas etapas manuais que podem aumentar o tempo de tratamento e introduzir possíveis imprecisões (Miyazaki *et al.*, 2009).

A utilização de guias cirúrgicos digitais também contribui significativamente para a precisão do posicionamento dos implantes. Esses dispositivos são confeccionados com base no planejamento virtual e permitem que o implante seja inserido exatamente na posição previamente definida, reduzindo o tempo cirúrgico e o período de exposição do paciente ao procedimento. Conseqüentemente, observa-se uma recuperação mais rápida e menos invasiva quando comparada aos métodos convencionais (Vercruyssen *et al.*, 2014).

Além disso, o planejamento digital possibilita a realização de técnicas minimamente invasivas em Implantodontia. Essas abordagens utilizam incisões menores e resultam em menor trauma cirúrgico, reduzindo o desconforto pós-operatório e favorecendo um processo de recuperação mais rápido para o paciente (Buser *et al.*, 2017).

Outro aspecto importante refere-se ao uso de guias cirúrgicos associados à prototipagem rápida, tecnologia que permite a produção de modelos tridimensionais e dispositivos personalizados. Essa combinação contribui para cirurgias mais seguras e eficientes, reduzindo o tempo operatório e melhorando a previsibilidade dos resultados clínicos (Dawood, Marti, Sauret-jackson, 2015).

Apesar das vantagens apresentadas pelo planejamento digital, sua implementação ainda envolve alguns desafios. Entre eles destacam-se o custo elevado dos equipamentos digitais e a necessidade de treinamento especializado para os profissionais. Entretanto, diversos autores apontam que os benefícios relacionados à precisão, eficiência e previsibilidade clínica tendem a superar essas limitações, favorecendo a crescente adoção dessas tecnologias na Implantodontia moderna (Joda *et al.*, 2019).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da literatura científica evidencia que o planejamento digital tem promovido mudanças significativas na Implantodontia, consolidando-se como uma importante evolução na Odontologia contemporânea. Em comparação aos métodos tradicionais baseados em modelos de gesso, o planejamento digital apresenta vantagens evidentes relacionadas à precisão diagnóstica, à eficiência clínica e à previsibilidade dos resultados terapêuticos (Tahmaseb *et al.*, 2018).

A incorporação de tecnologias como a tomografia computadorizada de feixe cônico, o escaneamento intraoral e os sistemas CAD/CAM tem possibilitado avanços importantes no planejamento e na execução dos tratamentos com implantes dentários. Essas ferramentas permitem a visualização tridimensional detalhada das estruturas anatômicas, favorecendo um planejamento mais preciso e individualizado (Bornstein *et al.*, 2014).

Dessa forma, conclui-se que o planejamento digital contribui para tratamentos mais rápidos, seguros e personalizados. A capacidade de simular procedimentos antes da intervenção cirúrgica, aliada à elevada precisão das tecnologias digitais, estabelece novos padrões de qualidade na reabilitação oral, beneficiando tanto os profissionais quanto os pacientes.

## REFERÊNCIAS

BEUER, F. *et al.* Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. **British Dental Journal**, v. 204, n. 9, p. 505–511, 2008.

BORNSTEIN, M. M. *et al.* Consensus statements and recommended clinical procedures regarding contemporary surgical and radiographic techniques in implant dentistry. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 29, p. 78–82, 2014.

- BUSER, D. *et al.* **10-year survival and success rates of 511 titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface.** *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, v. 19, n. 5, p. 840–851, 2017.
- DAWOOD, A.; MARTI, B. M.; SAURET-JACKSON, V. 3D printing in dentistry. **British Dental Journal**, v. 219, n. 11, p. 521–529, 2015.
- D'HAESE, J. *et al.* **Accuracy and complications using computer-designed stereolithographic surgical guides for oral rehabilitation by means of dental implants: a review.** *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, v. 14, n. 3, p. 321–335, 2012.
- D'HAESE, J. *et al.* **Current state of the art of computer-guided implant surgery.** *Periodontology 2000*, v. 73, n. 1, p. 121–133, 2017.
- GANZ, S. D. **Three-dimensional imaging and guided surgery for dental implants.** *Dental Clinics of North America*, v. 55, n. 4, p. 817–830, 2011.
- JACOBS, R.; QUIRYNEN, M. **Dental cone beam computed tomography: justification for use in planning oral implant placement.** *Periodontology 2000*, v. 66, n. 1, p. 203–213, 2014.
- JODA, T. *et al.* **Digital technology in fixed implant prosthodontics.** *Periodontology 2000*, v. 73, n. 1, p. 178–192, 2019.
- KRAVITZ, N. D. *et al.* Intraoral digital scanners. **Journal of Clinical Orthodontics**, v. 48, n. 6, p. 337–347, 2014.
- LIU, W. *et al.* Improving the efficiency of intraoral scanning. **Journal of Clinical Orthodontics**, v. 48, n. 9, 2014.
- LOGOZZO, S. *et al.* **Recent advances in dental optics – Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry.** *Optics and Lasers in Engineering*, v. 54, p. 203–221, 2014.
- MANGANO, F. *et al.* **Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature.** *BMC Oral Health*, v. 17, n. 1, p. 149, 2017.
- MARESCAUX, J. *et al.* **Augmented reality applied to minimally invasive surgery.** *Annals of Surgery*, v. 240, n. 2, p. 206–211, 2004.
- MIYAZAKI, T. *et al.* A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 53, n. 1, p. 1–9, 2009.
- REDMOND, W. R. *et al.* The cutting edge. **Journal of Clinical Orthodontics**, v. 45, n. 3, 2011.
- SCARFE, W. C.; FARMAN, A. G. **What is cone-beam CT and how does it work?** *Dental Clinics of North America*, v. 52, n. 4, p. 707–730, 2008.
- SCARFE, W. C.; FARMAN, A. G.; SUKOVIC, P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. **Journal of the Canadian Dental Association**, v. 72, n. 1, p. 75–80, 2006.

SUOMALAINEN, A. *et al.* **Dentomaxillofacial imaging with panoramic views and cone beam CT.** *Insights into Imaging*, v. 6, n. 1, p. 1–16, 2015.

TAHMASEB, A. *et al.* **A systematic review of digital workflow in implant dentistry.** *Clinical Oral Implants Research*, v. 29, p. 25–34, 2018.

TYNDALL, D. A.; RATHORE, S. **Cone-beam CT diagnostic applications: caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications.** *Dental Clinics of North America*, v. 52, n. 4, p. 825–841, 2008.

VAN STEENBERGHE, D. *et al.* **A prospective clinical study of CAD/CAM-guided implant placement.** *Clinical Oral Implants Research*, v. 13, n. 5, p. 628–633, 2002.

VERCRUYSEN, M. *et al.* **Accuracy of implant placement using computer-guided surgery: a systematic review and meta-analysis.** *Clinical Oral Implants Research*, v. 25, n. 11, p. 1160–1169, 2014.