

# PLANEJAMENTO DIGITAL EM IMPLANTODONTIA

## AUTORES

**Vinícius Neude de Oliveira MAROSTEGAN**

Discente da União das Faculdades dos Grandes Lagos – UNILAGO

**Carolina Felix Santana Kohara LIMA**

Docente da União das Faculdades dos Grandes Lagos – UNILAGO

## RESUMO

O planejamento digital em implantodontia revolucionou a forma como os implantes dentários são projetados e colocados. Esse processo utiliza tecnologias avançadas, como tomografia computadorizada, escaneamento intraoral e software de design assistido por computador para criar um plano preciso e personalizado para cada paciente. Através da captura de imagens tridimensionais da boca do paciente, os profissionais podem visualizar com precisão a estrutura óssea e as estruturas adjacentes, identificando potenciais desafios e oportunidades. Isso resulta em cirurgias mais seguras e eficientes, minimizando o risco de complicações. Além disso, o planejamento digital permite a fabricação de guias cirúrgicos personalizados, garantindo a colocação precisa dos implantes. Esse avanço também beneficia os pacientes, reduzindo o desconforto pós-operatório e acelerando o processo de recuperação. Em resumo, o planejamento digital em implantodontia melhora a precisão, eficiência e segurança dos procedimentos de implante, resultando em sorrisos mais saudáveis e satisfeitos.

## PALAVRAS - CHAVE

Implantodontia. Tomografia Digital. Scanner 3D. Odontologia.

## 1. INTRODUÇÃO

Os progressos tecnológicos na área da implantodontia revolucionaram os procedimentos de planejamento e execução de implantes dentários. A chegada do planejamento digital criou uma série de benefícios que melhoraram a exatidão, eficiência e previsibilidade dos resultados. Nesta circunstância, este estudo tem como finalidade pesquisar o tema do planejamento digital em implantodontia e focar suas principais utilizações, vantagens e desafios (FONSECA & GUEDES, 2021).

O planejamento digital para implantes dentários envolve o uso de tecnologias de imagem, como tomografia computadorizada, radiografia digital e impressão 3D, combinadas com softwares específicos, para realizar uma análise detalhada da anatomia do paciente e planejar com precisão a colocação do implante. Essa abordagem provou ser crítica para resultados mais previsíveis e menos complicação durante a cirurgia (RIOS, 2022).

O uso do planejamento digital em implantodontia oferece diversas vantagens clínicas. Através da visualização tridimensional da anatomia do paciente, é possível identificar possíveis obstáculos, como estruturas anatômicas críticas, e planejar a posição e o tamanho ideais dos implantes (GENG et. al., 2012). A simulação virtual do procedimento permite a antecipação de eventuais complicações e a realização de ajustes prévios, resultando em maior segurança e efetividade (JODA; BRÄGGER; GALLUCCI, 2014).

Outro benefício do planejamento digital é a melhoria na comunicação entre os profissionais envolvidos no tratamento. Através do compartilhamento de informações digitais, como modelos tridimensionais e planos de tratamento, é possível promover uma integração mais efetiva entre cirurgiões, implantodontistas e técnicos de laboratório, otimizando a colaboração e garantindo resultados mais previsíveis e estéticos (MANGANO et. al., 2018).

No entanto, é importante destacar os desafios enfrentados na implementação do planejamento digital em implantodontia. A aquisição de equipamentos e softwares especializados requer investimentos significativos, além da necessidade de treinamento e capacitação adequados para os profissionais (FARZAD & POOROLAJAL, 2014). Além disso, a integração efetiva de todas as etapas do fluxo digital, desde a aquisição das imagens até a execução do plano de tratamento, ainda é um desafio a ser superado (SUN et. al., 2016).

Em resumo, o planejamento digital em implantodontia representa um avanço significativo na área, possibilitando maior precisão, eficiência e previsibilidade nos procedimentos. Através da utilização de tecnologias de imagem e softwares específicos, é possível obter uma análise detalhada da anatomia do paciente, planejar com maior segurança a colocação dos implantes e promover uma melhor comunicação entre os profissionais envolvidos. Apesar dos desafios, o uso do planejamento digital tende a se consolidar como uma prática essencial na implantodontia moderna. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão da literatura sobre planejamento digital em implantodontia.

## 2. METODOLOGIA

Esta pesquisa será conduzida por meio de uma revisão sistemática da literatura. Serão realizadas buscas em bases de dados eletrônicas, como PubMed, Scopus e Web of Science, utilizando termos de pesquisa relevantes, como "implantodontia", "planejamento digital", "tomografia computadorizada", "radiografia digital" e "impressão 3D".

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 História da Implantodontia Guiada

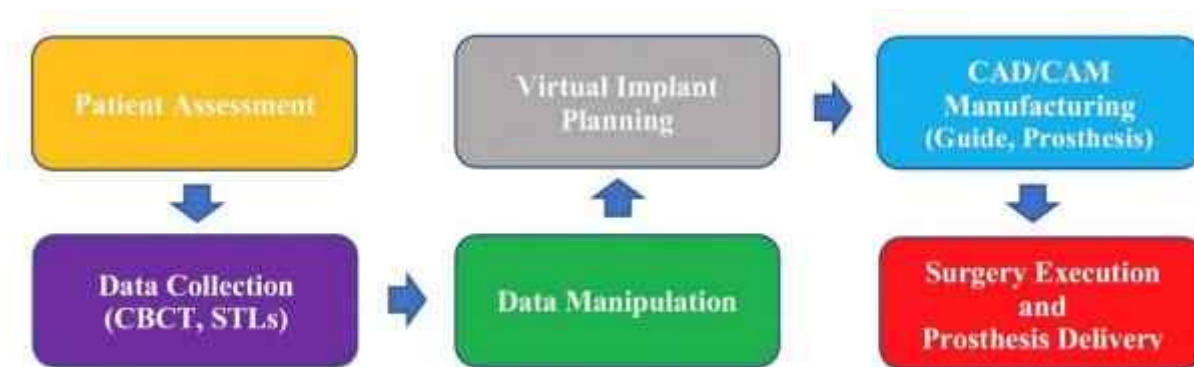
A cirurgia guiada em implantes começa a aparecer no mundo por volta de 1988 quando a Columbia Scientific mostra a comunidade científica um software odontológico em 3D, que a partir de imagens de tomografia computadorizada, convertia cortes axiais desta tomografia em imagens transversais reconstruídas das cristas alveolares para diagnóstico (COMPAGNA & CONZATTI, 2019).

Após alguns anos em 1991, um novo software foi anunciado, com o adicional de conseguir posicionar imagens gráficas de implantes nas imagens transversais da tomografia computadorizada. O Simplant, produzido também pela Columbia Scientific em 1993, permitia a colocação exata de implantes virtuais, com dimensões exatas em vistas transversais, axiais e panorâmicas da tomografia computadorizada. [15] O Simplant 6 adicionou uma renderização 3D da imagem reconstruída a partir da tomografia, ao software. Em 2002, a Materialize, comprou a Columbia Scientific e apresentou a tecnologia de osteotomias com perfurações de profundidade e direção exatas a partir do uso de uma guia cirúrgica. A partir desta nova tecnologia e técnica, novas empresas de software, prototipagem rápida e implantes, começaram a criar seus próprios softwares e protocolos de guia cirúrgico para colocação de implantes guiados (COMPAGNA & CONZATTI, 2019).

#### 3.2 Fluxo de Trabalho

O fluxo de trabalho digital (workflow), pode ser dividido em 6 etapas: 1. avaliação do paciente; 2. coleta de dados; 3. manipulação dos dados; 4. planejamento virtual dos implantes; 5. fabricação de guias e de próteses; 6. execução de cirurgia e instalação imediata da prótese provisória (Figura 1). Ressalta-se que, diferentes softwares de planejamento virtual de implantes podem divergir no fluxo de trabalho digital (AL YAFI et. al., 2019).

Figura 1- Workflow



Fonte: Al Yafi et. al., 2019.

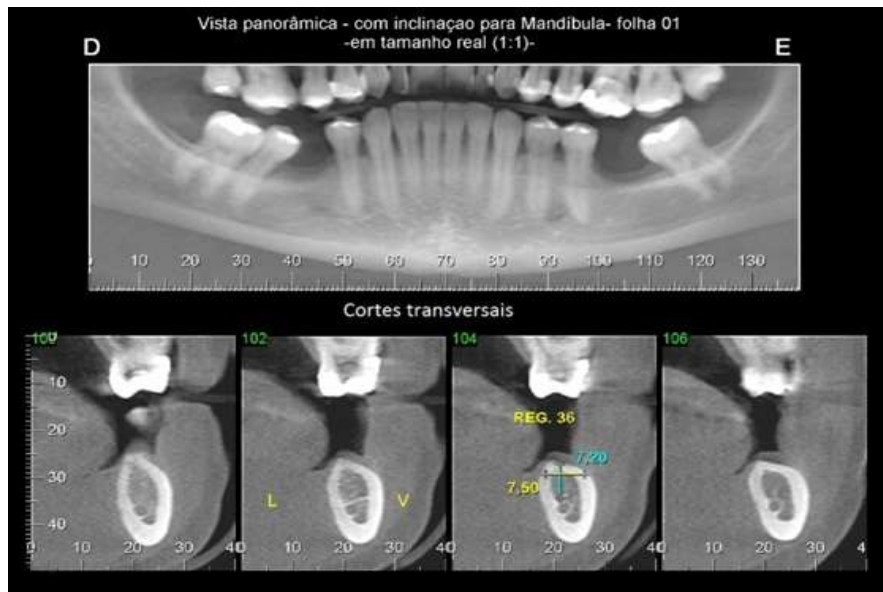
#### 3.3 Tomografia computadorizada (TC)

Dentre os recentes avanços da tecnologia na Radiologia, destaca-se o uso da tomografia computadorizada para vários fins. Esse exame tem evoluído bastante, permitindo maior certeza em seus resultados e mostrando imagens com alta qualidade e sem sobreposições e distorções de estruturas. Nos últimos tempos, percebeu-se um aumento significativo de realização da técnica que utiliza tubos de raios X como fontes

de radiação e doses mais baixas quando comparada à tomografia tradicional, sistemas de monitoração por televisão e equipamentos que digitalizam as imagens utilizando computadores (MOURA et.al., 2018).

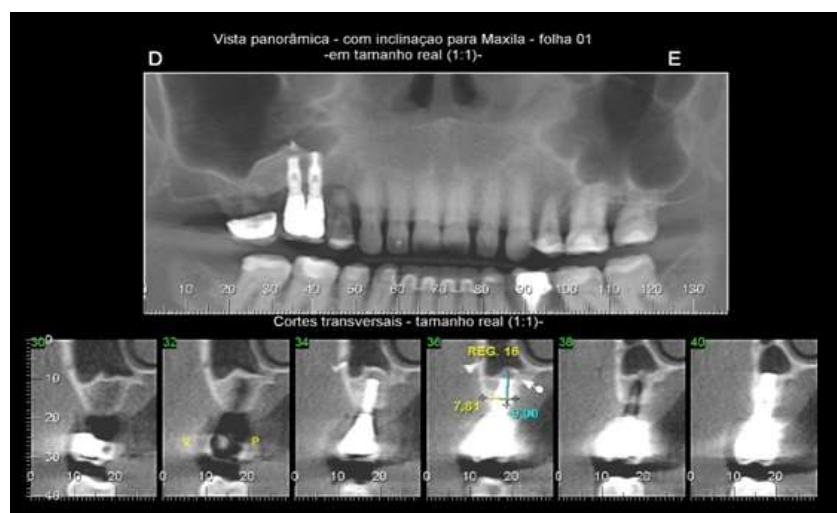
A TCCB (Tomografia Computadorizada Cone Beam) (Figuras 2 e 3) é baseada em uma tecnologia em que a imagem é composta por um feixe de raios-X cônico associado ao receptor de imagem bidimensional, girando de 180° a 360°, uma vez, em torno da área de interesse. Assim, tem-se as vantagens da praticabilidade do teste e de uma excelente clareza de imagem (SILVA, 2020).

Figura 2- Tomografia Computadorizada Cone Beam (TCCB)



Fonte: Papaiz, 2017.

Figura 3- Tomografia Computadorizada Cone Beam (TCCB)

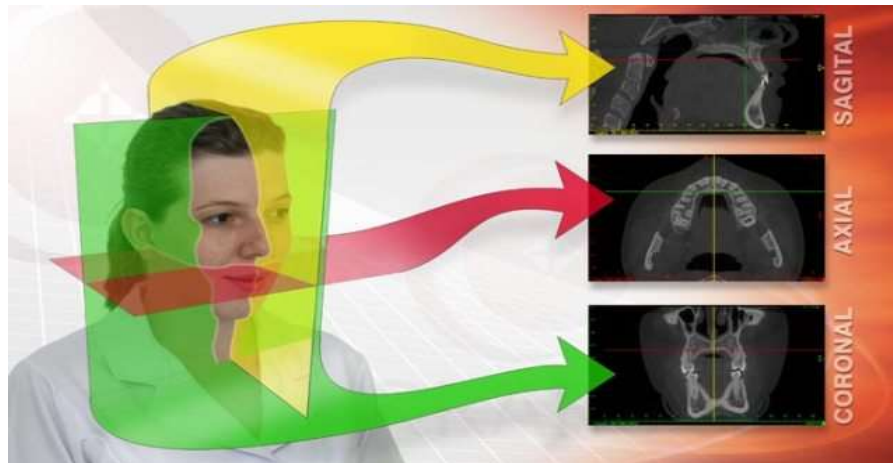


Fonte: Papaiz, 2017.

Quando analisamos a utilização da TCFC na Odontologia, percebe-se que este exame complementar permite a obtenção de imagens 3D de alta precisão das estruturas dos tecidos duros, configurando-se como a mais importante entre as técnicas imagiológicas de diagnóstico médico-dentário que surgiram nos últimos anos. Nesta técnica, como citado anteriormente, uma volta apenas em torno da área que precisamos analisar é o suficiente para obter o necessário para a formação das imagens, sendo assim possível capturar uma maior

quantidade de informações de áreas menores ou de todo o crânio. Após radiografar a estrutura, um software é capaz de fazer a reprodução das imagens com excelente resolução espacial de todas as estruturas proporcionalmente (1:1), com tamanho quase real, nos planos axiais, paraxiais, coronais e sagitais (SUOMALAINEN; PAKBAZNEJAD; ROBINSON, 2015) (Figura 4).

Figura 4- Tipos de corte TCCB

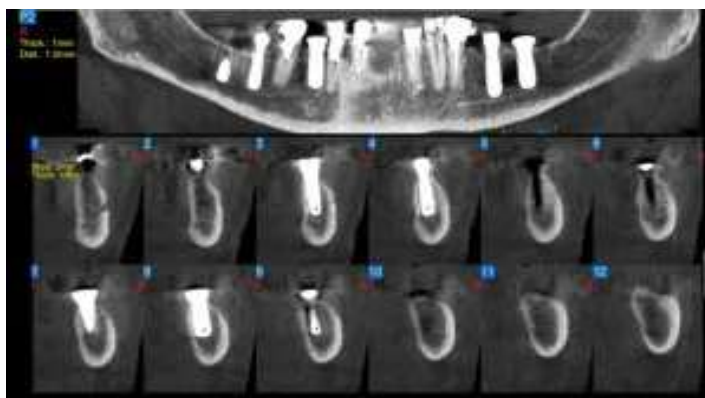


Fonte: CIMO, 2023

Na Implantodontia, a TCCB é essencial para analisar a anatomia craniofacial, planejar o tamanho e espessura dos implantes, verificar as dimensões transversais maxilares e expansão maxilar, avaliar a possibilidade de colocação de implante imediato e visualizar a morfologia da parede óssea. Além disso, exerce um papel fundamental na avaliação da densidade óssea dos tecidos mineralizados, na confecção de guias de colocação para posicionamento de mini-implantes e guias cirúrgicas estáticas. A TCCB também é indicada para evitar complicações com implantes previamente colocados, mensurar a perda óssea alveolar vertical, horizontal e oblíqua, avaliar a necessidade de enxerto sinusal e análise de sítios de doadores ósseos autógenos (ARAÚJO, 2019).

Por meio da revisão da literatura, pode-se sintetizar que a TCCB é ótima para planejar com antecedência e com um melhor diagnóstico. Com um maior conhecimento sobre a tomografia, o atendimento odontológico e suas indicações têm aumentado, trazendo benefícios aos profissionais e pacientes. De acordo com Silva et al. (2017), a implantodontia é uma área que mais requer o uso da TCCB. Esta área da Odontologia requer um diagnóstico preciso da anatomia. Foi encontrado um passo importante com essa técnica para avaliar melhor os pacientes e traçar um plano de procedimento de forma mais precisa, de modo que com a TCCB pode-se disponibilizar imagens mais nítidas sobre locais específicos para a realização de um implante dentário, de modo que dê ao operador uma melhor visão tridimensional dos rebordos alveolares (SILVA, 2020) (Figura 5).

Figura 5- Tomografia de Implantes



Fonte: Odontomania, 2016.

### 3.4 Escaneamento Intra Oral

O escaneamento é uma técnica de digitalização de objetos reais a partir de imagens geradas por luz ou, originalmente, por contato. Assim, podem-se obter imagens de scanners intraorais ou de bancada, a partir da captação do reflexo da luz ou por contato físico (BERNARDES et. al., 2012).

O escaneamento intraoral de dentes individuais já é possível há algum tempo, mas exigiu o uso do pó de dióxido de titânio, devido à translucidez do esmalte e da dentina, para promover opacidade e permitir a digitalização do preparo. Entretanto, atualmente, os scanners podem produzir arcos digitais completos “costurando” as imagens juntas, sem necessidade de pó (REMOND et. al., 2011; KURBAD, 2000).

No caso do escaneamento de acessórios metálicos, como o caso dos mini-implantes, faz-se necessário utilizar um spray com o intuito de opacificá-los, para que o brilho do metal não reflita, sem causar falhas no escaneamento. De maneira geral, as decisões sobre o uso de scanners dizem respeito à qualidade da imagem gerada, ao tempo de escaneamento, à necessidade de preparo da amostra a ser escaneada, ao tamanho do scanner, ao volume interno do scanner, à forma com que a peça é escaneada e a tecnologia ótica empregada, bem como a maneira que o paciente será escaneado, se a partir do modelo de gesso, moldagem ou com moldagem intraoral (BERNARDES et. al., 2012).

Cada scanner (Figura 6) tem três componentes principais: uma estação de trabalho móvel sem fio para suportar a entrada de dados; um monitor de computador para inserir prescrições, aprovar escaneamentos e revisar arquivos digitais; e uma varinha de mão para coletar os dados digitalizados na boca do paciente. Para coletar pontos de dados de superfície, a energia da luz do laser ou da luz branca é projetada da varinha para um objeto e refletida de volta para um sensor ou câmera na varinha. Com base em 17 algoritmos, dezenas ou centenas de milhares de medições são feitas por polegada, resultando em uma representação 3D da forma do objeto. A tecnologia usada pela varinha para capturar dados de superfície determina a velocidade de medição, a resolução e a precisão do scanner (KRAVITZ et al., 2014). O processo de escaneamento, geralmente, começa no quadrante inferior esquerdo com o operador movendo a varinha de posterior para anterior. Posteriormente, o operador prossegue para o arco superior, para a mordida e para o palato. A verificação pode ser interrompida e reiniciada a qualquer momento, indo para frente ou para trás a fim de recapturar áreas de dados ausentes (REMOND et. al., 2011).

Figura 6- Scanner Trios



Fonte: Henry Schein, 2023.

O scanner precisa de cerca de 1,5 minuto para processar e costurar todas as imagens individuais. Após esse processo de "View", qualquer espaço vazio maior que 1,25 mm é marcado pelo software com círculos vermelhos e capturas adicionais são realizadas para preencher os dados em falta (Figura 7). Outra rodada de "View" é necessária para incorporar as capturas adicionais, quantas vezes forem necessárias (LIU et. al., 2014). Quanto ao marco inicial da utilização dos scanners, bem como seu desenvolvimento, se destaca a lição de Kravitz et. al.(2014).

Figura 7- Scanner Itero Element



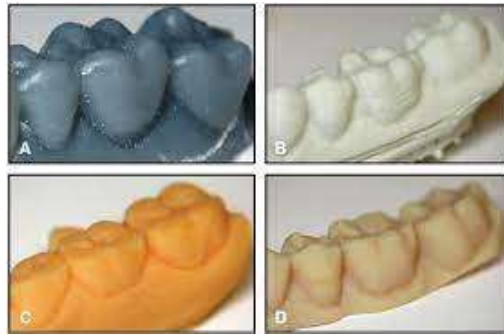
Fonte: Karlin, 2023

### 3.5 Impressão 3D

**IMPRESSÃO 3D** A partir dos modelos digitais pode ser criado modelos prototipados de resina que possuem diversas finalidades. As técnicas de prototipagem rápidas mais utilizadas são a Estereolitografia (SLA), a Sinterização Seletiva a Laser (SLS), a Impressão Tridimensional (3D Printing), a Modelagem por Deposição Fundida (FDM) e a Thermojet (Figura 8).



Figura 8- Modelos impressos usando sistemas SLA(A), FDM (B), DLP (C) E PPP (D).



Fonte: Groth et. al., 2014

Todas elas se baseiam no princípio da adição camada por camada de material, que correspondem as “fatias” axiais da estrutura anatômica examinada (VOLPATO et. al., 2007). Scanner intraoral é usado para criar um arquivo digital do objeto na linguagem de mosaico padrão (STL), o que possibilita a transferência de um modelo 3D a partir de uma tela de computador para o formato global para arquivos de impressão 3D. STL é um formato de arquivo desenvolvido em 1987 por Charles Hall a fim de apoiar sua impressora estereolitográfica 3D (KRAVITZ et. al. 2018).

O software de projeto e manufatura auxiliado por computador (CAD/CAM) (Figura 9) é usado para processar o arquivo e prepará-lo para impressão. Este, divide o objeto em pequenas camadas de 16 a 300 microns cada, conhecidas como "camadas de compilação". O tempo necessário para produzir modelos 3D depende do número de camadas impressas - a altura vertical do modelo - e não do número de modelos sendo impressos (GROTH et. al., 2014).

O processo de impressão requer preparação como remover o excesso de dados, o operador deve reparar todos os orifícios, os polígonos (compreende centenas de milhares de triângulos, alguns dos quais precisam ser removidos ou reparados), ajustar a altura da base, esvaziar o interior e imprimir com a identificação do paciente. Como o software fornecido com a impressora 3D pode não conseguir realizar todas essas manipulações. A tecnologia CAD/CAM é utilizada para a concepção e produção de peças protéticas, utilizando impressoras 3D ou fresadoras. Tudo começa com o mapeamento do arco do paciente, capturando todos os detalhes com um scanner intraoral. Em seguida, vem o uso do desenho assistido por computador (CAD), que projeta a estrutura digital 3D da peça, e, por fim, a fabricação assistida (CAM), que cria a linguagem digital que a impressora/fresadora usa para fabricar o componente. Desta forma, a tecnologia CAD/CAM pode criar rapidamente diferentes tipos de modelos, como coroas, pontes e restaurações, com qualidade superior aos modelos produzidos por moldagem tradicional (SPEED, 2022).

Figura 9: CAD/CAM



Fonte: AUREA Odontologia, 2023.



#### 4. CONCLUSÃO

O uso do planejamento virtual e da cirurgia guiada na implantodontia representa uma realidade em constante evolução que reúne profissionais da odontologia em busca de soluções mais previsíveis e otimizadas para a reabilitação de pacientes com perda dentária. Nesse contexto, a radiologia desempenha um papel fundamental, fornecendo a base para uma visão multidisciplinar abrangente e orientando a escolha dos recursos digitais e de imagem mais adequados para atender às necessidades específicas de cada caso clínico.

A aplicação de tecnologias digitais e o uso de guias cirúrgicas têm revolucionado a implantodontia, permitindo procedimentos mais precisos e menos invasivos. Essas ferramentas oferecem aos profissionais a capacidade de planejar com maior detalhamento, analisar a anatomia do paciente de forma minuciosa e, assim, promover uma melhor qualidade de vida aos pacientes submetidos à reabilitação com implantes dentários.

À medida que a tecnologia continua a avançar e a pesquisa na área cresce, espera-se que a implantodontia continue a se beneficiar desses avanços, proporcionando resultados cada vez mais previsíveis e satisfatórios aos pacientes, garantindo, assim, a qualidade e eficácia dos tratamentos. Portanto, a integração de planejamento virtual, cirurgia guiada e radiologia na implantodontia é uma tendência promissora que está moldando o futuro dessa especialidade odontológica e aprimorando a prática clínica como um todo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL YAFI, F.; CAMENISCH, B.; AL-SABBAGH, M. Is Digital Guided Implant Surgery Accurate and Reliable?. **Dental Clinics of North America**, v. 63, p. 381-397, 2019.

AUREA ODONTOLOGIA. **CAD-CAM**. 2023. Disponível em: <https://aureaodontologia.com.br/portfolio/cad-cam/>. Acesso em: 11/07/2023.

ARAUJO, T.L.B. et. al. Aplicação da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico no Diagnóstico Odontológico: Revisão de Literatura. **Rev Uningá**. v. 56, n. 7, p. 43-56, 2019.

BERNARDES, S. R. et. al. Tecnologia CAD/CAM, aplicada a prótese dentária e sobre implantes. v. 06, n.1, p.08-13. **Jornal ILAPEO**. 2012.

CIMO. Imagens em Odontologia **Tomografia Cone Beam**. Campo Grande-MS. 2023. Disponível em < <http://www.cimoms.com.br/tomografia.html>>. Acesso em 11/07/2023.

COMPAGNA, P.; CONZATTI, R. **A utilização de guias cirúrgicos para planejamento de implantes dentários: Uma revisão de literatura**. Trabalho de Conclusão de Curso. Campus Universitário de Caxias do Sul. 2019.

FARZAD, P.; POOROLAJAL, J. Comparison of cone-beam CT and intraoral radiography in detecting recurrent caries under composite restorations. **Dentomaxillofacial Radiology**, 43(8), 2014.

FONSECA, E. A.; GUEDES, A. O. L. Planejamento digital em implantodontia: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Implantodontia e Saúde Oral**, São Paulo, v. 7, n. 2, 2021.

GENG, W.; LIU, C.; SU, Y.; LI, J. Accuracy of different dental impression methods for complex dental implant-supported prostheses. **Journal of Prosthodontics**, 21(2), 2012.

GROTH, C. et. al. Three-Dimensional Printing Technology. **JCO**, august, 2014.

HENRY SCHEINE. **3 Shape**. Disponível: <https://henryscheinequipmentcatalog.com/cad-cam/intraoral-scanners/3shape-trios-3>. Acesso em 11/07/2023.

JODA, T.; BRÄGGER, U.; GALLUCCI, G. Systematic literature review of digital three-dimensional superimposition techniques to create virtual dental patients. **International Journal of Oral and Maxillofacial Implants**. 29, 2014.

KARLIN, J. **We are a digital imaging practice: proud owners of an itero® element™ intraoral scanner**. 2023. Disponível em: <https://www.drkarlin.com/itero-element>. Acesso em 11/07/2023.

KRAVITZ, N. D. et al. Intraoral Digital Scanners. v. XLVIII, n. 6, p. 337-347. **JCO**. 2014.

LIU, W. et al. Improving the Efficiency of Intraoral Scanning. v.XLVIII, n.9, **JCO**. 2014.

MANGANO, F. G.; VERONESI, G.; HAUSCHILD, U.; MIJIRITSKY, E.; MANGANO, C.; ADMAKIN, O. Trueness and precision of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. **PLoS One**. 13(9), 2018.

MOURA, J.R., et al. Aplicabilidade da Tomografia Computadorizada Cone Beam na Odontologia. **Rev Odont de Araçatuba**. v. 39, p. 22-28, 2018.

ODONTOMANIA. **Tomografia Computadorizada em Odontologia**, 2016. Disponível em < <https://clinicaodontomania.com.br/implantes/tomografia-computadorizada-em-odontologia.html>>. Acesso em 11/07/2023.

PAPAIZ. **A Tomografia Computadorizada Cone Beam aplicada à Implantodontia – XVIII**. 2017. Disponível em <https://papaizassociados.com.br/a-tomografia-computadorizada-cone-beam-aplicada-a-implantodontia>. Acesso em 11/07/2023.

REDMOND, W. R. et. al. The cutting edge. v. XLV, n. 3, **JCO**. 2011.

RIOS, H. **Planejamento digital em implantodontia: avanços e perspectivas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora ABC, 2022.

SILVA, E. M. **Como a tecnologia está transformando a odontologia**. 2022. Disponível em: <https://clinicaelisio.com/como-a-tecnologia-esta-transformando-a-odontologia/>. Acesso em: Agosto de 2023.

SILVA, R.C. P. et. al. Aplicações Clínicas da Tomografia Computadorizada Cone Beam na Endodontia: revisão de literatura. **Rev. Soc and Dev**, v. 11, n. 1, 2022.

SPEED. **Dental Speed Produtos Odontológicos**. 2022. Disponível em: <https://www.dentalspeed.com>. Acesso em: 07 Set. 2023.

SUN, Y.; LÜ, P.; WANG, H.; LI, Q.; WANG, Y. The application of 3D printing in the removal of complex jaw tumors. **Scientific Reports**, 6, 2016.

SUOMALAINEN, A.; PAKBAZNEJAD, E. P.; ROBINSON, S. Dentomaxillofacial imaging with panoramic views and cone beam CT. **Insights Imaging**. 6 (1), 2015.