



FACULDADE SETE LAGOAS – FACSETE
Graduação em Odontologia

Geraldo Henrique de Almeida Júnior

**A ERA DIGITAL NA IMPLANTODONTIA DA CIRURGIA A PRÓTESE:
Uma revisão de literatura**

Sete Lagoas
2022

Geraldo Henrique de Almeida Júnior

**A ERA DIGITAL NA IMPLANTODONTIA DA CIRURGIA A PRÓTESE:
Uma revisão de literatura**

Monografia apresentada ao curso superior em Odontologia da Faculdade Sete Lagoas - FACSETE, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Implantodontia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Paulo Sacco

Área de concentração: Odontologia

Sete Lagoas

2022

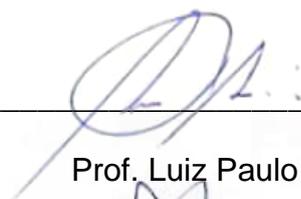
Geraldo Henrique de Almeida Júnior

**A ERA DIGITAL NA IMPLANTODONTIA DA CIRURGIA A PRÓTESE:
Uma revisão de literatura**

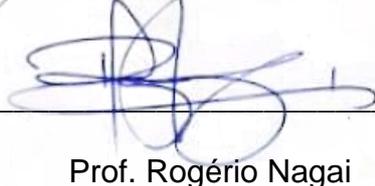
Monografia apresentada ao curso superior em odontologia da Faculdade Sete Lagoas - FACSETE, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Implantodontia.

Área de concentração: Odontologia

Aprovada em 25/10/2022 pela banca constituída dos seguintes professores:



Prof. Luiz Paulo Sacco



Prof. Rogério Nagai

São Luís/MA
2022

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar louvo e agradeço à Deus por me capacitar e me conceder condições de chegar até aqui, concluir mais esse sonho.

Agradeço a minha esposa Fernanda, meus filhos Natacha, Matheus e Ana Carolina por todo o apoio, compreensão, paciência e ajuda.

Agradeço a minha querida tia Ivelta, que apostou em mim e por tudo que fez.

Agradeço a minha querida mãe que me trouxe a vida e me educou.

Agradeço também aos professores pela dedicação, paciência e todo o conhecimento transmitido ao longo do curso.

Por fim, agradeço aos funcionários e donos da Graal, a minha dupla e amigo Ismael e, em especial também agradeço ao meu orientador e professor Luiz Paulo.

RESUMO

Introdução: A evolução da tecnologia digital está modificando o dia-a-dia no âmbito odontológico, principalmente no que se refere a reabilitação oral. Assim, o cirurgião-dentista, em meio a tantas mudanças, deve ter ciência de quando se inserir no mercado digital. **Metodologia:** Foi realizada uma revisão de literatura narrativa com base em uma pesquisa bibliográfica na base de dados Google Acadêmico e no portal eletrônico PubMed através dos seguintes descritores na língua inglesa e portuguesa: “Desenho Assistido por Computador”, “Computer-Aided Design”, “Dental Implants”, “Implantes Dentários”, “Dentistry”, “Odontologia”, “Cirurgia”, “Surgery” e “Therapeutic” sem restrição de datas, selecionando artigos publicados em inglês e em português. **Resultados:** A busca dos cirurgiões-dentistas por procedimentos cirúrgicos mais rápidos e precisos na implantodontia, desencadeou o desenvolvimento de vários *softwares* e *hardwares* visando a realização de cirurgias guiadas por computador. A etapa denominada de prototipagem é definida como a produção de um protótipo fidedigno da área a ser estudada. A cirurgia guiada de implantes dentários se caracteriza a partir da utilização de um molde cirúrgico fixo, que aponta de maneira fiel a posição do implante e maneira virtual. A utilização dos sistemas de Desenho Auxiliado por Computador e Usinagem Auxiliada por Computador passa a ser considerado inicialmente para a confecção das próteses sobre implante, pois permitem a produção de componentes protéticos de qualidade industrial e ótima adaptação. **Conclusão:** A tecnologia digital é uma possibilidade em reabilitações implantossuportadas, desde o planejamento e escaneamento intraoral das arcadas dentárias, prototipagem /confecção do guia cirúrgico, cirurgia guiada, instalação do implante dentário, até a reabilitação protética, principalmente por meio do sistema de Desenho Auxiliado por Computador e Usinagem Auxiliada por Computador.

Palavras-chave: Desenho Assistido por Computador, Implantação Dentária, Odontologia.

ABSTRACT

Introduction: The evolution of digital technology is changing the day-to-day in the dental field, especially with regard to oral rehabilitation. Thus, the dentist, in the midst of so many changes, must be aware of when to enter the digital market.

Methodology: A narrative literature review was carried out based on a bibliographic search in the Google Scholar database and in the PubMed electronic portal using the following descriptors in English and Portuguese: "Computer-Assisted Design", "Computer-Aided Design" " Dental Implants", "Dental Implants", "Dentistry", "Odontologia", "Surgery", "Surgery" and "Therapeutic" without restriction of dates, selecting articles published in English and Portuguese.

Results: The search of dental surgeons for faster and more accurate surgical procedures in implantology, triggered the development of various software and hardware aimed at performing computer-guided surgeries. The stage called prototyping is defined as the production of a reliable prototype of the area to be studied. Guided surgery for dental implants is characterized by the use of a fixed surgical mold, which faithfully points out the position of the implant in a virtual way. The use of Computer Aided Design – Computer Aided Manufacturing systems is initially considered for the manufacture of implant prostheses, as they allow the production of industrial quality prosthetic components and optimal adaptation.

Conclusion: Digital technology is a possibility in implant-supported rehabilitations, from planning and intraoral scanning of dental arches, prototyping/making the surgical guide, guided surgery, dental implant installation, to prosthetic rehabilitation, mainly through the Computer Aided Design – Computer Aided Manufacturing system.

Keywords: *Computer-Aided Design, Dental Implantation, Dentistry.*

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD - Desenho Auxiliado por Computador

CAM - Usinagem Auxiliada por Computador

CD - Cirurgião-dentista

TCFC - Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 METODOLOGIA	11
3 REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 HISTÓRICO DA CIRURGIA GUIADA NA IMPLANTODONTIA.....	12
3.2 PROTOTIPAGEM PARA A CIRURGIA GUIADA NA IMPLANTODONTIA.....	13
3.3 GUIA CIRÚRGICO PARA A CIRURGIA GUIADA NA IMPLANTODONTIA.....	15
3.4 CIRURGIA GUIADA NA IMPLANTODONTIA.....	17
3.5 A UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA CAD/CAM NAS PRÓTESES SOBRE IMPLANTES.....	20
4 DISCUSSÃO	24
5 CONCLUSÕES	27
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A evolução da tecnologia digital está modificando o dia-a-dia no âmbito odontológico, principalmente no que se refere a reabilitação oral. Quando se fala em prótese dentária, pode-se notar avanços enormes, como por exemplo, a utilização do sistema *CAD/CAM*, derivado do inglês “*Computer Aided Design – Computer Aided Manufacturing*”, que significa Desenho Auxiliado por Computador e Usinagem Auxiliada por Computador (BORGES *et al.*, 2020).

Em Odontologia, principalmente nas especialidades em Implantodontia e cirurgia bucomaxilofacial, é cada vez mais frequente que os pacientes desenvolvam atrofia óssea, logo necessitando do procedimento de enxertos ósseos. Dessa maneira, se torna muito difícil a previsibilidade dos resultados, o que ocasiona a recomendação de uma cirurgia guiada por protótipos, considerando a diminuição do tempo cirúrgico e da agressão ao tecido e ainda a obtenção de uma menor contaminação das áreas cirúrgicas adjacentes e um processo de cicatrização mais rápido para o paciente (FREITAS FILHO, 2010).

Considerando que várias especialidades odontológicas se beneficiam com o uso da tecnologia *CAD/CAM* (BÓSIO *et al.*, 2017), é importante entender as limitações e indicações existentes nos métodos analógicos e digitais para obtenção das melhores reabilitações, seja qual for a técnica utilizada (ESQUIVEL *et al.*, 2020). Assim, o cirurgião-dentista, em meio a tantas mudanças, deve ter ciência de quando se inserir no mercado digital (SOTTO-MAIOR *et al.*, 2018), tendo capacidade de identificação de quais são as indicações clínicas nas quais a odontologia digital se sobrepõe à odontologia tradicional e qual sistema de trabalho escolher, levando em consideração suas vantagens e desvantagens (NIKOYAN; PATEL, 2020).

O guia cirúrgico é uma ferramenta desenvolvida com ênfase para o pré, trans e/ou pós-operatório que concede à equipe a possibilidade de visualizar as particularidades do caso, além de facilitar a comunicação com o paciente e com outros profissionais que estejam envolvidos no tratamento. Assim, considerando a realização um correto encerramento diagnóstico e exames radiográficos e/ou

tomográficos apropriados, o cirurgião-dentista pode realizar o estudo e determinar com a equipe, a posição ideal dos implantes nas áreas desejadas (DIAS *et al.*, 2016).

Nessa perspectiva, este trabalho tem como objetivo através de uma revisão de literatura: apresentar o histórico e a prototipagem da cirurgia guiada na implantodontia, abordar a respeito do guia cirúrgico na implantodontia, além de discorrer sobre a utilização da tecnologia *CAD/CAM* nas próteses sobre implantes.

2 METODOLOGIA

Foi efetuada uma revisão de literatura narrativa com base em uma pesquisa bibliográfica na base de dados Google Acadêmico e no portal eletrônico PubMed, através dos seguintes descritores na língua inglesa e portuguesa: “Desenho Assistido por Computador”, “*Computer-Aided Design*” AND “*Dental Implants*”, “Implantes Dentários”, AND “*Dentistry*”, “Odontologia”, “Cirurgia”, “*Surgery*” e “*Therapeutic*” sem restrição de datas, selecionando artigos publicados em inglês e em português.

Os critérios de inclusão foram: estudos clínicos, revisões de literatura, relatos de casos e capítulos de livros. Os critérios de exclusão foram: editoriais, estudos in vitro e estudos com animais. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, o material selecionado foi lido e analisado na íntegra.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 HISTÓRICO DA CIRURGIA GUIADA NA IMPLANTODONTIA

Os trabalhos odontológicos realizados a partir da instalação de implantes dentários, inicialmente, eram concebidos com base na análise radiográfica de áreas edêntulas, da avaliação clínica do volume ósseo e da sensibilidade tátil dos operados, ou seja, os guias de orientação protética não eram mencionados, sendo que os implantes dentários eram instalados onde houvesse áreas de maior osso em volume e em quantidade (ADELL, 1981). Nesse sentido, Adell (1990) mencionou em seu estudo que guias de orientação de volume (esferas) passaram a ser utilizados visando a análise, nas radiografias panorâmicas, do grau de distorção apresentado na região pretendidamente a serem instalados os implantes.

Durante muito tempo, os planejamentos de procedimentos cirúrgicos para instalação de implantes dentários eram realizados somente com base em análises clínicas, radiografias periapicais e panorâmicas além do estudo do caso. As limitações das radiografias 2D foram superadas com o advento da tomografia computadorizada cone beam, que consegue realizar a avaliação precisa da topografia óssea. Entretanto, a carência de melhores resultados tratando-se de posicionamentos de implantes e resoluções protéticas fez com que houvessem algumas evoluções, como o próprio planejamento de cirurgias associando imagens de escaneamento intra oral e tomografias computadorizadas (TATAKIS, 2019).

Nesse contexto, a busca incansável dos cirurgiões-dentistas por procedimentos cirúrgicos mais rápidos e precisos, e com melhores resultados pós-operatórios, desencadeou o desenvolvimento de vários softwares e hardwares (equipamentos e instrumentos) visando a realização de cirurgias guiadas por computador, as chamadas “cirurgias virtuais” (POLIDO, 2007). Assim, o desenvolvimento de softwares específicos possibilitou cada vez mais uma análise mais precisa do osso maxilar, evidenciando a porção cortical e alveolar assim como suas relações com outras estruturas anatômicas, sendo

considerada como um importante instrumento no estabelecimento do diagnóstico e planejamento (CARVALHO *et al.*, 2006).

A empregabilidade dos dispositivos de impressões digitais, assim como as ferramentas de escaneamento oral, surgiu nos anos 2000, através de militares residentes nos Estados Unidos da América, onde os mesmos conseguiram realizar a reprodução de objetos como implantes cranianos, de modo a alcançar a demanda dos seus feridos. Ademais, esse feito chamou a atenção por ser uma maneira de fabricação com meios digitais e com tempo reduzido quando comparado aos métodos manuais existentes até aquele momento (GRANT, 2015).

Em vista disso, sabe-se que o primeiro protocolo de cirurgia guiada realizado na implantodontia ocorreu em meados dos anos 2000, onde os avanços tecnológicos a respeito das tomografias e o próprio processo de prototipagem permitiram tornar-se realidade um mecanismo mais seguro de instalação de implantes através da criação de um guia que definiria de maneira prévia o local de inserção das brocas para a criação do sítio dos implantes dentários (VIDAL, 2018).

3.2 PROTOTIPAGEM PARA A CIRURGIA GUIADA NA IMPLANTODONTIA

A etapa denominada de prototipagem, como a própria nomenclatura já sugere, é definida como a produção de um protótipo fidedigno da área a ser estudada. Com base na possibilidade de criação de modelos virtuais em 3D com as imagens tomográficas, esses modelos adquirem a possibilidade de serem construídos em protótipos de várias maneiras, dando ênfase a técnica da estereolitografia. Essa técnica é conceituada como a reprodução em 3D da área de escolha, o que concede a flexibilidade ao cirurgião-dentista de possuir em mãos uma cópia fidedigna de como é a anatomia do paciente com mínimas taxas de distorção, em proporção de 1:1. Dessa forma, a confecção desse protótipo é um procedimento optativo dentro da inserção do planejamento para a cirurgia guiada, entretanto é considerada como um grande aliado, já que potencializa a

análise das estruturas, assim como o planejamento e simulação do ato cirúrgico fora da boca com precisão (TENÓRIO *et al.*, 2015).

Nesse sentido, a prototipagem é uma técnica aplicável, levando em consideração que ela permite a realização da cirurgia guiada. Através dela torna-se possível o diagnosticar e realizar o tratamento, em que se planeja a intervenção, por meio da construção de guias cirúrgicas personalizados. Assim, a prototipagem desencadeia inúmeros benefícios como: a redução de lesões ao tecido, com isso, reduz-se também o tempo de cirurgia e tem-se ainda uma contaminação menor das áreas operadas, possibilitando, dessa maneira, uma cicatrização mais imediata ao paciente (CHAWARE *et al.*, 2005).

Rosa *et al.* (2004) notaram em seu estudo que a técnica de prototipagem pode ser usada para produzir modelos em imagens digitalizadas, bem como a tomografia computadorizada. Para os autores, a prototipagem na cirurgia transita por duas fases: a virtual, que simula o trajeto do implante, e o físico, que envolve a produção do modelo de prototipagem que consiste em utilizar o processo de imagem como instrumento de constituição de dimensões físicas ao longo da cirurgia. Os autores dizem ainda que a essa dimensão física da prototipagem compõe um modelo criado no computador e construído passo a passo ao longo de outro modelo prévio, sendo que sua aplicação na cirurgia guiada obteve resultados positivos.

Conforme estudo de balem (2010), apontou-se que a prototipagem tem se tornado cada vez mais útil na Odontologia, principalmente na implantodontia e na cirurgia bucomaxilofacial, sendo menos utilizada no planejamento ortodôntico, para analisar o posicionamento real dos dentes. Assim, o advento da prototipagem rápida empregada como ferramenta de modelagem anatômica e os avanços da tomografia computadorizada puderam contribuir para um aumento na precisão das cirurgias de instalação de implantes dentários.

Tratando-se do uso de protótipos, nota-se que eles reproduzem com precisão a anatomia da região que sofrerá a intervenção cirúrgica e concedem uma melhor visão e planejamento acerca de uma estrutura fidedigna

(FOGGIATTO, 2006). Nesse contexto, o cirurgião-dentista consegue avaliar detalhes minuciosos, de modo a aperfeiçoar a técnica abordada na cirurgia, prever as dificuldades enfrentadas e, principalmente, prever soluções para estas. Por último, os biomodelos também permitem que as estruturas sejam mensuradas, a simulação de osteotomias e de técnica de ressecção sejam realizadas além do fato de que o planejamento completo nos diversos tipos de cirurgia da região bucomaxilofacial possa ser empregado (MEURER *et al.*, 2008).

Em relação às técnicas de prototipagem, é de conhecimento que existem inúmeras técnicas de prototipagem rápida, que visam a obtenção de biomodelos. As técnicas de prototipagem mais utilizadas são: Estereolitografia (SLA), a Sinterização Seletiva a Laser (SLS) A Impressão Tridimensional (3D printing), a Modelagem por Deposição Fundida (FDM), a PolyJet e a “Thermojet” (MJM). Todas baseiam-se na sinterização, aglutinação, polimerização ou solidificação de materiais específicos (SANGHERA *et al.*, 2001).

3.3 GUIA CIRÚRGICO PARA A CIRURGIA GUIADA NA IMPLANTODONTIA

Na área de Implantodontia, a empregabilidade de um guia cirúrgico concebe uma melhor emergência possível na prótese odontológica, visto que esse fato se refere após a realização de uma montagem adequada dos dentes em cera e com a verificação da fonética, da oclusão e do corredor bucal. O guia cirúrgico é definido como um diferencial para alcançar um perfeito planejamento reverso, ou seja, a presença de dinâmica e estética agradáveis. Todo o planejamento pré-operatório é transmitido para o paciente através do guia cirúrgico, que é confeccionado com base na cirurgia virtual, de forma a guiar a posição de perfurações ideais no ato cirúrgico, conseqüentemente, ocasionando melhor resultado final (THOMÉ *et al.*, 2009).

A associação de guias cirúrgicos como sendo um pré-requisito de sucesso se iniciou quando começaram a perceber que os implantes dentários que eram distribuídos de maneira equidistante e biomecanicamente equilibrados,

concediam a confecção de próteses mais fáceis e com índices de sucesso maiores (ECKELL; WOLLAN, 1998).

Nesse raciocínio, Demuner *et al.* (2007) perceberam que o guia cirúrgico pode ser acrescentado como uma ferramenta que visa auxiliar na instalação e localização dos implantes osseointegrados durante o ato cirúrgico, pois se torna um referencial para aquisição de um planejamento reverso na implantodontia.

Além disso, nota-se a possibilidade de empregabilidade do mesmo dispositivo em exames visando o diagnóstico e durante o ato cirúrgico para a instalação de implantes representando uma grande vantagem, quando comparado àqueles que se prestam apenas a uma finalidade (BOTTINO *et al.*, 2006).

A base para se obter um guia cirúrgico, é por meio do exame de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) que tem como base a obtenção de imagens tridimensionais da região de escolha, que são armazenadas em um formato específico por um software, com o objetivo de serem analisadas em um computador. A TCFC utiliza unidades de vóxeis com a mesma profundidade, largura e altura, chamados de vóxeis isotrópicos. Para a aquisição, um leque de feixes de raios X é direcionado ao paciente com uma rotação de 360° do tomógrafo, gerando diversas imagens bidimensionais. A partir disso, um volume cilíndrico é gerado e convertido em imagens tridimensionais por um software. As imagens são salvas no formato (DICOM) Digital Imaging and Communications in Medicine. Esse arquivo DICOM será estudado pelo cirurgião dentista, que terá acesso a imagens da região de interesse nos planos sagital, axial e coronal (FRANTZ *et al.*, 2020).

Enfim, a realização de TCFC envolve o guia cirúrgico em posição, utilizando substâncias radiopacas que são incorporadas à resina acrílica do guia, para que ocorra uma pré-visualização da localização e inclinação do(s) implante(s). Essa técnica permite ao cirurgião-dentista modificar o delineamento do tratamento de forma mais segura e precisa, com baixo custo. Com o passar dos anos, houve evolução da técnica, na qual se confecciona o guia em resina

acrílica incolor sobre um enceramento diagnóstico prévio (DAL PIVA *et al.*, 2018).

Sobre a indicação do guia cirúrgico, sabe-se que ela é amplamente vasta, podendo ser utilizado nos mais diversos tipos de procedimentos reabilitadores por meio da utilização de implantes ósseos integrados, sejam em pacientes edêntulos parciais ou totais. Sendo assim, essa técnica apresenta como base inicial, o princípio de minimizar o tempo dos procedimentos cirúrgicos, além de não ser necessário realizar incisões tão invasivas como num procedimento cirúrgico convencional, e o alcance de um maior grau de fixação dos implantes (VAZ; MACHADO, 2019).

Conforme demonstrado a respeito da funcionalidade dos guias cirúrgicos no estudo de Macedo e colaboradores (2018), constatou-se que o guia cirúrgico é a chave do conceito de cirurgia guiada virtualmente, levando em consideração que ele torna aplicável a transferência do posicionamento virtual para o posicionamento real.

A respeito da classificação dos guias cirúrgicos, é de conhecimento que eles podem ser mucossuportados, dentossuportados ou sobrepostos ao tecido ósseo após rebater o retalho gengival. Além disso, devem-se estar estáveis e rígidos quando inseridos na posição adequada. Caso o arco tratado apresente dentes remanescentes, o guia deve idealmente se ajustar sobre e / ou ao redor de dentes o necessário para estabilizá-lo na posição. Não havendo dentes remanescentes, recomenda-se estender até as regiões de tecido mole não refletidas além de poder ser usado após os tecidos moles terem sido refletidos do local do implante (KOLA *et al.*, 2015).

3.4 CIRURGIA GUIADA NA IMPLANTODONTIA

A cirurgia guiada de implantes dentários se caracteriza a partir da utilização de um molde cirúrgico fixo, que aponta de maneira fiel a posição do implante e maneira virtual. Nesse contexto, essa posição é obtida por meio de imagens tomográficas e anatômicas, que irão ser auxílio nos estudos, de modo

a permitir o manuseio das imagens e avaliar as possíveis técnicas utilizadas que, adiante aprovadas, servirão de uso durante o procedimento cirúrgico, utilizando um guia confeccionado para o mesmo (GONÇALVES, 2018).

De acordo com Marlière *et al.* (2018), a nomenclatura cirurgia guiada virtual é utilizada como conceito de uma técnica onde há a empregabilidade de um guia estático que tem com o objetivo reproduzir a posição do implante virtualmente através sítios criados por uma série de brocas de acordo com uma trajetória pré apresenta estabelecida. Ademais, a cirurgia guiada por computador se configura como um mecanismo que apresenta alta taxa de precisão em termos de posição e angulação do implante, reduzindo os níveis de insucesso devido ao mau posicionamento destes. No entanto, inúmeras variáveis podem acabar afetando o planejamento dessa técnica, devido às diversas fases que este apresenta.

Por meio da técnica de cirurgia guiada virtual, o planejamento cirúrgico se torna computadorizado, em um ambiente 3D. O programa concebe a visualização concomitante dos três planos espaciais das estruturas ósseas e dentais a serem reabilitadas na mesma imagem. Dessa maneira, esse recurso permite o planejamento da instalação dos implantes dentários em áreas com quantidade óssea satisfatórias, inclinações adequadas e posições ideais. Posteriormente a aprovação do plano de tratamento, se dá continuidade à elaboração do guia cirúrgico personalizado. Assim, o guia é confeccionado em acrílico que apresenta cilindros metálicos em que serão fixados os análogos dos implantes visando a confecção do modelo de trabalho no qual será realizada a prótese temporária ou permanente. Os mesmos cilindros metálicos irão servir, no momento da cirurgia, de suporte para os guias de brocas que orientam a correta posição e inclinação nas perfurações e o diâmetro dos guias corresponde ao diâmetro das brocas, garantindo, assim, a precisão do sistema (DINATO; NUNES, 2006).

Existem diversas técnicas de cirurgias para instalação dos implantes, como: a totalmente guiada, a parcialmente guiada e a técnica livre. Na contemporaneidade, um estudo randomizado controlado (ECR) comparando

cirurgia livre, guiada por broca piloto e totalmente guiada foi publicado na área (YOUNES *et al.*, 2018).

Chilvarquer *et al.* (2007) em seu estudo percebeu as vantagens da cirurgia guiada em Implantodontia que são: aumento da previsibilidade, rapidez e eficiência cirúrgica, menor morbidade, boa reabilitação protética (que ocorrem por conta da matemática e informatização), e inter-relação entre diversos profissionais, tais como radiologistas, cirurgiões e protesistas.

Conforme estudo realizado por Anumala (2019), dentre alguns benefícios ocasionados pela cirurgia guiada de implante, existem mecanismos cirúrgicos minimamente invasivos de instalação de implantes sem que haja a necessidade de levantar um retalho mucoperiosteal (técnica *flapless*). Dessa forma, se reduz o tempo de tratamento cirúrgico, a hemorragia é mínima, persiste menos desconforto pós-operatório além de reduzir a perda óssea cristal e inflamação de partes moles. Manter o perióstio íntegro nas faces vestibular e lingual da crista preserva um melhor suprimento sanguíneo para o local, diminuindo a probabilidade de reabsorção.

Todavia, as limitações existentes no procedimento de cirurgia guiada na implantodontia são: pouca abertura bucal, custo mais elevado e dificuldade na visualização do tecido ósseo. Nesse contexto, a avaliação deve ser de maneira substancial com base na abertura de boca, considerando a utilização de um guia prototipado que demanda uma altura maior que vise a realização de cirurgias e possui um valor mais alto, por conta da demanda do exame tomografia computadorizada, da confecção do guia cirúrgico e da tecnologia de *softwares*. Por último, nota-se a possibilidade de uma cirurgia *flapless*, considerando que o tecido ósseo não é enxergado durante as perfurações e o procedimento em si (BERNARDO, 2015).

3.5 A UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA CAD/CAM NAS PRÓTESES SOBRE IMPLANTES

O *Computer-Aided Design* e *Computer-Aided Manufacturing* mais conhecido como *CAD/CAM*, que significa “desenho auxiliado por computador” e “fabricação auxiliada por computador” respectivamente, apresenta duas etapas, que envolvem desde o escaneamento intra-oral ou extraoral à etapa laboratorial para a confecção do modelo. No *software* programado para receber e gerar dados tridimensionais das estruturas escaneadas, operados pelo cirurgião-dentista (CD) ou Técnico em Prótese Dentária (TPD), podem ser realizadas inúmeras alterações no modelo virtual, facilitando a comunicação CD/TPD, CD/paciente, além de planejar cirurgias na implantodontia e ortognática (BERNARDES *et al.*, 2012).

O termo *CAD/CAM* corresponde ao desenho de uma estrutura protética num computador (*Computer Aided Design*) que acompanha posteriormente a sua confecção por uma máquina de fresagem (*Computer Aided Manufacturing*), que foi introduzido na odontologia, no final da década de 70 (CORREIA *et al.*, 2006). Ele é composto substancialmente de três componentes: um Scanner de digitalização que realiza a leitura virtual de um preparo, impressão ou modelo, de *software CAD* que permite o desenho da futura restauração em computador, e uma unidade *CAM*, responsável pelo corte da cerâmica e confecção da restauração ou infraestrutura. Todas estas etapas podem interferir individualmente ou em conjunto com a precisão de adaptação das restaurações indiretas (PEDROCHE, 2016).

Esse sistema concede permissão para que haja o desenho e fabricação robotizada de próteses dentárias, de forma a contribuir para sua otimização ao reduzir tensões associadas justamente à fabricação e formulação da peça (BODERREAL *et al.*, 2013), reduzindo também o tempo utilizado para conclusão do trabalho e, aumentando a produtividade (GUIMARÃES, 2012). Ademais disso, ocasiona uma estética dental mais natural somada a uma maior resistência que proporciona uma maior segurança no seu uso com avaliações clínicas em longo prazo (MIYASHITA *et al.*, 2014).

Alves *et al.* (2017) perceberam que a tecnologia *CAD/CAM* tem obtido um desenvolvimento considerável no que se refere à leitura das preparações dentárias ópticas, contato, e digitalização a laser, nos programas de desenho virtual, nos materiais, (como por exemplo alumina, zircônia, e o titânio) e na maquinação das restaurações, nos últimos 30 anos. Assim, a tecnologia *CAD/CAM*, tem revolucionado a área da odontologia, com uma demanda cada vez mais abrangente para o tratamento de pacientes com restaurações fixas.

A tecnologia *CAD-CAM* tem sido mais difundida na Odontologia através da confecção de restaurações de prótese fixa, como, por exemplo: coroas, pontes, facetas, inlays, onlays e laminados (TORRES *et al.*, 2009). Ela pode ser utilizada também visando a fabricação de próteses removíveis, *stents* e componentes do implante. Na atualidade, existe um maior interesse no sistema *CAD-CAM* no desenvolvimento de prótese suportada por implante, sendo utilizado para a fabricação de pilares de implantes e *stents* cirúrgicos de implantes odontológicos (AERAM *et al.*, 2014).

Na implantodontia, o sistema *CAD/CAM* concede a fabricação de componentes protéticos com notada qualidade industrial e adaptação precisa. A partir dessa tecnologia, pode-se realizar também vários projetos virtuais antecedentes à reabilitação protética, por meio da utilização simultânea de tomografias computadorizadas, de modo a permitir um planejamento com exatidão da localização ideal do implante e visualização do resultado reabilitador final (PATEL, 2010).

Considerando a Implantodontia como indicação protagonista em casos de edentulismo, a utilização dos sistemas *CAD/CAM* passa a ser considerado inicialmente para a confecção das próteses sobre implante, pois permitem a produção de componentes protéticos de qualidade industrial e ótima adaptação. Planejamentos prévios à reabilitação protética, com a utilização simultânea de sistemas *CAD/CAM* e tomografias computadorizadas, permitindo também um planejamento com exatidão da localização ideal do implante e visualização do resultado reabilitador final (PATEL, 2010).

As exigências importantes para materiais restauradores empregados para a confecção de coroas pelo sistema CAD/CAM são: boa usinabilidade, resistência à fratura e mínimos procedimentos de acabamento. Dessa forma, os materiais disponíveis são resina acrílica e polimetilmetacrilato (PMMA) para confecção de provisórios e para restaurações definitivas em resina composta e a partir de cerâmicas (AERAM *et al.*, 2014).

A confecção de uma restauração provisória é de extrema importância, pois irá adequar a terapêutica proposta direcionada a função e estética, compondo alguns exemplos desses materiais: *Artegral ImCrown* (Merz, Alemanha); *Vita CAD-Temp* (Vita, Alemanha); *artBloc Temp* (Merz); *ZENO PMMA* (Wieland, Alemanha); *etkon polycon ae* (Etkon, Alemanha). Tratando-se da confecção de restaurações definitivas, existe uma geração mais recente de blocos de resina composta, como por exemplo: *Lava Ultimate* (3M ESPE) e *Cerasmart* (GC) que apesar do nome, não são cerâmicas, e sim resinas densamente preenchidas com partículas polimerizadas a alta temperatura e pressão. Outros blocos de resina atuais que também estão sendo utilizados são: *Gradia Block* (GC), *Block HC* (SHOFU INC.), *KZR-CAD Hybrid Resin Block* (Yamamoto Precious Metal), *Grandio Blocs* (VOCCO) (PEREIRA, 2013).

Harder e Kern (2009) realizaram um estudo de revisão de literatura analisando as evidências científicas internacionais a respeito das taxas de sucesso clínico e complicações das restaurações implantossuportadas fabricadas pela tecnologia CAD-CAM quando comparadas às fabricadas da maneira convencional. De 4 estudos encontrados, a taxa de sucesso para implantes reabilitando arcos totais teve variação de 81,4% a 95,6% durante 5 anos e para implantes unitários com prótese em cerâmica pura foi de 95% a 100%. Em apenas um estudo, implantes obtiveram complicações técnicas como o afrouxamento de parafusos e componentes ou fratura de parafusos. Em dois desses estudos ocorreu fratura ou lascas do material de cobertura da prótese. Constataram que faltam estudos científicos comparando as duas técnicas de reabilitação implantossuportadas, considerando que dentre os que foram

avaliados não apresentaram diferenças significativas quanto às taxas de insucesso.

Puig (2010), realizou um estudo com a finalidade de avaliar o resultado clínico dos protocolos de reabilitação com implantes “*all-on-four*” e “*all-on-six*” em maxilas completamente edêntulas usando o software de planejamento 3D ProCera para planejar a posição dos implantes e obter a guia cirúrgica para a sua instalação sem retalho. Trinta pacientes com periodontite avançada (26 pacientes) ou totalmente edêntulos (4 pacientes) (24 mulheres e 6 homens), receberam 195 implantes. Esses protocolos de reabilitação de maxilas completamente edêntulas com colocação imediata de próteses fixas através da cirurgia sem retalho computador-guiada podem ser eficazes e previsíveis, com potencial para a grande aceitação dos pacientes, da equipe clínica e do laboratório. Entretanto, esta técnica pode ser delicada à experiência do cirurgião e é necessária uma curva de aprendizagem.

Além disso, a literatura científica demonstra que a utilização do sistema *CAD/CAM* apresenta um controle aumentado na qualidade no resultado dos implantes dentários, de modo específico nas infraestruturas das próteses sobre implantes (BERNARDES *et al.*, 2012). Cardoso *et al.* (2018) notaram que essa condição, se deve ao fato que esse tipo de prótese demanda uma maior precisão de adaptação frente a outras próteses, como as cimentadas. Essa alta precisão é proporcionada por todos os aspectos favoráveis da moldagem virtual.

Por fim, mesmo com todo o aparato tecnológico, os sistemas *CAD/CAM* apresentam algumas limitações e, dentre elas a que mais se destaca é a questão do custo, já que varia conforme as condições econômicas de cada país, como também o fluxo de pacientes de cada dentista ou laboratório, o que deve ser observado antes de adquirir esse equipamento. Além disso, outra limitação do sistema *CAD/CAM* se relaciona à necessidade de conhecimento do operador em relação ao uso de alguns softwares e hardwares visando o desenho das restaurações e o manuseio do equipamento de escaneamento, levando em consideração que o uso destas ferramentas apresenta uma curva de aprendizado e demanda empenho do usuário (HILGERT *et al.*, 2009 a, b).

4 DISCUSSÃO

O histórico da cirurgia guiada em Implantodontia é retratado a partir de 1981 (ADELL, 1981). Diversas barreiras dificultavam a previsibilidade da instalação dos implantes dentários, o que fazia com que as análises para tal procedimento se baseassem apenas nos procedimentos clínicos e radiográficos. Posteriormente, surgiram os guias de orientação de volume radiográficos (ADELL, 1990), a tomografia computadorizada cone beam (TATAKIS, 2019), o escaneamento intraoral e os dispositivos de impressão digital (GRANT, 2015), a prototipagem (VIDAL, 2018) e, finalmente, a cirurgia guiada (CARVALHO *et al.*, 2006; POLIDO, 2007).

Sobre as técnicas de prototipagem, nota-se que existem várias no mercado (SANGHERA *et al.*, 2001), mas, todas são relevantes e possibilitam ao cirurgião-dentista adquirir o conhecimento e o domínio da anatomia do paciente, previamente a cirurgia de instalação dos implantes dentários, com mínimas taxas de distorção e a possibilidade de simulação cirúrgica (FOGGIATTO, 2006; MEURER *et al.*, 2008; BALEM, 2010; TENÓRIO *et al.*, 2015). Além disso, outros benefícios dessas técnicas incluem redução do tempo de cirurgia e menor risco de infecção/cicatrização mais imediata ao paciente (CHAWARE; BAGARIA; KUTHE, 2005).

Em relação ao guia cirúrgico ser utilizado na cirurgia guiada na implantodontia, os autores relatam em unanimidade que se trata de um dispositivo fundamental para a determinação da posição do implante de maneira virtual com o intuito de guiar a posição de perfurações ideais no ato cirúrgico (ECKELL; WOLLAN, 1998; DEMUNER *et al.*, 2007; THOMÉ *et al.*, 2009; MACEDO *et al.*, 2018), sendo a sua base o exame de tomografia computadorizada de feixe cônico (DAL PIVA *et al.*, 2018; FRANTZ *et al.*, 2020). Ainda sobre os tipos de guias cirúrgicos, destacam-se os mucossuportados, dentossuportados ou sobrepostos ao tecido ósseo, sendo posicionados conforme a quantidade de remanescentes dentários (KOLA *et al.*, 2015; VAZ; MACHADO, 2019).

A respeito da cirurgia guiada na Implantodontia, nota-se que ela se baseia no princípio de se utilizar um guia cirúrgico que tem reproduz a posição do implante virtualmente com a ação de uma série de brocas de acordo com uma trajetória pré apresenta estabelecida (DINATO; NUNES, 2006; GONÇALVES, 2018; MARLIÈRE *et al.*, 2019), estabelecendo benefícios, como a rapidez, redução de hemorragias, ausência de retalho mucoperiosteal, menor desconforto pós-operatório, perda óssea e inflamação (CHILVARQUER *et al.*, 2007; ANUMALA, 2019). Entretanto, existem limitações da técnica como custo mais elevado e dificuldade na visualização do tecido ósseo (BERNARDO, 2015).

O processo de utilização da tecnologia *CAD/CAM* nas próteses sobre implantes surgiu na década de 70 (CORREIA *et al.*, 2006), sendo caracterizado pelo recebimento e pela geração de dados tridimensionais das estruturas dentárias escaneadas, possibilitando o planejamento de cirurgias na implantodontia. Esse sistema é definido como “desenho auxiliado por computador” e “fabricação auxiliada por computador” (BERNARDES *et al.*, 2012), composto por um scanner de digitalização, um software *CAD* que é uma unidade *CAM* (PEDROCHE, 2016).

O sistema *CAD/CAM* permite o desenho e fabricação robotizada de próteses dentárias, incluindo as próteses fixas (PUIG, 2010), próteses removíveis, e, fundamentalmente, próteses suportadas por implantes (HARDER; KERN, 2009; TORRES *et al.*, 2009; AERAM *et al.*, 2014), pilares de implantes e *stents* cirúrgicos de implantes odontológicos (PATEL, 2010; CARDOSO *et al.*, 2018). Ademais, a utilização desse tipo de sistema concede inúmeras vantagens estéticas e funcionais (redução de tempo, tensões, dentre outras) (GUIMARÃES, 2012; BODEREAL *et al.*, 2013; MYASHITA *et al.*, 2014), sendo importante a confecção de restaurações provisórias (PEREIRA, 2013).

Em suma, o uso da tecnologia tem sido cada vez mais frequente na Odontologia moderna, principalmente na Implantodontia, visando a excelência do planejamento à execução de uma reabilitação oral. O planejamento virtual simultâneo com a tomografia computadorizada cone beam permite que o CD identifique posições adequadas para instalação e dimensões dos implantes que

serão aplicados, com informações de estruturas anatômicas relevantes do paciente.

Por último, a utilidade da tecnologia digital em reabilitações implantossuportadas, desde o escaneamento intraoral para planejamento cirúrgico e posterior reabilitação protética, através do sistema *CAD/CAM*, demonstra a possibilidade de apresentar tratamentos/planejamentos com o menor tempo clínico para o cirurgião-dentista, inserindo-se dentro do planejamento da cirurgia guiada.

5 CONCLUSÕES

A tecnologia digital é uma possibilidade em reabilitações implantossuportadas, desde o planejamento e escaneamento intraoral das arcadas dentárias, prototipagem /confecção do guia cirúrgico, cirurgia guiada, instalação do implante dentário, até a reabilitação protética, principalmente por meio do sistema de Desenho Auxiliado por Computador e Usinagem Auxiliada por Computador. Dessa forma, existe a possibilidade de se apresentar formas de tratamentos/planejamentos com o menor tempo clínico para o cirurgião-dentista, inserindo-se dentro do planejamento cirúrgico em conjunto com a tomografia computadorizada cone beam.

Constata-se ainda que, a tecnologia de Desenho Auxiliado por Computador e Usinagem Auxiliada por Computador é capaz de produzir próteses, estruturas sobre implantes de alta qualidade, tanto em relação à resistência mecânica quanto a adaptação marginal e estética. Assim, as próteses produzidas com essa tecnologia apresentam qualidades semelhantes e até mesmo superiores às próteses produzidas pelas técnicas convencionais. E uma das poucas desvantagens notadas é o alto custo do equipamento que ainda não faz parte da rotina de muitos cirurgiões-dentistas.

REFERÊNCIAS

AERAN, H.; KUMAR, V.; SETH, J.; SHARMA, A. Computer Aided Designing-Computer Aided Milling in Prosthodontics: A Promising Technology for future. **IJSS Case Report & Reviews**, v.1, n.1, p.23-27, 2014.

ADELL, R.; LEKHOLM, U.; ROCKLER, B.; BRÅNEMARK, P.I. A 15-years study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. **Int. J. oral Surg.**, v.10, n. 6, p. 387-416, 1981.

ADELL, R.; ERIKSSON, B.; LEKHOLM, U.; BRÅNEMARK, P.I.; JEMT, T. A Long Term Follow up Study of Osseointegrated Implants in the Treatment of Totally Edentulous Jaws. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 5, p. 347-59, 1990.

ANUMALA, D.; HARITHA, M.; SAILAJA, S.; PRASUNA, E.; SRAVANTHI, G.; REDDY, N. R. Effect of Flap and Flapless Implant Surgical Techniques on Soft and Hard Tissue Profile in Single-Stage Dental Implants. **Journal Orofacial Sciences**, v.11, 2019.

ALVES, V.M.; DE OLIVEIRA, R.S.; BARBOSA, O.L.C.; NETO, O.I.; DE CASTRO, S.H.D. Vantagens x desvantagens do sistema CAD/CAM. **Brazilian Journal of Surgery and clinical Research**, v. 18, n. 1, p. 106-109, 2017..

BALEM, F. P. **A utilização prototipagem rápida na odontologia**. Trabalho de conclusão de especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

BERNARDES, S.R.; TIOSSI, R.; IVETE, A.; SARTORI, D.M.; THOMÉ, G. Tecnologia CAD/CAM aplicada a prótese dentária e sobre implantes: o que é, como funciona, vantagens e limitações. **Jornal ILAPEO**, v. 6, n. 1, p. 8-13, 2012.

BERNARDO, R. M. **Cirurgia guiada na colocação de implantes**. Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, Portugal, 2015.

BODERREAL, E. F.; BESSONE, L.; CABANILLAS, G. Aesthetic All-ceramic Restorations: CAD-CAM System. **International Journal of Odontostomatology**, v.7, n.1, p.139 -147, 2013.

BORGES, L.; LIMA, E.M.C.X.; CARVALHO, A. O uso do sistema CAD/CAM para confecção de próteses fixas: aplicações e limitações. **Journals Bahiana**, v.11, n.2, p. 159 – 166, 2020.

BÓSIDO, J. A.; SANTO, M. D.; JACOB, H.B. Odontologia digital contemporânea – scanners intraorais digitais. **Ortho Science: Orthodontic Science and Practice**, v.10, n.39, p. 355 -362, 2017.

BOTTINO, M. A.; ITINOCHE, M. K.; BUSO, L.; FARIA, R. Estética com implantes na região anterior. **Implantnews**, v.3, n.6, p. 560 – 568, 2006.

CARDOSO, F.L.; ALBERFARO, K.D.P.A.; RIBEIRO, S.; ASSIS, V.K.D.Z.A.; REIS, L.D.O. **Moldagem digital em odontologia: perspectivas frente à convencional – uma revisão de literatura**, 2018.

CARVALHO, N. B.; GONÇALVES, SANDRA, L. D. M. B.; GUERRA, C. M. F.; CARREIRO, A.D. F. P. Planejamento em implantodontia: uma visão contemporânea. **Rev. Cir. Traumatol. Buco-Maxilo-Fac.**, v.6, n.4, p. 17 – 22, 2006.

CHAWARE, S. M.; BAGARIA, V.; KUTHE, A. Application of the rapid prototyping technique to design a customized temporomandibular joint used to treat temporomandibular ankylosis. **Implant News**, v.2, n.2, p. 153 – 160, 2005.

CHILVARQUER, I.; OLESKOVICZ, C.; VEDOVATO, E. I. *et al.* Cirurgia virtual guiada! Realidade ou ficção? **Rev Cienc Technolog.**, v.15, p. 29-30, 2007.

CORREIA, A.R.M.; FERNANDES, J.C.A.S.; CARDOSO, J.A.P.; SILVA, C.F.C.L. CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa. **Rev Odontol UNESP**, v.35, n.2, p.183-89, 2006.

DAL PIVA, A.M.D.O.; TRIBST, J.P.M.; BORGES, A.L.S. DE MELO, R.M.; BOTTINO, M.A. Influence of substrate design for in vitro mechanical testing. **J Clin Exp Dent.**, v.11, n.2, p.119-125, 2018.

DEMUNER, G. Overdentures e próteses fixas para reabilitação com implantes em maxila edêntula. **Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo**, v.19, n.1, p. 61 – 67, 2007.

DIAS, M.L.P.; MAGRIN, G.L.; BEZ, L.V.; BENFATTI, C.A.M.; VOLPATO, C.A.M. Uso de guias no planejamento de próteses sobre implantes. **Full Dentistry in Science**, v.7, n.26, p. 74 – 82, 2016.

DINATO, J.; NUNES, L. S. Tratamento protético sobreimplante no desdentado total na atualidade. **Implantnews.**, v.3, n.5, p. 452 – 460, 2006.

ECKELL, S. E.; WOLLAN, P. C. Retrospective view of 1170 endosseous implants placed in partially edentulous jaws. **J Prosthet Dent**, v.79, n.4, p. 415 – 422, 1998.

ESQUIVEL, J., VILLARROEL, M.; TRAN, D.; KEE, E.; BRUGGERS, K. The utilization of snap-on provisionals for dental veneers: From an analog to a digital approach. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v.32, n.2, p. 161–170, 2020.

FOGGIATTO, J. A. O uso da prototipagem rápida na área médico-odontológica. **Tecnol. humanismo.**, v.20, n.30, p. 60 – 68, 2006.

FRANTZ, B.; SCHNEIDER, L.E.; COUTINHO, B.M.; SCHNEIDER, K.C.C.; PILGER, A.D.A.; SMIDT, R. Avaliação da fidedignidade da tomografia

computadorizada de feixe cônico para uso na cirurgia guiada em implantodontia. **Rev. Ciênc. Méd. Biol.**, v. 19, n. 1, p. 17-24, 2020.

FREITAS, A. R. **Prototipagem em Implantodontia e Cirurgia Guiada**. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro. CIODONTO/ FAISA, 2010.

GONÇALVES, L. A. **Reabilitação maxilo-mandibular por meio de protocolo de implantes imediatos utilizando cirurgia guiada**, 2018.

GRANT, G.T. Digital Manufacturing. **Clinical Applications of Digital Dental Technology**, v.1, n.11, p.41-56, 2015.

GUIMARÃES, M. M. **Tecnologia CEREC na Odontologia**. Monografia (Especialização em Dentística) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

HARDER, S.; KERN, M. Survival and complications of computer aided-designing and computer-aided manufacturing vs. conventionally fabricated implant-supported reconstructions: a systematic review. **Clin Oral Implants Res**. Sep;20 Suppl 4:48-54. 2009

HILGERT, L. A.; SCHWEIGER, J.; BEUER, F.; ANDRADA, M.A.C.D.; ARAÚJO, É.; EDELHOFF, D. Odontologia restauradora com sistemas CAD/CAM: o estado atual da arte Parte 2: Possibilidades restauradoras e sistemas CAD/CAM. **Rev. Clínica**, Florianópolis, n.20, 2009b.

KOLA, M.Z.; SHAH, A.H.; KHALIL, H.S. Gabaritos cirúrgicos para posicionamento de implantes dentários; conhecimento atual e perspectivas clínicas. **Niger J Surg.**, v.21, n.1, p. 1-5, 2015.

MACEDO, T.A.M.D.; CUNHA, A.C.Q.; DE MATOS, J.D.M.; NETO, A.W.B.; VARDIERO, V.A.; CARIRI, T.F.A. Cirurgia de implantes guiada por computador: relato de caso clínico. **Journals Bahiana**, v.9, n.1, p. 161 – 169, 2018.

MARLIÈRE, D.A.A.; DEMÈTRIO, M.S.; PICININI, L.S.; OLIVEIRA, R.G.; NETTO, H.D.M.C. Accuracy of computer-guided surgery for dental implant placement in fully edentulous patients: A systematic review. **Eur. J. Dent.**, v.12, p. 153 -160, 2018.

MEURER, M.I.; MEURER, E.; DA SILVA, J.V.L.; BÁRBARA, A.S.; NOBRE, L.F.; DE OLIVEIRA, M.G.; SILVA, D.N. Acquisition and manipulation of computer tomography images of the maxillofacial region for biomedical prototyping*. **Radiol Bras.**, v.41, n.1, 2008.

MIYASHITA, E.; PELLIZZER, E.P.; KIMPARA, E.T. **Reabilitação oral contemporânea baseada em evidências científicas**. São Paulo: Nova Odessa, 2014.

NIKOYAN, L.; PATEL, R. Scanner, Three-Dimensional Imaging, and Three-Dimensional Printing in the Dental Office. **Dental Clinics of North**

America, v.64, n.2, p. 365 – 378, 2020.

PATEL, N. Integrating three-dimensional digital technologies for comprehensive implant dentistry. **J Am Dent Assoc.**, v.141, p. 20S-24S, 2010.

PEDROCHE, L. O.; BERNARDES, S. R.; LEÃO, M. P.; KINTOPP, C. C. de A.; CORRER, G. M.; ORNAGHI, B. P.; GONZAGA, C. C. Marginal and internal fit of zirconia copings obtained using different digital scanning methods. **Revista Brazilian Oral Research**, p. 1-7, 2016.

PEREIRA, R. C. **A importância da prótese provisória para a estética nas restaurações sobre implantes**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2013.

POLIDO, D. W. Cirurgias de implantes guiadas por computador podem se tornar progressivamente mais freqüentes e precisas. **Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial**, v.12, n.5, 2007.

PUIG, C.P. A retrospective study of edentulous patients rehabilitated according to the "all-on-floor" or the "all-on-six" immediate function concept using flapless computerguided implant surgery. **Eur J Oral Implantol**, 3(2): p. 155-163, 2010.

ROSA, E.L.S.; OLESKOVICZ, C.F.; ARAGÃO, B.N. Rapid prototyping in maxillofacial surgery and traumatology: case report. **Braz Dent J**;15(3):243-7. 2004

SANGHERA, B.; NAIQUE, S.; PAPA HARILAOU Y. Preliminary study of rapid prototype medical models. **Rapid Prototyping J.**, v.7, n.5, p. 275 – 284, 2001.

SOTTO-MAIOR, B. S.; FILGUEIRAS, A.; GONÇALVES PINTO, D.; FERRAREZ, L. L.; DE OLIVEIRA, M. F.; FREITAS, T. A. de C. Aplicabilidade clínica dos avanços da tecnologia CAD-CAM em Odontologia. **HU Revista**, v.44, n.1, p. 29 – 34, 2019.

TATAKIS, D.; CHIEN, H.; PARASHIS, A. Guided implant surgery risks and their prevention. **Periodontology 2000**, v. 81, n. 1, p. 194-208, 2019.

TENÓRIO, J. R.; SOUZA, E.; GERBI, E.; VASCONCELOS, B. Prototipagem e cirurgia guiada em implantodontia. **Revista Faculdade Odontologia**, v. 20, n. 1, p. 110-114, 2015.

THOMÉ, G.; HERMANN, C.; THOMÉ, J.G.D.P.; SARTORI, I. A.D.M.; MELO, A.C.M. O uso da cirurgia guiada na reabilitação unitária em região estética. **J ILAPEO**, v.3, n.3, p. 1 - 5, 2009.

TORRES, F.M.A.; ALBALAT-ESTELA, S. ALCANIZ-RAYA, M.; PEÑARROCHA-DIAGO, M. CAD/CAM dental systems in implant dentistry: Update. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**, v.14, n.3, p. 141-145, 2009.

VAZ, A. S.; MACHADO, K. M. **Cirurgia guiada em implantodontia: revisão de literatura**, 2019.

VIDAL, F. B. **Cirurgia guiada, vantagens e desvantagens**. Relatório Final de Estágio Para a obtenção de Grau de Mestrado Integrado de Medicina Dentária. Instituto Universitário de Ciências da Saúde. 2018.18f.

YOUNES, F.; COSYN, J.; DE BRUYCKERE, T.; CLEYMAET, R.; BOUCKAERT, E.; EGHBALI, A. **A randomized controlled study on the accuracy of freehanded, pilot-drill guided and fully guided implant surgery in partially edentulous patients**, 2018.