

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
ESPECIALIZAÇÃO EM RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA E IMAGIOLOGIA

JOSÉ DE ARAUJO VIANA NETO

**A RADIOLOGIA E OS RECURSOS DIGITAIS NO PLANEJAMENTO  
VIRTUAL E CIRURGIA GUIADA EM IMPLANTODONTIA**

PORTO ALEGRE

2021

JOSÉ DE ARAUJO VIANA NETO

**A RADIOLOGIA E OS RECURSOS DIGITAIS NO PLANEJAMENTO  
VIRTUAL E CIRURGIA GUIADA EM IMPLANTODONTIA**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia, da Faculdade Odontologia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do Título de Especialista em Radiologia Odontológica e Imaginologia.

Orientadora: Priscila Fernanda da Silveira Tiecher

PORTO ALEGRE

2021

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus.

A toda minha família, em especial aos meus avós, José e Raimunda, minha mãe Marquilene e meu irmão Eduardo que sempre estiveram ao meu lado me apoiando e incentivando ao longo de toda a minha trajetória, meus tios Robson e Anderson por sempre acreditarem em mim e me concederem tantas oportunidades.

Ao meu namorado, Jhonatan Seibel, pelo apoio e por estar ao meu lado em todos os momentos, sempre com uma palavra de incentivo.

A minha querida colega e amiga, Ana Paula Vicari, por todos os momentos que compartilhamos ao longo dessa etapa, presencialmente ou virtualmente.

Agradeço a minha orientadora, Professora Priscila Tiecher, por aceitar conduzir o meu trabalho com tanta presteza, compreensão e dedicação que foram indispensáveis para que esse trabalho fosse concluído satisfatoriamente.

Aos meus professores do curso de pós-graduação em Radiologia e Imaginologia Odontológica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela excelência e empenho para concluirmos nossa jornada em tempos atípicos e inesperados com uma qualidade de ensino impecável.

## RESUMO

Objetivou-se realizar uma revisão de literatura sobre o papel da radiologia e dos recursos digitais no planejamento virtual para reabilitação protética com implantes dentários. Pode-se observar que os estudos destacam a importância das ferramentas de diagnóstico por imagem, como exames radiográficos e tomográficos, assim como dos softwares de visualização e planejamentos dos casos. Indica-se a utilização de exames tomográficos de alta resolução com a otimização dos parâmetros de exposição e tamanho de FOV (campo de visão). A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) possibilita um planejamento virtual cirúrgico com informações mais precisas da anatomia da região e auxilia na adequada instalação dos implantes. O serviço de radiologia está inserido no fluxo digital, tanto na aquisição das imagens como na manipulação dos softwares de planejamento, e deve atuar considerando às necessidades dos cirurgiões-dentistas para obtenção do sucesso clínico. Assim, conclui-se que o planejamento virtual e o tratamento cirúrgico guiado na implantodontia fazem parte de uma realidade que integra os profissionais da odontologia e proporciona maior previsibilidade e otimização nas reabilitações dos pacientes. O papel da radiologia é essencial na construção da visão multidisciplinar e na orientação do uso dos recursos digitais e de imagem mais adequados às especificidades de cada caso.

Palavras-chave: planejamento virtual; tomografia computadorizada de feixe cônico; fluxo digital; cirurgia-guiada; implantodontia.

## **ABSTRACT**

The aim was to perform a literature review on the role of radiology and digital resources in virtual planning for prosthetic rehabilitation with dental implants. It can be observed that the studies highlight the importance of diagnostic imaging tools, such as radiographic and tomographic scans, as well as case visualization and planning software. The use of high-resolution CT scans with optimized exposure parameters and FOV (field of view) size is indicated. Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) enables virtual surgical planning with more precise information of the region's anatomy and assists in the proper installation of implants. The radiology service is inserted in the digital flow, both in image acquisition and in the manipulation of planning software, and must act considering the needs of dental surgeons to achieve clinical success. Thus, we conclude that virtual planning and guided surgical treatment in implant dentistry are part of a reality that integrates dental professionals and provides greater predictability and optimization in patient rehabilitation. The role of radiology is essential in the construction of a multidisciplinary vision and in guiding the use of digital and imaging resources that are more appropriate to the specificities of each case.

Keywords: virtual planning; cone beam computed tomography; digital flow; guided surgery; implant dentistry.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 OBJETIVO.....	9
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
4 DISCUSSÃO.....	18
5 CONCLUSÃO.....	20
6 REFERÊNCIAS.....	21

## 1 INTRODUÇÃO

A Odontologia vem demonstrando uma evolução sistemática ao longo dos anos e o exame radiográfico é um meio auxiliar de diagnóstico de extrema importância no desenvolvimento das atividades dos cirurgiões-dentistas nas diversas especialidades da odontologia (RODRIGUES et al., 2010).

O aumento da utilização pelo clínico de exames e técnicas mais modernas e precisas é evidente, visto a maior complexidade dos procedimentos odontológicos realizados, principalmente dentro da cirurgia e da implantodontia, onde grande parte da reabilitação protética é planejada e realizada a partir das informações obtidas nessas técnicas. Novos recursos tecnológicos minimizam a exposição do paciente às radiações ionizantes, diminuem o tempo cirúrgico e otimizam o pós-operatório (RODRIGUES et al., 2010).

A reabilitação com implantes dentários pode ser realizada pela técnica convencional, onde tradicionalmente um retalho é feito para visualização do local do implante e posteriormente posicionado um guia cirúrgico, confeccionado a partir do modelo do paciente (SUHANI GHAI et al., 2018; PEI SHEN et al., 2015).

Pode-se utilizar também a técnica guiada que, através de um planejamento virtual com o auxílio de programas de manipulação de imagens específicos, obtém-se um guia prototipado que será utilizado no ato cirúrgico, sem necessidade da realização de retalho (SUHANI GHAI et al., 2018; PEI SHEN et al., 2015).

Dentre os fatores limitantes, está o custo mais elevado, principalmente devido à necessidade do guia cirúrgico personalizado, a necessidade de uma quantidade óssea mínima e a abertura de boca suficiente do paciente para o trabalho das fresas. Ressaltando que a experiência do cirurgião-dentista é

imprescindível ao sucesso da reabilitação (GANRY L, et al., 2017; TAKESHI TOYOSHIMA et al., 2015).

A tecnologia está presente para auxiliar no planejamento cirúrgico, resultando em trabalhos mais previsíveis e seguros. Graças ao CAD/CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*) e a prototipagem rápida, foi possível a transferência do planejamento virtual para o ato cirúrgico. Através das cirurgias guiadas é possível uma cirurgia mais simples e rápida, com menores chances de complicações cirúrgicas e com mais previsibilidade através de uma simulação feita diretamente em softwares específicos (PEI SHEN et al., 2015; SUHANI GHAI et al., 2018).

Acredita-se que por meio do aprendizado sobre a correta interpretação dos dados e treinamento no processo de digitalização, resulta-se em um bom planejamento cirúrgico e no melhor tratamento para o paciente. O futuro desta tecnologia está associado a um maior número de centros de imagem com radiologistas que entendem as necessidades de dentistas, bem como o domínio do uso de softwares (HOWERTON JR; MORA, 2008).

## **2 OBJETIVO**

Diante disso, o objetivo deste trabalho baseia-se em revisar o papel da radiologia e dos recursos digitais como ferramentas no planejamento virtual para reabilitação protética com implantes dentários, contemplando através de uma revisão da literatura, os pontos principais para elucidação da técnica guiada prototipada e os avanços da tecnologia aliada ao serviço da Radiologia Odontológica.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

A era da radiografia começou no final do século 19, quando Wilhelm Roentgen descobriu os raios-x, que resultou em uma técnica clínica não invasiva, utilizada para avaliar estruturas anatômicas internas, porém, só era possível realizar uma avaliação bidimensional das estruturas mineralizadas (KEEVIL, 1896).

Com o passar dos anos, o diagnóstico por imagem passou por significativos avanços. Um dos momentos mais importantes dessa evolução foi em 1972 quando, Ambrose e Hounsfield apresentaram um novo método de utilização da radiação, onde os coeficientes de absorção dos raios-x pelos diversos tecidos do corpo humano seriam enviados a um computador onde seria calculados e apresentados em uma tela como pontos luminosos, variando do branco ao preto, com tonalidades de cinza intermediárias. Inicia-se, então, a era das tomografias computadorizadas (CARVALHO, 2007).

Na década de 1980, a era da osseointegração teve seu início a partir dos trabalhos publicados pelo professor Branemark. Entretanto, todo o planejamento dos casos a serem reabilitados com implantes osseointegráveis tinha como passo inicial a realização e análise de exames radiográficos convencionais, que influenciavam principalmente na determinação do comprimento dos implantes, levando em consideração a altura óssea disponível. Decisões importantes como o posicionamento, a distribuição e as inclinações dos implantes eram tomadas apenas durante o transcirúrgico, levando-se em consideração a análise do tecido ósseo disponível, o que muitas vezes levou a ocorrência de insucessos estéticos e funcionais (MENEZES; SARMENTO; LAMBERT, 2008).

As técnicas radiográficas convencionais oferecem imagens limitadas a duas dimensões, e estruturas complexas e tridimensionais são sobrepostas e visualizadas em apenas dois planos. Além da sobreposição dessas imagens, é também frequente a ocorrência de distorções geométricas das regiões examinadas. Já a Tomografia Computadorizada oferece a possibilidade de visualização das imagens em 3 dimensões. Contudo, apesar da tomografia computadorizada médica, espiral ou de feixe em leque oferecer imagens tridimensionais sem sobreposições, espera-se certa distorção, pois durante o escaneamento, há colimação do feixe de raios X, resultando na formação de pequenos “gaps”, espaços entre os cortes, de modo que é esperada uma distorção final da imagem (RODRIGUES et al., 2010).

Eminente à Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), a imagem é obtida através de um único escaneamento, permitindo que a imagem seja reformatada sem distorção e com uma menor exposição à radiação em comparação à Tomografia Computadorizada de Feixe em Leque (TCFL) (RODRIGUES et al., 2010).

A TCFC em combinação com ferramentas de imagem tridimensional, assumiu um grande avanço no planejamento de tratamento com implantes virtuais. Os tomógrafos de feixe cônico usam doses de radiação mais baixas em comparação com os aparelhos de tomografia computadorizada feixe em leque e estão mais acessíveis aos profissionais da odontologia (LOUBELE et al., 2009).

A vantagem geral de usar TCFC em implantodontia está relacionada à sua capacidade de adquirir dados detalhados de imagens volumétricas da região maxilofacial para fins de planejamento diagnóstico e pré-cirúrgico. A

acessibilidade, dose razoável, baixo custo e facilidade de uso são os principais fatores para o seu sucesso (JACOBS, et al., 2018).

Contudo, a avaliação inicial por imagem é melhor obtida com radiografia panorâmica e pode ser complementada com radiografia periapical. Para a fase de diagnóstico pré-operatório, a Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial (AAOMR) reafirma que a imagem transversal da TCFC deve ser usada para avaliação do local do implante (TYNDALL et al., 2012).

O protocolo de imagem TCFC deve incluir o menor FOV necessário e disponível e otimizar os parâmetros de exposição. Para monitoramento pós-operatório de implante periódico, periapical e, em alguns casos, imagens panorâmicas fornecem imagens adequadas (TYNDALL et al., 2012).

Todos os volumes de TCFC, independentemente da aplicação clínica, devem ser avaliados sistematicamente quanto a sinais de anormalidades. Isso pode ser realizado pelo dentista ou especialista (como um radiologista oral e maxilofacial) competente na interpretação da TCFC. (TYNDALL et al., 2012).

A TCFC é fonte de informações sobre as estruturas que devem ser preservadas durante a cirurgia para reabilitação com implantes. As imagens geradas por tomografia computadorizada com o advento do planejamento virtual são uma ferramenta para resolução de casos complexos em áreas de limitação óssea entre importantes estruturas anatômicas. Além disso, técnica possibilita o desenvolvimento de modelos anatômicos tridimensionais dos maxilares (SPIELMANN et al., 2020).

A utilização da TCFC possibilitou um planejamento virtual da cirurgia, para posteriormente, com informações mais precisas da anatomia óssea,

profundidade, espessura e densidade do osso, confeccionar guias prototipados que irão auxiliar a instalação do implante (VICO et al., 2016).

A tecnologia está presente para auxiliar no planejamento cirúrgico, resultando em trabalhos mais previsíveis e seguros. Graças ao CAD/CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*) e a prototipagem rápida, foi possível a transferência do planejamento virtual para o ato cirúrgico (FRANCIOSI, 2016).

Sunhani Ghai et al. (2018), exploraram através de uma revisão o uso da tecnologia 3D para cirurgias craniomaxilofaciais e implantes. A impressão 3D é um método no qual materiais são depositados um sobre o outro para produzir um objeto em três dimensões. Os materiais mais usados são plásticos e metal. Essa tecnologia é usada com sucesso para cirurgias de reconstrução de cabeça e pescoço, reconstruções mandibulares, cirurgias ortognáticas, entre outros. As melhorias por trás dessa tecnologia tendem a aumentar para melhor condução de suas aplicações cirúrgicas.

Os avanços no campo da implantodontia, como imagens tridimensionais, tecnologia CAD/CAM e cirurgia guiada por computador, levaram a informatização dos implantes na odontologia, tornando-a altamente previsível e minimamente invasiva. Essa previsibilidade passou a ser possível, mesmo em pacientes onde anteriormente a cirurgia de implante era contraindicada, como pacientes com comorbidades médicas (por exemplo, terapia de radiação e discrasias sanguíneas), pacientes com alterações significativas na anatomia óssea, como resultado de patologias benignas ou malignas, traumas ou outros problemas físicos e emocionais (GULATTI et al., 2015).

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.

planeamento 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 planeamento virtual de implantes podem divergir no fluxo de trabalho digital (AL YAFI et al., 2019).

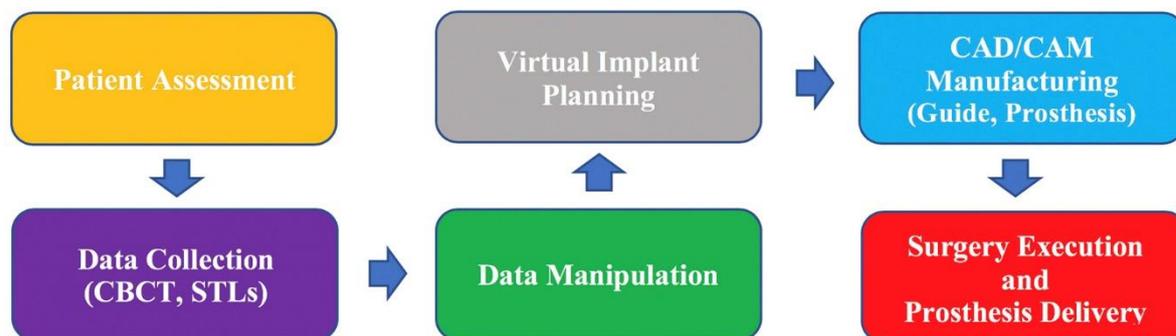


Figura 1. (Al Yafi et al., 2019).

Os dados brutos obtidos pelas TCFC em formato DICOM (*Digital Image Communications in Medicine*) são importados para que sejam inseridos programas de manipulação de imagens (*softwares*), que permite a manipulação dos cortes e a realização do planejamento pré-operatório em um espaço virtual dos implantes a serem instalados (HOWERTON JR; MORA, 2008).

Os *softwares* de planeamento de implantes guiados por computador mais comumente utilizados são: Blue Sky Plan (Blue Sky Bio, Grayslake, IL, EUA), coDiagnostiX (Straumann, Basil, Suíça), Simplant (Dentsply, York, PA, EUA), NobelClinician / DTX Studio Implant (NobelBiocare, Zurique, Suíça), , Invivo 5 (Anatomage, San Jose, CA, EUA) e 360dps (360Imaging, Atlanta, GA, EUA). Geralmente estes softwares permitem que o usuário planeje e crie guias personalizadas usando os implantes dentários mais comuns no mercado. Todos esses programas permitirão a produção de guias pelo fabricante (geralmente por

meio de técnicas de estereolitografia), por laboratórios dentários ou por fresadoras em consultório (ORENTLICHER et al., 2019).

Ressalta-se que, o software NobelClinician / DTX Studio Implant permite o planeamento com vários sistemas de implantes, mas apenas permite a fabricação de guias se o planeamento do tratamento utilizar implantes NobelBiocare (ORENTLICHER et al., 2019).

Ganry L. et al. (2017), descreveram através do uso de um protocolo de modelagem cirúrgica 3D de software livre que, o planeamento e produção para impressão de modelos 3D, geralmente são necessários softwares profissionais com um custo mais elevado, porém, estão disponíveis softwares de código aberto funcionais, confiáveis, atualizados, que podem ser baixados gratuitamente. Para o caso de uma reconstrução mandibular rápida e com retalho livre de fíbula microvascular e com guias cirúrgicas, foram utilizados quatro softwares de código aberto: OsiriX<sup>®</sup>, Meshlab<sup>®</sup>, Netfabb<sup>®</sup> e Blender<sup>®</sup>. A modelagem 3D da mandíbula reconstruída e seus guias cirúrgicos foram criados, porém mais estudos clínicos são necessários para comprovar a viabilidade, reprodutibilidade, transferência de conhecimentos e benefícios dessa técnica.

Para obter-se um guia prototipado, as imagens obtidas pelas TCFC em formato DICOM são enviadas para o fabricante para a conversão de dados em um arquivo padrão (\*.STL). Usando o software apropriado, virtualmente é feito planeamento dos implantes a serem instalados em quantidade, comprimento, largura e posicionamento que melhor se adaptem a cada caso. Ao término dessa etapa, o resultado do planeamento digital é enviado novamente ao fabricante para a fabricação do guia (GIACOMO et al., 2005).

Usando uma máquina de prototipagem, polímero líquido é injetado e endurecido por laser de acordo com os dados do planejamento digital. Esse procedimento gera então o guia cirúrgico para a área desejada, e tubos guias de aço inoxidável são inseridos nos locais e eixos dos implantes planejados (GIACOMO et al., 2005).

Nuss et al. (2016), demonstraram por meio de um caso clínico de cirurgia guiada sem retalho em maxila edêntula, comparando o planejamento virtual com o posicionamento final dos implantes. Constataram que esta técnica cirúrgica propõe uma maior previsibilidade do planejamento dos implantes, promovendo um procedimento cirúrgico mais preciso, com menos trauma e consequentemente obtendo um resultado satisfatório.

Pei Shen et al. (2015), avaliaram a precisão da colocação do implante usando guias cirúrgicos e comparar os resultados com a colocação do implante de acordo com planejamento assistido por computador (CAD). Um total de 60 pacientes foram igualmente divididos em grupo I e grupo II. A TCFC foi realizada para planejamento pré-operatório e projetada com o software Simplant e também pós-operatória. Não houve danos significativos durante a cirurgia. A osseointegração foi alcançada em todos os implantes e os tecidos moles redor dos implantes eram estáveis. O uso de guias cirúrgicos pode alcançar maior precisão e exatidão na colocação do implante, ou seja, mais indicado para procedimentos em pacientes com complicações por ser um método sem retalho, de carga imediata, restauração estética e altura óssea insuficiente.

Takeshi Toyoshima et al. (2015), abordaram a melhoria da posição de colocação do implante e a facilidade. Através de um estudo in vitro, foi avaliada a previsão da cirurgia para implantes através da técnica com guia cirúrgica por

clínicos experientes. Entretanto foram abordados os riscos existentes e complicações pós-operatórias. Dentro das complicações desse estudo in vitro, os dados informados para avaliar a precisão da cirurgia de implantes com guia cirúrgico sugeriram novos estudos, como a necessidade de uma comparação entre a precisão in vitro sendo operado por clínicos inexperientes e bem experientes.

## 4 DISCUSSÃO

Com o advento da TCFC (Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico) como uma importante ferramenta no planejamento virtual para reabilitação protética com implantes dentários, têm-se a necessidade de ressaltar o entendimento dessa tecnologia para um futuro previsível na odontologia e os benefícios do uso de software compatível com arquivos DICOM (HOWERTON JR; MORA, 2008).

As plataformas de software consistem em programas que podem ser baixados da e são especializados em um campo específico, como modelagem 3D auxiliada por computador. Os aplicativos de software de código aberto são confiáveis, gratuitos e escalonáveis e sempre atendem aos padrões de qualidade. (GANRY L. et al., 2017; ORENTLICHER et al., 2019).

Esses softwares planejamento de implantes guiadas por computador permitem: 1. fazer medições lineares e angulares detalhadas; (2). avaliar a anatomia óssea em vistas transversais, panorâmicas e axiais; (3) isolar, identificar e atrair o nervo alveolar inferior e outras estruturas vitais; (4) visualizar e isolar raízes de dentes e implantes; (5) virtualmente posicionar, medir e alterar a posição dos implantes dentários nas imagens ósseas em relação às restaurações planejadas e outras estruturas anatômicas; (6) visualizar abutments de estoque precisos; (7) visualizar, remover, girar e focar em reformas virtuais 3D detalhadas da anatomia óssea (denominado renderização de superfície); e (8) carregar digitalmente o plano de tratamento virtual para um fabricante para a fabricação de uma guia cirúrgica com base no plano de tratamento virtual ou carregar o plano para uma máquina fresadora no consultório. (GANRY L. et al., 2017; ORENTLICHER et al., 2019).

O cirurgião-dentista, por meio da sua experiência clínica, do conhecimento adquirido e da literatura consolidada, deve discernir quando é indicado utilizar a cirurgia virtual guiada e quais procedimentos serão conduzidos para obter a reabilitação estética e funcional, trazendo uma maior previsibilidade e conforto para o paciente (PEREIRA; SIQUEIRA; ROMEIRO, 2019; ARAÚJO et al., 2021).

A prática da odontologia com auxílio dos recursos digitais é vantajosa tanto para o paciente, que recebe o tratamento mais previsível e eficaz, quanto para o profissional que otimiza o seu tempo e sente-se mais seguro para realizar os seus planejamentos (RODRIGUES et al., 2010). Ainda, entre os profissionais da área, a tecnologia proporciona aproximação e possibilidade de ampliar as discussões dos casos. Nesse sentido, o radiologista deve se inserir no fluxo digital contribuindo para o diagnóstico e para o planejamento integrado junto ao cirurgião-dentista clínico (HOWERTON JR; MORA, 2008).

## **5 CONCLUSÃO**

O planejamento virtual e o tratamento cirúrgico guiado na implantodontia fazem parte de uma realidade que integra os profissionais da odontologia e proporciona maior previsibilidade e otimização nas reabilitações dos pacientes. O papel da radiologia é essencial na construção da visão multidisciplinar e na orientação do uso dos recursos digitais e de imagem mais adequados às especificidades de cada caso.

## 6 REFERENCIAS

- 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.
- CARVALHO, A.C.P. et al. História da Tomografia Computadorizada. **Rev. Imagem**. v. 29, p. 61-66, 2007.
- FRANCIOSI, Juliano. **Técnicas Auxiliares ao Planejamento Cirúrgico em Implantodontia**. Dissertação (Setor de Ciências da Saúde – Curso de Especialização em Implantodontia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.
- GIACOMO, Giovanni A.P. di et al. Clinical Application of Stereolithographic Surgical Guides for Implant Placement: Preliminary Results. **J Periodontol**, v. 76, n. 4, p.503-507, 2005.
- GULATTI, M. et al., Computerized implant-dentistry: Advances toward automotion. **Journal of Indian Society of Periodontology**. v. 19, n. 1, p. 5-10, 2015.
- HOWERTON JR, W.B., MORA, M.A. Advancements in digital imaging: what is new and on the horizon? **J Am Dent Assoc**. v. 139, p. 20-24, 2008.
- JACOBS, R. et al. Cone beam computed tomography in implant dentistry: recommendations for clinical use. **BMC Oral Health**. p. 1-16, 2018.
- KEEVIL, G. M. The Roentgen Rays. **British Medical Journal**, vol. 1, p 433-434, 1896.

GANRY L., et al. Use of the 3D surgical modelling technique with open-source software for mandibular fibula free flap reconstruction and its surgical guides.

**Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 118, p. 197-202, 2017.

LOUBELE M. et al. **Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications**, v. 71, n. 3, p. 461-468, 2009.

MENEZES, P.; SARMENTO, V.; LAMBERTI, P. Aplicação da prototipagem rápida em implantodontia. **Innovations Implant Journal – Biomaterials and Esthetics**, v. 3, n. 6, p. 39-44, 2008.

NUSS, K. 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**, Passo Fundo, v. 21, n. 1, p. 102-108, 2016.

ORENTLICHER, G.; HOROWITZ, A.; KOBREN, L.. Computer-Guided Dental Implant Treatment of Complete Arch Restoration of Edentulous and Terminal Dentition Patients. **Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America**, p. 399–426, 2019.

RODRIGUES M. G., et al. Tomografia computadorizada por feixe cônico: formação da imagem, indicações e critérios para prescrição. **Odontologia Clínico-Científica**, v. 9, n. 2, p 115-118, 2010.

SHEN P., et al. Accuracy evaluation of computer-designed surgical guide template in oral implantology. **J Craniomaxillofac Surg**. v.43, p 89-94, 2015.

SPIELMANN, C. et al. Planejamento virtual: uma ferramenta para resolução de casos complexos com limitação óssea - relato de caso clínico. **Stomatós**, v. 26, n. 51, 2020.

SUNHANI G., et al. Use of 3D printing Technologies in craniomaxillofacial surgery: a review. **Oral and Maxillofacial Surgery**, 2018.

TOYOSHIMA, T. et al. "Accuracy of implant surgery with surgical guide by inexperienced clinicians: an in vitro study." **Clinical and experimental dental research**, vol. 1, p. 10-17, 2015.

TYNDALL, D. A. et al. Position statement of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology on selection criteria for the use of radiology in dental implantology with emphasis on cone beam computed tomography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.** v. 113, N. 6, 2012.

VICO, G. et al. A novel work for computer guided implant surgery matching digital dental casts and CBCT scan. **Jornal of Oral & Implantology.** p. 33-48, 2016.