

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

**MATHEUS BATISTA SERRA**

**INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IMPLANTODONTIA, DO PLANEJAMENTO  
AO ATO CIRÚRGICO: Revisão de literatura**

São Luís

2021

**MATHEUS BATISTA SERRA**

**INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IMPLANTODONTIA, DO PLANEJAMENTO  
AO ATO CIRÚRGICO: Revisão de literatura**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Odontologia.

Orientador(a): Prof. José Manoel Noguera Bazán

São Luís

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Centro Universitário – UNDB / Biblioteca

Serra, Matheus Batista

Inovações tecnológicas na implantodontia, do planejamento ao ato cirúrgico: revisão de literatura. / Matheus Batista Serra. — São Luís, 2021.

41f.

Orientador: Prof. José Manoel Nogueira Bazán.

Monografia (Graduação em Odontologia) - Curso de Odontologia – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2021.

1. Implantodontia. 2. Tomografia computadorizada. 3. Cirurgia guiada. 4. Planejamento cirúrgico. I. Título.

CDU 616.314-089.843

**MATHEUS BATISTA SERRA**

**INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IMPLANTODONTIA, DO PLANEJAMENTO  
AO ATO CIRÚRGICO: Revisão de Literatura**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof. José Manuel Noguera Bazán

Aprovada em 15/06/2021

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. José Manuel Noguera Bazán** (orientador)

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB

---

**Prof. Cícero Newton Lemos Felício Agostinho**

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB

---

**Prof. Otavio Augusto Matos**

Centro Integrado de Educação - CIEC

## **AGRADECIMENTOS**

Começo meus agradecimentos tendo como minha principal gratidão à Deus, por sempre me abençoar e me dar forças nos momentos mais difíceis, me possibilitando assim realizar mais um sonho em minha vida.

À minha mãe, por ser a mulher guerreira que és, sempre me apoiando em minhas decisões, por ter me dado educação e não ter medido esforços para fazer com que essa conquista fosse possível, dedico essa monografia a você, aqui deixo meu eterno agradecimento.

Agradeço à Ana Viviam, a pessoa que mais me apoiou, me dando forças em momentos em difíceis, que esteve ao lado desde o começo dessa jornada, não me deixando desistir, sendo uma parceira incrível com quem eu sempre possa contar, com quem aprendo mais a cada dia, fortalecendo assim nosso laço afetivo e nos engrandecendo como profissionais.

Agradeço à minha dupla durante todo o curso, Marcos Altyeres, sempre trocando experiências, adquirindo conhecimento, estudando juntos, superando dificuldades, aprendendo, errando e acertando.

Aos meus amigos de graduação João Travassos, Yasmim Barros, Alanna Arruda, Viviane Moreira e Luciano Furtado, onde durante esses anos de graduação compartilhamos muitas dificuldades e alegrias, que serão para sempre lembrados.

A meu orientador, José Manuel Noguera Bazán, pelo companheirismo e dedicação, por disponibilizar ensinamentos, guiando-me na construção deste trabalho.

Muito obrigado ao Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco e a todo o corpo docente do curso de Odontologia, sempre com extrema dedicação e trabalho árduo para proporcionar ensinamento, nos engrandecendo como pessoas e nos formando profissionais.

Obrigado a todos!!

## RESUMO

A implantodontia é uma especialidade da odontologia que permite o restabelecimento da função, estética e fonética, através de uma reabilitação protética na cavidade oral, apropriadas e semelhantes à naturalidade, restaurando assim a autoestima dos pacientes. Pensando na reabilitação bucal com implantes, uma característica importante é o fato deste ser imutável após a sua instalação, necessitando de um exímio planejamento, evitando maiores complicações. A reabilitação com implantes deve ser planejada de forma reversa, pensando em próteses diagnósticas, para que seja possível prever o resultado, bem como com auxílio de exames complementares, evidenciando a qualidade e a quantidade de tecido, seja mole ou ósseo, assim como a avaliação da necessidade de alterações para consentir o planejamento estabelecido. Tecnologias existentes auxiliam nesse planejamento, tais como a tomografia computadorizada e a cirurgia guiada, onde o planejamento cirúrgico é realizado através de softwares computadorizados, sendo construído um guia cirúrgico extremamente preciso. O presente estudo tem como objetivo avaliar e discutir a interferência de inovações tecnológicas na implantodontia, apresentando os pontos positivos e negativos da utilização destes métodos. Para isso, realizou-se uma revisão de literatura nas bases de dados PUBMED, MEDLINE, LILACS e SCIELO. Mediante revisão literária e discussão do tema, viu-se que, na atualidade, essas tecnologias estão se provando no âmbito da implantodontia, fazendo-se necessário cada vez mais o seu estudo, para que a aplicabilidade destes meios seja direcionada, proporcionando bons resultados.

**Palavras chaves:** Implantodontia. Tomografia computadorizada. Cirurgia Guiada por computador.

## **ABSTRACT**

Implantology is a specialty of dentistry that allows the restoration of function, esthetics and phonetics, through a prosthetic rehabilitation in the oral cavity, appropriate and similar to naturalness, thus restoring patients' self-esteem. Thinking about oral rehabilitation with implants, an important characteristic is the fact that it is immutable after its installation, requiring an excellent planning, avoiding further complications. The rehabilitation with implants must be planned in a reverse way, thinking about diagnostic prostheses, so that it is possible to predict the result, as well as with the aid of complementary exams, showing the quality and quantity of tissue, whether soft or bone, as well as the evaluation the need for changes to comply with the established planning. Existing technologies assist in this planning, such as computed tomography and guided surgery, where surgical planning is performed using computerized software, and an extremely accurate surgical guide is built. This study aims to evaluate and discuss the interference of technological innovations in implantology, presenting the positive and negative points of using these methods. For this, a literature review was carried out in the PUBMED, MEDLINE, LILACS and SCIELO databases. Through literary review and discussion of the topic, it was seen that, nowadays, these technologies are proving themselves in the scope of implantology, making their study increasingly necessary, so that the applicability of these means is directed, providing good results.

**Keywords:** Implantology. Computed tomography. Computer-guided surgery.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	07
<b>2. METODOLOGIA</b> .....	09
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	10
<b>3.1 Regeneração Óssea Guiada</b> .....	12
<b>3.2 Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico</b> .....	13
<b>3.3 Cirurgia Guiada por Computador</b> .....	15
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	17
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	20
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	21
<b>APENDICE A</b> .....	25

## 1 INTRODUÇÃO

A importância da estética e a busca por uma harmonia facial e dentária satisfatória são uma das grandes preocupações na atualidade. Frente à uma insatisfação com a sua própria aparência, fatores psicológicos e o convívio social podem tornar-se prejudicados. É importante salientar, ainda, que pessoas com uma aparência física mais harmônica têm melhores chances e oportunidades frente à carreira, principalmente (PEGORINI *et al.*, 2014).

Inúmeros podem ser os fatores para que a estética facial seja comprometida, dentre eles estão as ausências dentárias como fator principal, além de alterações que comprometam a oclusão, deformidades ósseas e gengivais decorrentes de traumas e alterações congênitas. Não obstante, a odontologia tem solução para diversos desses problemas, com auxílio da tecnologia e com os avanços em técnicas cirúrgicas, a reabilitação dos pacientes ocorre com rapidez e segurança (CODARI *et al.*, 2017).

Quando visualizamos especificamente a necessidade de que pessoas sejam reabilitadas por conta de ausências dentárias e defeitos ósseos, nota-se que milhões de pessoas precisam desse tratamento. Dessa forma, a exigência desse grupo de pessoas está maior, levando em consideração as limitações das próteses removíveis convencionais, onde a busca é recorrente por métodos reabilitadores odontológicos que proporcionem maior conforto e estética (DOHAN EHRENFEST *et al.*, 2018).

Desde a inserção dos primeiros implantes dentários na década de 1960, o campo da implantodontia se expandiu amplamente. Paralelamente ao desenvolvimento das técnicas de implante, a imagem médica foi modernizada com a radiografia intraoral digital, a radiografia panorâmica digital, a tomografia computadorizada (TC) por raios X e a aplicação mais ampla da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) (DEEB *et al.*, 2017).

Nesse sentido, a imagem é de fundamental relevância, não só para o planejamento e realização dos projetos de implantes dentários, como também para o monitoramento dos implantes. Um dos objetivos desse monitoramento é caracterizar e compreender a causa da perda do implante, de maneira a melhorar seu tratamento (MAZARO *et al.*, 2014).

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é uma técnica de

imagem digital avançada, que permite ao operador gerar fatias multiplanares de uma região de interesse e reconstruir uma imagem 3D dessas estruturas de interesse usando um feixe de raios-X rotativo em forma de cone, por meio de uma série de algoritmos matemáticos (NOGUEIRA *et al.*, 2012).

O advento da TCFC tornou possível visualizar a dentição, o esqueleto maxilofacial e a relação das estruturas anatômicas em três dimensões. O uso da TCFC na profissão odontológica está aumentando exponencialmente devido a maior oferta dos fabricantes de equipamentos e a crescente aceitação desta modalidade de imagem (FRANTZ *et al.*, 2020).

Com o auxílio da TCFC, um planejamento virtual pode ser realizado, para melhor visualização da morfologia óssea adjacente ao posicionamento dos implantes, melhorando assim a fabricação de próteses implantossuportadas, de acordo com um previsível planejamento dos implantes para o sucesso do tratamento, aumentando a taxa de sucesso do ato da cirurgia. Além disso, uma prótese fixa suportada por implante pode ser fabricada em laboratório utilizando os arquivos e imagens adquiridas na confecção do guia cirúrgico (JACOBS *et al.*, 2018).

Embora este procedimento possa ser vantajoso, é necessário cuidado especial, pois podem ocorrer algumas dificuldades para a inserção da prótese. Alguns estudos sobre cirurgia guiada por computador em implantologia foram realizadas para valorizar o planejamento reverso de posicionamento e angulação do implante de acordo com uma posição conduzida por prótese. Porém, alguns tópicos inconclusivos devem ser destacados, principalmente quanto às vantagens e limitações da cirurgia sem retalho (CAMARGO *et al.*, 2018).

Dessa maneira, compreendendo o papel e a revolução das novas tecnologias na odontologia e, em especial, na implantodontia, este estudo tem como objetivo avaliar a interferência de inovações tecnológicas na implantodontia, apresentando os pontos positivos e negativos da utilização destes métodos.

## 2 METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão de literatura do tipo narrativa com viés descritivo.

Este estudo utilizou como as plataformas Pubmed, Lilacs e Scielo, para coleta de dados, utilizando-se as palavras chaves “Implantodontia” (Implantology), “Tomografia computadorizada” (computed tomography) e “Cirurgia Guiada por computador” (Computer-guided surgery). Os critérios de inclusão utilizados abrangeram os artigos em português e inglês, revisões de literaturas, relatos de casos clínicos, com data de publicação entre 2010 e maio de 2021.

Critérios de exclusão foram documentos, capítulos de livros, resumos publicados em anais e congressos anteriores a 2010.

A seleção dos artigos foi realizada em três etapas, a priori houve a busca dos descritores nas bases de dados referidas, após a leitura dos títulos foi selecionado os quais mais se relacionava ao tema proposto, por fim, foi realizada a leitura do artigo completo para fundamentar esta pesquisa.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Nos últimos 50 anos, a implantodontia evoluiu de um tratamento experimental a uma opção altamente previsível para substituir dentes perdidos. É uma modalidade de tratamento amplamente utilizada na prática diária para pacientes edêntulos totais ou parciais, pois a terapia moderna com implantes oferece não apenas reestabelecimento funcional, além de diversas vantagens, que são notadas quando comparados com próteses fixas ou removíveis convencionais, produzindo também excelentes resultados a longo prazo (LÓPEZ-PÍRIZ *et al.*, 2019).

O marco da implantodontia na reabilitação oral foi iniciada há 50 anos, pela descoberta de que os implantes feitos de titânio puro poderiam alcançar ancoragem no osso em contato direto osso-implante. O mais importante e pioneiro da implantodontia moderna foi o Professor P. I. Branemark da Universidade de Gotemburgo (Suécia), que realizou inicialmente estudos pré-clínicos e clínicos na década de 1960. Mais tarde, denominou esse fenômeno de osseointegração, que hoje é um termo amplamente aceito (BORNSTEIN *et al.*, 2014).

No final dos anos 1960, o Professor Andre Schroeder, da Universidade cidade de Berna (Suíça), começou a examinar a integração entre os tecidos e os materiais de composição dos implantes, onde o seu grupo foi o primeiro a documentar o contato direto entre osso e implante para implantes de titânio em cortes histológicos. Alguns anos depois, ele também foi o primeiro pesquisador a relatar as reações entre os tecidos moles e os implantes de titânio (BUSER *et al.*, 2017).

Até meados da década de 1980, as diretrizes básicas sobre o procedimento cirúrgico e execução da osseointegração estavam estabelecidas. Tais diretrizes continham uma técnica cirúrgica de baixo trauma, preparando o local de instalação do implante, de modo a evitar o superaquecimento do osso durante o ato cirúrgico, a inserção do implante com estabilidade adequada e um período de cicatrização entre 3 e 6 meses sem carga protética funcional. Ambas as equipes de pesquisa concordaram sobre os princípios básicos da cirurgia de implantes (LEE *et al.*, 2014).

Assim, iniciou-se a fase de testes clínicos, onde Branemark usou implantes de titânio principalmente em mandíbulas edêntulas para apoiar próteses dentárias fixas, com o objetivo de melhorar o conforto de mastigação e a qualidade de vida para esses pacientes. Os resultados clínicos de até 15 anos de acompanhamento foram promissores, principalmente em mandíbula edêntula. Nesses testes iniciais, implantes

protótipos foram utilizados, apresentando uma superfície pulverizada com plasma de titânio. Sendo assim, a instalação foi feita em pacientes totalmente edêntulos, parcialmente edêntulos e em pacientes com arcadas dentárias encurtadas e com ausências unitárias (BUSER *et al.*, 2017).

O foco inicial da implantodontia era a devolução de função para pacientes totalmente edêntulos, porém as pesquisas envolvendo pacientes parcialmente edêntulos ganharam força, trazendo resultados encorajadores para este tipo de reabilitação. Desde então, pacientes parcialmente desdentados tornaram-se o grupo predominante. Consequentemente, se iniciou outro desafio, onde a busca passou a ser eminente em aspectos não apenas funcionais, mas também estéticos (FLÜGGE *et al.*, 2016).

Desta forma, a indústria teve que se adaptar, produzindo um maior número de componentes de implantes, como abutments angulados e estéticos de um único elemento e pilares cimentáveis. A pesquisa clínica foi impulsionada para melhorar a condição dos tecidos moles e duros. Esta demanda estética impulsionou também a busca pelo desenvolvimento de procedimentos de aumento ósseo, afim de superar deficiências ósseas locais que inviabilizavam a realização de implantes (ELGALI *et al.*, 2017).

Após os anos 2000, depois de muito desenvolvimento e significativo progresso no campo cirúrgico, uma nova fase se iniciou, focando agora os esforços em um ajuste fino do tratamento. A comunidade de pesquisa odontológica buscou melhorar o tratamento de implantes ainda mais, com o intuito de otimizar os chamados objetivos primários e secundários da terapia com implantes (FRANTZ *et al.*, 2020).

Os objetivos primários da terapia com implantes são dois: sendo o primeiro, alcançar resultados de tratamento bem-sucedidos do ponto de vista funcional, estético e fonético com alta previsibilidade e boa estabilidade a longo prazo, e o segundo, ter um baixo risco de complicações durante a cicatrização e durante o período de acompanhamento. Os resultados do tratamento são medidos principalmente pela avaliação da sobrevivência do implante e as taxas de sucesso, mas também cada vez mais de acordo com os resultados centrados no paciente (BUSER *et al.*, 2017)

Os objetivos secundários da terapia com implantes incluem o menor número possível de intervenções cirúrgicas, baixa dor e morbidade durante a cicatrização, curtos períodos de regeneração tecidual, curto tempo geral de tratamento e eficácia aceitável. Esses objetivos também são muito importantes para

os pacientes, mas são claramente de menor prioridade quando comparada com os objetivos primários (JENSEN *et al.*, 2013).

Um progresso significativo foi alcançado em relação a estética. Este se tornou um tópico de interesse crescente de acordo com que os anos avançavam, passando a ocupar o primeiro plano, se tornando prioridade para a grande maioria dos pacientes. Para atender tal demanda, diversas melhorias foram desenvolvidas, principalmente na área de planejamento, fornecendo uma melhor compreensão do correto posicionamento tridimensional do implante em relação à estética (JUNIOR *et al.*, 2020).

### **3.1 Regeneração Óssea Guiada**

A técnica cirúrgica mais bem documentada para aumento ósseo foi a Regeneração Óssea Guiada (ROG), inicialmente utilizando membranas para elevação do assoalho do seio maxilar. A técnica de regeneração óssea guiada foi iniciada com estudos pré-clínicos por volta do ano 1990. No mesmo período, os primeiros relatos de caso e estudos clínicos de curto prazo foram publicados para documentar várias aplicações desta técnica, sua eficácia e a capacidade de regeneração em pacientes (MILHOMEM *et al.*, 2014).

Durante a mesma década, modificações cirúrgicas foram implementados para melhorar a previsibilidade da técnica e reduzir o risco de complicações. Incluindo técnicas de incisão aprimoradas, utilização de dispositivos de fixação para estabilizar as membranas e o aplicação de enxertos ósseos para apoiar as membranas. Posteriormente, o uso de membranas reabsorvíveis se tornou cada vez mais popular, utilizando principalmente membranas de colágeno, reduzindo significativamente o número de intervenções cirúrgicas e a taxa de complicações (STRIPARI *et al.*, 2018).

Com o passar do tempo, a ROG foi se adaptando e os enxertos ósseos não apresentavam apenas a finalidade de apoiar mecanicamente as membranas e reduzir o risco de colapso da membrana durante a cicatrização. Propriedades biológicas também foram acrescentadas aos mesmos, apresentando capacidade osteogênica, afim de estimular uma nova formação óssea, tendo assim uma alta ou uma baixa taxa de substituição, o que influenciará diretamente na estabilidade do osso enxertado ao longo do tempo (GUILHERME *et al.*, 2019).

Para a regeneração óssea guiada pode-se utilizar alguns tipo de enxertos, como os enxertos autógenos (tecido retirado do próprio paciente), onde estes aumentam o contato osso-implante, diminuindo o tempo de cicatrização, necessitando assim de até 3 meses de cicatrização. Outro tipo de enxerto é o Xenógeno ou Heterogêneo, na qual o tecido ósseo utilizado é diferente da espécie do paciente. No caso, os tecidos ósseos de origem bovina são os mais utilizados, onde apresentam uma estabilidade de volume muito eficiente (RETZEPI *et al.*, 2010).

Assim, ainda em regeneração óssea guiada, pode-se utilizar de forma simultânea os materiais de enxertia a fibrina rica em plaquetas e leucócitos (L-PRF), com objetivo de acelerar a cicatrização, em procedimentos de levantamento do seio maxilar, por exemplo. Em virtude do aumento no rebordo alveolar, o concentrado plaquetário auxilia em um breve reparo tecidual, diminuindo o edema e dor durante o pós-cirúrgico e ainda reduz o risco de processos infecciosos (MAZARO *et al.*, 2014).

Além disso, em procedimentos de regeneração óssea guiada, a segunda geração de concentrados plaquetários influencia na menor reabsorção óssea durante o processo de cicatrização. Discos de L-PRF também podem ser usados no interior do alvéolo para minimizar defeitos teciduais e preparo do leito para posterior instalação de implantes. Portanto, o L-PRF pode ser utilizado em cirurgias peri-implantares e, ainda, após a extração no alvéolo dentário, e em cirurgias de instalação de implantes para regeneração óssea (ÖNCÜ *et al.*, 2016).

### **3.2 Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico**

Outro importante campo de melhoria foi alcançada na área de radiografia pré-operatória, usando a nova tecnologia de tomografia computadorizada (TC) de feixe cônico tridimensional, que foi descrito pela primeira vez no final da década de 1990. Esta tecnologia rapidamente substituiu a tomografia computadorizada odontológica, que foi usada em implantodontia durante a década de 1990. A principal preocupação com a tomografia computadorizada odontológica foi a exposição à radiação em pacientes, o que impediu sua ampla aplicação na prática (AZEVEDO *et al.*, 2020).

A nova tecnologia de tomografia computadorizada de feixe cônico ofereceu melhorias em relação à tomografia computadorizada odontológica, não só em relação à qualidade da imagem, mas também a respeito da exposição à radiação. O progresso

tecnológico da TCFC e a exposição à radiação muito reduzida levaram a uma aplicação consideravelmente mais ampla desta tecnologia na prática diária (MAZARO *et al.*, 2014).

A TCFC utiliza scanner de imagem extraoral, projetado especificamente para imagens de cabeça e pescoço, que produz imagens 3D do esqueleto maxilofacial. Ainda, envolve uma unidade que pode ser comparável em tamanho com uma máquina radiográfica panorâmica convencional. As máquinas de feixe cônico usam raios-x na forma de um grande cone cobrindo a superfície da cabeça e rosto a ser examinado, em vez de uma matriz linear de detectores como em uma TC, além disso, um bidimensional (2D) detector planar é usado (GREENBERG, 2015).

Como o feixe cônico irradia uma área de grande volume em vez de uma fatia fina, a máquina não precisa girar tantas vezes quanto na TC, ela gira uma vez dando todas as informações necessárias para reconstruir a região de interesse (ROI). Esta técnica permite que os profissionais obtenham imagens reconstruídas 2D em todos os planos, e reconstruções em 3 dimensões com baixo nível de exposição à radiação (JUNIOR *et al.*, 2020).

O advento da TCFC também foi uma base importante para o progresso digital na implantodontia, que influenciou tanto a cirurgia quanto aspectos protéticos. No campo cirúrgico, cada vez mais sofisticado, stents cirúrgicos foram criados, que podem ser usados para cirurgia de implante assistida por computador. Essas técnicas cirúrgicas de implante assistidas por computador eram frequentemente recomendadas para uma abordagem cirúrgica sem retalho (RIBEIRO *et al.*, 2020).

A TCFC é um elemento muito importante no planejamento digital para a cirurgia de implantes, visto que ela gera um arquivo de Comunicação de Imagens Digitais em Medicina (DICOM). A partir desse arquivo é feito todo o planejamento cirúrgico computadorizado, em softwares que detêm toda a biblioteca de implantes existentes no mercado, podendo assim observar todas as estruturas anatômicas e determinar com precisão a capacidade de instalação dos implantes (NOHARET *et al.*, 2019).

### **3.3 Cirurgia Guiada por Computador**

A cirurgia de implante guiada por computador tem sido um assunto de interesse fundamental para os profissionais de odontologia. O posicionamento correto

dos implantes proporciona diversas vantagens, como resultados estéticos e protéticos favoráveis, estabilidade a longo prazo da região peri-implantar com os tecidos duros e moles, fornecendo também uma maior probabilidade de que uma oclusão adequada seja alcançada (VAN DER MEER *et al.*, 2012).

Além disso, de acordo com o correto posicionamento do implante, é possível que as próteses finais sejam projetadas de forma otimizada e torna viável evitar restaurações cimentadas. Conseqüentemente, todos esses fatores podem contribuir para o sucesso a longo prazo dos implantes dentários. Além disso, vários requisitos, tais como a distância interimplante desejada, distância dente - implante, profundidade do implante e outros aspectos, fizeram o planejamento virtual do implante uma ferramenta importante para o sucesso do tratamento ideal (D'HAESE *et al.*, 2017).

Algo fundamental no planejamento computadorizado é a obtenção de imagens através da TCFC, que em combinação com ferramentas de imagem tridimensionais, gerou a um grande avanço no planejamento do tratamento com implantes virtuais. Assim, juntamente com softwares de planejamento de implantes, é possível planejar virtualmente a posição ideal do implante, ao mesmo tempo em que se analisa as estruturas anatômicas vitais, atendendo aos requisitos protéticos necessários (MORASCHINI *et al.*, 2015).

Conseqüentemente, este processo resulta, em última análise, na transferência da posição virtual planejada do implante do computador para o paciente. Além disso, dispositivos de digitalização intra-oral começaram recentemente a contribuir consideravelmente a essas novas modalidades de tratamento, podendo sobrepor as imagens do arquivo gerado a partir da TCFC com o arquivo obtido, através da digitalização intra-oral, apresentando assim uma visão mais realista dos tecidos moles e duros, além dos elementos dentais do paciente. Isto permite, posteriormente, executar o planejamento da futura restauração protética (TENÓRIO *et al.*, 2015).

Assim, a partir dessa combinação de imagens é possível produzir um guia cirúrgico com alta precisão, afim de guiar o procedimento cirúrgico e a instalação dos implantes. A produção de guias é baseada em modelos e os guias são feitos em laboratório através do sistema de computer-aided design (CAD) /computer-aided manufacturing (CAM) através da fresagem ou impressão 3D. Sistemas baseados em modelos usam um dispositivo de produção de guia baseado em laboratório. A base

para a fabricação dos guias cirúrgicos é a biblioteca de implantes fornecida pelo software de planejamento (GREENBERG *et al.*, 2015).

Este plano contém quatro parâmetros para a posição espacial de cada implante e informações de profundidade para a colocação dos suportes para o guia cirúrgico. O modelo de digitalização é encaixado no modelo mestre que representa o paciente. A principal desvantagem dessa abordagem é o número de passos não digitais necessários para projetar e produzir o guia cirúrgico, junto com a possibilidade que erros humanos ocorram durante diferentes etapas do planejamento (DE ARAÚJO GOMES *et al.*, 2020).

Vários ensaios clínicos avaliaram o resultado do tratamento em implantes instalados sem retalho. Implantes colocados após perfurar os tecidos da mucosa com uma broca, sem retalhos, apresenta uma irrigação direta ao osso não efetiva durante a instalação, porém o tratamento mostrou o mesmo grau de osseointegração e sem reações adversas. Entretanto, a taxa de falha é maior em locais implantados imediatamente após a extração do dente. Outros estudos, por sua vez, relataram uma taxa de falha de 25% dos implantes únicos com carga imediata, instalados com cirurgia sem retalho em comparação com nenhuma falha para um grupo que instala a prótese tardiamente (D'HAESE *et al.*, 2017).

## 4 DISCUSSÃO

A tomografia computadorizada representou um grande marco na odontologia, pois neste exame é possível ter uma imagem tridimensional em variados cortes. Conforme Pegorini *et al.*, (2013) a TC é um dos exames de imagem mais importantes no tratamento com implantes, já que é possível analisar a espessura óssea residual para propor um adequado planejamento ao paciente. Esta informação é corroborada por Jacobs *et al.*, (2018) que afirmam o uso da TC como imprescindível, principalmente no momento pré-cirúrgico.

Segundo Greenberg (2015) o planejamento de implantes dentários pode ainda contar com a utilização de guias cirúrgicos auxiliados pelas TC. De acordo com Noharet e Van Dooren (2019) para que haja um resultado estético ideal em uma prótese suportada por implante após uma exodontia é preciso combinar técnicas radiográficas e TC para indicar a colocação imediata. Segundo os autores, uma análise tridimensional possibilita um implante mais preciso.

Segundo Deeb e colaboradores (2016), dos fatores mais importantes associados ao sucesso do implante e a prevenção de complicações, o planejamento pré-cirúrgico avalia a quantidade de osso disponível e seleciona o implante ideal conforme seu comprimento e largura. Destarte, a TCFC é mais eficaz se comparada as técnicas radiográficas para identificar a localização e posicionamento do implante. Conforme os autores, não são todos os casos que são necessárias a TCFC, visto que o objeto do estudo deles foi comparar o uso do exame clínico e radiográfico e a TCFC.

Um estudo de Deeb *et al.* (2016) concluiu que o TCFC é preciso quanto à previsão do tamanho do implante. Com isso, mesmo que a imagem tridimensional fosse mais adequada, foi notada uma diferença 1,5 mm no comprimento ou largura, este dado não foi clinicamente significativo para o sucesso do implante. Não obstante, é imprescindível que o implante não seja instalado próximo às estruturas vitais, como o nervo alveolar inferior, no ramo da mandíbula.

Contudo, Jacobs e Quirynen (2014) se contrapõem ao estudo dos autores Deeb *et al.* (2016), explicitando, por sua vez, que mesmo com várias modalidades de imagem disponíveis a TC possibilita uma imagem seccional, que é preferida para o planejamento na implantodontia. Sendo este planejamento imprescindível para evitar danos neurovasculares e possibilitar a integração anatômica, funcional e fatores biomecânicos e estéticos. Os autores complementam ainda que as radiografias

convencionais são primeira escolha para avaliação dentária e periodontal inicial, mas não para o planejamento de implantes, visto que não é possível identificar a dimensão e morfologia óssea.

Sabe-se que as radiografias convencionais fornecem imagens limitadas em tamanho e com distorções. O estudo e planejamento voltado para a anatomia do paciente é necessária. Portanto, acredita-se que a TC é fundamental no planejamento para a instalação de implantes. Destarte, é esperado que mais estudos sejam publicados nessa área sobre tal relevante temática.

A implantodontia evoluiu ao longo dos anos, dentre outras tecnologias que surgiram, houve um avanço quanto aos limites biológicos, principalmente em face às deficiências ósseas, pela presença da reabsorção sofrida após a perda dentária. Logo, nota-se a importância de destacar a regeneração óssea guiada. A literatura afirma que esta pode ser realizada de diversas maneiras, tais como através do uso de biomateriais e membranas (MAZARO *et al.*, 2014).

O uso de biomateriais e membranas possuem um impacto positivo frente ao prognóstico do tratamento reabilitador com implantes. Buser *et al.* (2011) em seu estudo prospectivo perceberam que a ROG é fundamental para a região estética. Por conseguinte, Covani e colaboradores (2012) em seu estudo prospectivo de 10 anos, que compararam um grupo de pacientes que foram operados com ROG e um grupo que não, os pacientes que não foram contemplados pela ROG evoluíram com recessão gengival posteriormente.

Objetivando propor melhorias estéticas nos procedimentos e promover cicatrização mais rápida, principalmente na implantodontia, em comparação com os biomateriais, a fibrina rica em plaquetas e leucócitos (L-PRF) é considerada uma tecnologia relativamente simples e de baixo custo. Este é um biomaterial eficaz que traz resultados expressivos em curto prazo (TAHMASEB *et al.*, 2014)

Objetivando o aumento no rebordo alveolar, o concentrado plaquetário auxilia no reparo tecidual. Kokdere, Baykul e Findik (2015) afirmam que o L-PRF diminui o edema e dor durante o pós-cirúrgico e ainda reduz o risco de processos infecciosos. Além disso, em procedimentos de regeneração óssea guiada, a segunda geração de concentrados plaquetários influencia na menor reabsorção óssea durante o processo de cicatrização. Discos de L-PRF também podem ser usados no interior do alvéolo para minimizar defeitos teciduais e preparo do leito para posterior instalação de implantes.

Outra técnica para instalação de implantes consiste na utilização de guias cirúrgicos, estes servem de orientação para a instalação de implantes, além de permitir o planejamento de melhores sítios e angulação dos implantes. Dessa forma, uma etapa anterior consiste no planejamento virtual pré-operatório, este pode ser feito também por meio da tecnologia CAD/CAM (PEREIRA; DA SILVA; ROMEIRO, 2019).

Procedimentos de implante guiados por computador frequentemente têm sido recomendado em casos com análises anatômicas críticas (por exemplo, um implante a ser colocado adjacente ao nervo mandibular). Portanto, o conhecimento do desvio potencial máximo do implante desses sistemas é altamente relevante para a prática clínica diária e deve ser levado em consideração (DE ARAÚJO GOMES *et al.*, 2020).

Várias complicações cirúrgicas e protéticas foram relatadas na literatura quando a cirurgia guiada por computador foi aplicada. As complicações relatadas com mais frequência estão relacionadas as alterações no plano cirúrgico, perda precoce do implante devido à falta de estabilidade primária e fratura protética (VERCRUYSSSEN *et al.*, 2015).

Novos desenvolvimentos técnicos em tecnologia odontológica digital tiveram de fato um grande impacto na informática e cirurgia de implante guiada. Ainda, novos avanços tecnológicos feitos em software e hardware têm significada aquisição e processamento de dados significativamente melhorados (ou seja, imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico com uma visão geral mais realista dos ossos e das estruturas anatômicas) (D'HAESE *et al.*, 2017).

## CONCLUSÃO

Observa-se, portanto, que o desenvolvimento dos procedimentos de design / fabricação de guias cirurgicos assistidos por computador, utilizando a tomografia computadorizada de feixe cônico são novas ferramentas capazes de gerar benefícios, principalmente em etapa pré-cirúrgica. Com base na literatura disponível, contudo, ainda não existe nenhuma evidência decisiva que sugira que a cirurgia assistida por computador é superior aos procedimentos convencionais em termos de segurança, resultados de tratamento, morbidade ou eficiência. A precisão desses sistemas depende de todos os erros cumulativos e interativos envolvidos, a partir do conjunto da aquisição de dados ao procedimento cirúrgico.

No entanto, pode-se prever que novos desenvolvimentos (como impressão) e tecnologias aprimoradas (como navegação em tempo real e combinação aprimorada de dados radiográficos e clínicos) terão um impacto positivo na cirurgia guiada. Levando em consideração os novos desenvolvimentos, preparação do paciente e planejamento prévio e execução cirúrgica, observa-se um futuro promissor.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, Brunna Huckleberry Siqueira de. **A utilização da tomografia computadorizada como recurso pré-operatório em cirurgia de implantodontia.** 2020.
- CAMARGO, Isabella Figueiredo *et al.* Sistemas CAD/CAM e suas Aplicações na Odontologia: revisão da literatura. **Revista Uningá**, v. 55, n. S3, p. 221-228, 2018.
- CODARI, Marina *et al.* Quantitative evaluation of metal artifacts using different CBCT devices, high-density materials and field of views. **Clinical oral implants research**, v. 28, n. 12, p. 1509-1514, 2017.
- BORNSTEIN, Michael M. *et al.* Consensus statements and recommended clinical procedures regarding contemporary surgical and radiographic techniques in implant dentistry. **The International journal of oral & maxillofacial implants**, v. 29, p. 78, 2014.
- BUSER, Daniel; SENNERBY, Lars; DE BRUYN, Hugo. Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. **Periodontology 2000**, v. 73, n. 1, p. 7-21, 2017.
- COVANI, Ugo *et al.* A 10-year evaluation of implants placed in fresh extraction sockets: A prospective cohort study. **Journal of Periodontology**, v. 83, n. 10, p. 1226-1234, 2012.
- DE ARAÚJO GOMES, Bruno *et al.* Reabilitação oral com implante dental instalado pela técnica da cirurgia guiada planejada virtualmente. **REVISTA FAIPE**, v. 10, n. 1, p. 10-20, 2020.
- DEEB, George *et al.* Is cone-beam computed tomography always necessary for dental implant placement?. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 75, n. 2, p. 285-289, 2017.
- D'HAESE, Jan *et al.* Current state of the art of computer-guided implant surgery. **Periodontology 2000**, v. 73, n. 1, p. 121-133, 2017.
- DOHAN EHRENFEST, David *et al.* The impact of the centrifuge characteristics and centrifugation protocols on the cells, growth factors, and fibrin architecture of a leukocyte-and platelet-rich fibrin (L-PRF) clot and membrane. **Platelets**, v. 29, n. 2, p. 171-184, 2018.
- ELGALI, Ibrahim *et al.* Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited. **European journal of oral sciences**, v. 125, n. 5, p. 315-337, 2017.

FLÜGGE, Tabea V. et al. Precision of Dental Implant Digitization Using Intraoral Scanners. **The International journal of prosthodontics**, v. 29, n. 3, p. 277-283, 2016.

FRANTZ, Bruna et al. Avaliação da fidedignidade da tomografia computadorizada de feixe cônico para uso na cirurgia guiada em implantodontia. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 1, n. 1, p. 17-24, 2020.

GUILHERME, Adérico Santana *et al.* Implantes osseointegráveis em áreas com levantamento do seio maxilar e enxertos ósseos. **RGO**, v. 57, n. 2, p. 157-163, 2019.

GREENBERG, Alex M. Digital technologies for dental implant treatment planning and guided surgery. **Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America**, v. 27, n. 2, p. 319-340, 2015.

JACOBS, Reinhilde *et al.* Cone beam computed tomography in implant dentistry: recommendations for clinical use. **BMC Oral Health**, v. 18, n. 1, p. 1-16, 2018.

JACOBS, Reinhilde; QUIRYNEN, Marc. Dental cone beam computed tomography: justification for use in planning oral implant placement. **Periodontology 2000**, v. 66, n. 1, p. 203-213, 2014.

JENSEN, Thomas et al. Bone-to-implant contact after maxillary sinus floor augmentation with Bio-Oss and autogenous bone in different ratios in mini pigs. **Clinical oral implants research**, v. 24, n. 6, p. 635-644, 2013.

JUNIOR, Nivaldo Marcelino dos Santos. **Cirurgia guiada em implantologia: indicações e limitações**. 2020.

LEE, Sang-Woon; KIM, Seong-Gon. Membranes for the guided bone regeneration. **Maxillofacial plastic and reconstructive surgery**, v. 36, n. 6, p. 239, 2014.

LÓPEZ-PÍRIZ, Roberto et al. Current state-of-the-art and future perspectives of the three main modern implant-dentistry concerns: Aesthetic requirements, mechanical properties, and peri-implantitis prevention. **Journal of Biomedical Materials Research Part A**, v. 107, n. 7, p. 1466-1475, 2019.

MAZARO, José Vitor Quinelli *et al.* Regeneração óssea guiada em implantodontia-relato de caso. **RFO UPF**, v. 19, n. 1, p. 121-128, 2014.

MILHOMEM, Misia Leani Araújo. Enxertos autógenos intrabucais em implantodontia—revisão de literatura. **AMAZÔNIA: SCIENCE & HEALTH**, v. 2, n. 3, p. 32-37, 2014.

MORASCHINI, V. et al. Implant survival rates, marginal bone level changes, and complications in full-mouth rehabilitation with flapless computer-guided surgery: a systematic review and meta-analysis. **International journal of oral and maxillofacial surgery**, v. 44, n. 7, p. 892-901, 2015.

NOGUEIRA, Alexandre Simões et al. Tomografia computadorizada de feixe cônico em implantodontia oral: Relato de série de casos. **Revista da Associação Paulista de Cirurgios Dentistas**, v. 66, n. 3, p. 227-233, 2012.

NOHARET, Renaud; VAN DOOREN, Eric. Combination of cone beam computed tomography and CAD-CAM techniques for maintaining natural emergence profile in immediate extraction and/or implant placement and restoration of a central incisor: A dental technique. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 122, n. 3, p. 193-197, 2019.

ÖNCÜ, Elif *et al.* Positive effect of platelet rich fibrin on osseointegration. **Medicina oral, patologia oral y cirugía bucal**, v. 21, n. 5, 2016.

PEGORINI, Vinicius Silveira *et al.* Planejamento virtual e cirurgia guiada em implantodontia. **Revista Saúde Integrada**, v. 6, n. 11, p. 243-261, 2014.

RETZEPI, M. A. R. I.; DONOS, N. Guided bone regeneration: biological principle and therapeutic applications. **Clinical oral implants research**, v. 21, n. 6, p. 567-576, 2010.

RIBEIRO, Gustavo Salem et al. Cirurgia guiada de implante dentário relato de caso. **Full dent. sci**, p. 136-143, 2019.

STRIPARI, J. M. et al. Cirurgia guiada por computador em área estética maxilar. **ARCHIVES OF HEALTH INVESTIGATION**, v. 7, 2018.

TAHMASEB, Ali et al. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 29, 2014.

TENÓRIO, Jefferson da Rocha *et al.* Prototipagem e cirurgia guiada em implantodontia: revisão de literatura. **RFO UPF**, v. 20, n. 1, p. 110-114, 2015.

VAN DER MEER, Wicher J. et al. Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. **PloS one**, v. 7, n. 8, p. e43312, 2012.

VERCRUYSSSEN, Marjolein et al. Computer-supported implant planning and guided surgery: a narrative review. **Clinical oral implants research**, v. 26, p. 69-76, 2015.

## APÉNDICE

APÊNDICE A – Artigo Científico

**INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IMPLANTODONTIA, DO PLANEJAMENTO  
AO ATO CIRÚRGICO: revisão de literatura**

TECHNOLOGICAL INNOVATIONS IN IMPLANTODONTY, PLANNING  
TO THE SURGICAL ACT: literature review

José Bazan<sup>1</sup>

Matheus Batista Serra<sup>2</sup>

**RESUMO**

A implantodontia é uma especialidade da odontologia que permite o restabelecimento da função, estética e fonética, através de uma reabilitação protética na cavidade oral, apropriadas e semelhantes à naturalidade. A reabilitação com implantes deve ser planejada de forma reversa, pensando em próteses diagnósticas, prevendo o resultado, bem como com auxílio de exames complementares, evidenciando a qualidade e a quantidade de tecido, seja mole ou ósseo, assim como a avaliação da necessidade de alterações para consentir o planejamento estabelecido. Tecnologias existentes auxiliam nesse planejamento, tais como a tomografia computadorizada e a cirurgia guiada, onde o planejamento cirúrgico é realizado através de softwares computadorizados, sendo construído um guia cirúrgico. O presente estudo tem como objetivo avaliar e discutir a interferência de inovações tecnológicas na implantodontia, apresentando os pontos positivos e negativos da utilização destes métodos. Para isso, realizou-se uma revisão de literatura nas bases de dados PUBMED, MEDLINE, LILACS e SCIELO. Mediante revisão literária e discussão do tema, viu-se que, na atualidade, essas tecnologias estão se provando no âmbito da implantodontia, fazendo-se necessário cada vez mais o seu estudo, para que a aplicabilidade destes meios seja direcionada, proporcionando bons resultados.

**Palavras chaves:** Implantodontia. Tomografia computadorizada. Cirurgia Guiada por computador.

<sup>1</sup>Professor do curso de Graduação em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB).

<sup>2</sup>Graduando em Odontologia da UNDB – Centro Universitário. São Luís, MA, Brasil

---

## ABSTRACT

Implantology is a specialty of dentistry that allows the restoration of function, esthetics and phonetics, through a prosthetic rehabilitation in the oral cavity, appropriate and similar to naturalness, thus restoring patients' self-esteem. The rehabilitation with implants must be planned in a reverse way, thinking about diagnostic prostheses, so that it is possible to predict the result, as well as with the aid of complementary exams, showing the quality and quantity of tissue, whether soft or bone, as well as the evaluation the need for changes to comply with the established planning. Existing technologies assist in this planning, such as computed tomography and guided surgery, where surgical planning is performed using computerized software, and an extremely accurate surgical guide is built. This study aims to evaluate and discuss the interference of technological innovations in implantology, presenting the positive and negative points of using these methods. For this, a literature review was carried out in the PUBMED, MEDLINE, LILACS and SCIELO databases. Through literary review and discussion of the topic, it was seen that, nowadays, these technologies are proving themselves in the scope of implantology, making their study increasingly necessary, so that the applicability of these means is directed, providing good results.

**Keywords:** Implantology. Computed tomography. Computer-guided surgery.

## 1 INTRODUÇÃO

A importância da estética e a busca por uma harmonia facial e dentária satisfatória são uma das grandes preocupações na atualidade. Frente à uma insatisfação com a sua própria aparência, fatores psicológicos e o convívio social podem tornar-se prejudicados. É importante salientar, ainda, que pessoas com uma aparência física mais harmônica têm melhores chances e oportunidades frente à carreira, principalmente (PEGORINI *et al.*, 2014).

Inúmeros podem ser os fatores para que a estética facial seja comprometida, dentre eles estão as ausências dentárias como fator principal, além de alterações que comprometam a oclusão, deformidades ósseas e gengivais decorrentes de traumas e alterações congênitas. Não obstante, a odontologia tem solução para diversos desses problemas, com auxílio da tecnologia e com os avanços em técnicas cirúrgicas, a reabilitação dos pacientes ocorre com rapidez e segurança (CODARI *et al.*, 2017).

Quando visualizamos especificamente a necessidade de que pessoas sejam reabilitadas por conta de ausências dentárias e defeitos ósseos, nota-se que milhões de pessoas precisam desse tratamento. Dessa forma, a exigência desse grupo de pessoas está maior, levando em consideração as limitações das próteses removíveis convencionais, onde a busca é recorrente por métodos reabilitadores odontológicos que proporcionem maior conforto e estética (DOHAN EHRENFEST *et al.*, 2018).

Desde a inserção dos primeiros implantes dentários na década de 1960, o campo da implantodontia se expandiu amplamente. Paralelamente ao desenvolvimento das técnicas de implante, a imagem médica foi modernizada com a radiografia intraoral digital, a radiografia panorâmica digital, a tomografia computadorizada (TC) por raios X e a aplicação mais ampla da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) (DEEB *et al.*, 2017).

Nesse sentido, a imagem é de fundamental relevância, não só para o planejamento e realização dos projetos de implantes dentários, como também para o monitoramento dos implantes. Um dos objetivos desse monitoramento é caracterizar e compreender a causa da perda do implante, de maneira a melhorar seu tratamento (MAZARO *et al.*, 2014).

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é uma técnica de

imagem digital avançada, que permite ao operador gerar fatias multiplanares de uma região de interesse e reconstruir uma imagem 3D dessas estruturas de interesse usando um feixe de raios-X rotativo em forma de cone, por meio de uma série de algoritmos matemáticos (NOGUEIRA *et al.*, 2012).

O advento da TCFC tornou possível visualizar a dentição, o esqueleto maxilofacial e a relação das estruturas anatômicas em três dimensões. O uso da TCFC na profissão odontológica está aumentando exponencialmente devido a maior oferta dos fabricantes de equipamentos e a crescente aceitação desta modalidade de imagem (FRANTZ *et al.*, 2020).

Com o auxílio da TCFC, um planejamento virtual pode ser realizado, para melhor visualização da morfologia óssea adjacente ao posicionamento dos implantes, melhorando assim a fabricação de próteses implantossuportadas, de acordo com um previsível planejamento dos implantes para o sucesso do tratamento, aumentando a taxa de sucesso do ato da cirurgia. Além disso, uma prótese fixa suportada por implante pode ser fabricada em laboratório utilizando os arquivos e imagens adquiridas na confecção do guia cirúrgico (JACOBS *et al.*, 2018).

Embora este procedimento possa ser vantajoso, é necessário cuidado especial, pois podem ocorrer algumas dificuldades para a inserção da prótese. Alguns estudos sobre cirurgia guiada por computador em implantologia foram realizadas para valorizar o planejamento reverso de posicionamento e angulação do implante de acordo com uma posição conduzida por prótese. Porém, alguns tópicos inconclusivos devem ser destacados, principalmente quanto às vantagens e limitações da cirurgia sem retalho (CAMARGO *et al.*, 2018).

Dessa maneira, compreendendo o papel e a revolução das novas tecnologias na odontologia e, em especial, na implantodontia, este estudo tem como objetivo avaliar a interferência de inovações tecnológicas na implantodontia, apresentando os pontos positivos e negativos da utilização destes métodos.

## **2 METODOLOGIA**

O presente estudo trata-se de uma revisão de literatura do tipo narrativa com viés descritivo.

Este estudo utilizou como as plataformas Pubmed, Lilacs e Scielo, para coleta de dados, utilizando-se as palavras chaves “Implantodontia” (Implantology), “Tomografia computadorizada” (computed tomography) e “Cirurgia Guiada por computador” (Computer-guided surgery). Os critérios de inclusão utilizados abrangeram os artigos em português e inglês, revisões de literaturas, relatos de casos clínicos, com data de publicação entre 2010 e maio de 2021.

Critérios de exclusão foram documentos, capítulos de livros, resumos publicados em anais e congressos anteriores a 2010.

A seleção dos artigos foi realizada em três etapas, a priori houve a busca dos descritores nas bases de dados referidas, após a leitura dos títulos foi selecionado os quais mais se relacionava ao tema proposto, por fim, foi realizada a leitura do artigo completo para fundamentar esta pesquisa.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

Nos últimos 50 anos, a implantodontia evoluiu de um tratamento experimental a uma opção altamente previsível para substituir dentes perdidos. É uma modalidade de tratamento amplamente utilizada na prática diária para pacientes edêntulos totais ou parciais, pois a terapia moderna com implantes oferece não apenas reestabelecimento funcional, além de diversas vantagens, que são notadas quando comparados com próteses fixas ou removíveis convencionais, produzindo também excelentes resultados a longo prazo (LÓPEZ-PÍRIZ *et al.*, 2019).

O marco da implantodontia na reabilitação oral foi iniciada há 50 anos, pela descoberta de que os implantes feitos de titânio puro poderiam alcançar ancoragem no osso em contato direto osso-implante. O mais importante e pioneiro da implantodontia moderna foi o Professor P. I. Branemark da Universidade de Gotemburgo (Suécia), que realizou inicialmente estudos pré-clínicos e clínicos na década de 1960. Mais tarde, denominou esse fenômeno de osseointegração, que hoje é um termo amplamente aceito (BORNSTEIN *et al.*, 2014).

Até meados da década de 1980, as diretrizes básicas sobre o procedimento cirúrgico e execução da osseointegração estavam estabelecidas. Tais diretrizes continham uma técnica cirúrgica de baixo trauma, preparando o local de instalação do implante, de modo a evitar o superaquecimento do osso durante o ato cirúrgico, a inserção do implante com estabilidade adequada e um período de cicatrização entre

3 e 6 meses sem carga protética funcional. Ambas as equipes de pesquisa concordaram sobre os princípios básicos da cirurgia de implantes (LEE *et al.*, 2014).

Assim, iniciou-se a fase de testes clínicos, onde Branemark usou implantes de titânio principalmente em mandíbulas edêntulas para apoiar próteses dentárias fixas, com o objetivo de melhorar o conforto de mastigação e a qualidade de vida para esses pacientes. Os resultados clínicos de até 15 anos de acompanhamento foram promissores, principalmente em mandíbula edêntula. (BUSER *et al.*, 2017).

O foco inicial da implantodontia era a devolução de função para pacientes totalmente edêntulos, porém as pesquisas envolvendo pacientes parcialmente edêntulos ganharam força, trazendo resultados encorajadores para este tipo de reabilitação. Desde então, pacientes parcialmente desdentados tornaram-se o grupo predominante. Conseqüentemente, se iniciou outro desafio, onde a busca passou a ser eminente em aspectos não apenas funcionais, mas também estéticos (FLÜGGE *et al.*, 2016).

Desta forma, a indústria teve que se adaptar, produzindo um maior número de componentes de implantes, como abutments angulados e estéticos de um único elemento e pilares cimentáveis. A pesquisa clínica foi impulsionada para melhorar a condição dos tecidos moles e duros. Esta demanda estética impulsionou também a busca pelo desenvolvimento de procedimentos de aumento ósseo, afim de superar deficiências ósseas locais que inviabilizavam a realização de implantes (ELGALI *et al.*, 2017).

Após os anos 2000, depois de muito desenvolvimento e significativo progresso no campo cirúrgico, uma nova fase se iniciou, focando agora os esforços em um ajuste fino do tratamento. A comunidade de pesquisa odontológica buscou melhorar o tratamento de implantes ainda mais, com o intuito de otimizar os chamados objetivos primários e secundários da terapia com implantes (FRANTZ *et al.*, 2020).

Os objetivos primários da terapia com implantes são dois: sendo o primeiro, alcançar resultados de tratamento bem-sucedidos do ponto de vista funcional, estético e fonético com alta previsibilidade e boa estabilidade a longo prazo, e o segundo, ter um baixo risco de complicações durante a cicatrização e durante o período de acompanhamento. (BUSER *et al.*, 2017)

Os objetivos secundários da terapia com implantes incluem o menor número possível de intervenções cirúrgicas, baixa dor e morbidade durante a cicatrização, curtos períodos de regeneração tecidual, curto tempo geral de

tratamento e eficácia aceitável. Esses objetivos também são muito importantes para os pacientes, mas são claramente de menor prioridade quando comparada com os objetivos primários (JENSEN *et al.*, 2013).

Um progresso significativo foi alcançado em relação a estética. Este se tornou um tópico de interesse crescente de acordo com que os anos avançavam, passando a ocupar o primeiro plano, se tornando prioridade para a grande maioria dos pacientes. Para atender tal demanda, diversas melhorias foram desenvolvidas, principalmente na área de planejamento, fornecendo uma melhor compreensão do correto posicionamento tridimensional do implante em relação à estética (JUNIOR *et al.*, 2020).

### **3.1 Regeneração Óssea Guiada**

A técnica cirúrgica mais bem documentada para aumento ósseo foi a Regeneração Óssea Guiada (ROG), inicialmente utilizando membranas para elevação do assoalho do seio maxilar. A técnica de regeneração óssea guiada foi iniciada com estudos pré-clínicos por volta do ano 1990. No mesmo período, os primeiros relatos de caso e estudos clínicos de curto prazo foram publicados para documentar várias aplicações desta técnica, sua eficácia e a capacidade de regeneração em pacientes (MILHOMEM *et al.*, 2014).

Durante a mesma década, modificações cirúrgicas foram implementados para melhorar a previsibilidade da técnica e reduzir o risco de complicações. Incluindo técnicas de incisão aprimoradas, utilização de dispositivos de fixação para estabilizar as membranas e o aplicação de enxertos ósseos para apoiar as membranas. Posteriormente, o uso de membranas reabsorvíveis se tornou cada vez mais popular, utilizando principalmente membranas de colágeno, reduzindo significativamente o número de intervenções cirúrgicas e a taxa de complicações (STRIPARI *et al.*, 2018).

Com o passar do tempo, a ROG foi se adaptando e os enxertos ósseos não apresentavam apenas a finalidade de apoiar mecanicamente as membranas e reduzir o risco de colapso da membrana durante a cicatrização. Propriedades biológicas também foram acrescentadas aos mesmos, apresentando capacidade osteogênica, afim de estimular uma nova formação óssea, tendo assim uma alta ou uma baixa taxa de substituição, o que influenciará diretamente na estabilidade do osso enxertado ao longo do tempo (GUILHERME *et al.*, 2019).

Para a regeneração óssea guiada pode-se utilizar alguns tipo de enxertos, como os enxertos autógenos (tecido retirado do próprio paciente), onde estes aumentam o contato osso-implante, diminuindo o tempo de cicatrização, necessitando assim de até 3 meses de cicatrização. Outro tipo de enxerto é o Xenógeno ou Heterogêneo, na qual o tecido ósseo utilizado é diferente da espécie do paciente. No caso, os tecidos ósseos de origem bovina são os mais utilizados, onde apresentam uma estabilidade de volume muito eficiente (RETZEPI *et al.*, 2010).

Assim, ainda em regeneração óssea guiada, pode-se utilizar de forma simultânea os materiais de enxertia a fibrina rica em plaquetas e leucócitos (L-PRF), com objetivo de acelerar a cicatrização, em procedimentos de levantamento do seio maxilar, por exemplo. Em virtude do aumento no rebordo alveolar, o concentrado plaquetário auxilia em um breve reparo tecidual, diminuindo o edema e dor durante o pós-cirúrgico e ainda reduz o risco de processos infecciosos (MAZARO *et al.*, 2014).

Além disso, em procedimentos de regeneração óssea guiada, a segunda geração de concentrados plaquetários influencia na menor reabsorção óssea durante o processo de cicatrização. Discos de L-PRF também podem ser usados no interior do alvéolo para minimizar defeitos teciduais e preparo do leito para posterior instalação de implantes. Portanto, o L-PRF pode ser utilizado em cirurgias peri-implantares e, ainda, após a extração no alvéolo dentário, e em cirurgias de instalação de implantes para regeneração óssea (ÖNCÜ *et al.*, 2016).

### **3.2 Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico**

Outro importante campo de melhoria foi alcançada na área de radiografia pré-operatória, usando a nova tecnologia de tomografia computadorizada (TC) de feixe cônico tridimensional, que foi descrito pela primeira vez no final da década de 1990. Esta tecnologia rapidamente substituiu a tomografia computadorizada odontológica, que foi usada em implantodontia durante a década de 1990. A principal preocupação com a tomografia computadorizada odontológica foi a exposição à radiação em pacientes, o que impediu sua ampla aplicação na prática (AZEVEDO *et al.*, 2020).

A TCFC utiliza scanner de imagem extraoral, projetado especificamente para imagens de cabeça e pescoço, que produz imagens 3D do esqueleto maxilofacial. Ainda, envolve uma unidade que pode ser comparável em tamanho com

uma máquina radiográfica panorâmica convencional. As máquinas de feixe cônico usam raios-x na forma de um grande cone cobrindo a superfície da cabeça e rosto a ser examinado, em vez de uma matriz linear de detectores como em uma TC, além disso, um bidimensional (2D) detector planar é usado (GREENBERG, 2015).

Como o feixe cônico irradia uma área de grande volume em vez de uma fatia fina, a máquina não precisa girar tantas vezes quanto na TC, ela gira uma vez dando todas as informações necessárias para reconstruir a região de interesse (ROI). Esta técnica permite que os profissionais obtenham imagens reconstruídas 2D em todos os planos, e reconstruções em 3 dimensões com baixo nível de exposição à radiação (JUNIOR *et al.*, 2020).

O advento da TCFC também foi uma base importante para o progresso digital na implantodontia, que influenciou tanto a cirurgia quanto aspectos protéticos. No campo cirúrgico, cada vez mais sofisticado, stents cirúrgicos foram criados, que podem ser usados para cirurgia de implante assistida por computador. Essas técnicas cirúrgicas de implante assistidas por computador eram frequentemente recomendadas para uma abordagem cirúrgica sem retalho (RIBEIRO *et al.*, 2020).

A TCFC é um elemento muito importante no planejamento digital para a cirurgia de implantes, visto que ela gera um arquivo de Comunicação de Imagens Digitais em Medicina (DICOM). A partir desse arquivo é feito todo o planejamento cirúrgico computadorizado, em softwares que detêm toda a biblioteca de implantes existentes no mercado, podendo assim observar todas as estruturas anatômicas e determinar com precisão a capacidade de instalação dos implantes (NOHARET *et al.*, 2019).

### **3.3 Cirurgia Guiada por Computador**

A cirurgia de implante guiada por computador tem sido um assunto de interesse fundamental para os profissionais de odontologia. O posicionamento correto dos implantes proporciona diversas vantagens, como resultados estéticos e protéticos favoráveis, estabilidade a longo prazo da região peri-implantar com os tecidos duros e moles, fornecendo também uma maior probabilidade de que uma oclusão adequada seja alcançada (VAN DER MEER *et al.*, 2012).

Além disso, de acordo com o correto posicionamento do implante, é possível que as próteses finais sejam projetadas de forma otimizada e torna viável

evitar restaurações cimentadas. Consequentemente, todos esses fatores podem contribuir para o sucesso a longo prazo dos implantes dentários. Além disso, vários requisitos, tais como a distância interimplante desejada, distância dente - implante, profundidade do implante e outros aspectos, fizeram o planejamento virtual do implante uma ferramenta importante para o sucesso do tratamento ideal (D'HAESE *et al.*, 2017).

Algo fundamental no planejamento computadorizado é a obtenção de imagens através da TCFC, que em combinação com ferramentas de imagem tridimensionais, gerou a um grande avanço no planejamento do tratamento com implantes virtuais. Assim, juntamente com softwares de planejamento de implantes, é possível planejar virtualmente a posição ideal do implante, ao mesmo tempo em que se analisa as estruturas anatômicas vitais, atendendo aos requisitos protéticos necessários (MORASCHINI *et al.*, 2015).

Consequentemente, este processo resulta, em última análise, na transferência da posição virtual planejada do implante da computador para o paciente. Além disso, dispositivos de digitalização intra-oral começaram recentemente a contribuir consideravelmente a essas novas modalidades de tratamento, podendo sobrepor as imagens do arquivo gerado a partir da TCFC com o arquivo obtido, através da digitalização intra-oral, apresentando assim uma visão mais realista dos tecidos moles e duros, além dos elementos dentais do paciente. Isto permite, posteriormente, executar o planejamento da futura restauração protética (TENÓRIO *et al.*, 2015).

Assim, a partir dessa combinação de imagens é possível produzir um guia cirúrgico com alta precisão, afim de guiar o procedimento cirúrgico e a instalação dos implantes. A produção de guias é baseada em modelos e os guias são feitos em laboratório através do sistema de computer-aided design (CAD) /computer-aided manufacturin (CAM) através da fresagem ou impressão 3D. Sistemas baseados em modelos usam um dispositivo de produção de guia baseado em laboratório. A base para a fabricação dos guias cirúrgicos é a biblioteca de implantes fornecida pelo software de planejamento (GREENBERG *et al.*, 2015).

Este plano contém quatro parâmetros para a posição espacial de cada implante e informações de profundidade para a colocação dos suportes para o guia cirúrgico. O modelo de digitalização é encaixado no modelo mestre que representa o paciente. A principal desvantagem dessa abordagem é o número de passos não

digitais necessários para projetar e produzir o guia cirúrgico, junto com a possibilidade que erros humanos ocorram durante diferentes etapas do planejamento (DE ARAÚJO GOMES *et al.*, 2020).

Vários ensaios clínicos avaliaram o resultado do tratamento em implantes instalados sem retalho. Implantes colocados após perfurar os tecidos da mucosa com uma broca, sem retalhos, apresenta uma irrigação direta ao osso não efetiva durante a instalação, porém o tratamento mostrou o mesmo grau de osseointegração e sem reações adversas. Entretanto, a taxa de falha é maior em locais implantados imediatamente após a extração do dente (D'HAESE *et al.*, 2017).

#### **4 DISCUSSÃO**

A tomografia computadorizada representou um grande marco na odontologia, pois neste exame é possível ter uma imagem tridimensional em variados cortes. Conforme Pegorini *et al.*, (2013) a TC é um dos exames de imagem mais importantes no tratamento com implantes, já que é possível analisar a espessura óssea residual para propor um adequado planejamento ao paciente. Esta informação é corroborada por Jacobs *et al.*, (2018) que afirmam o uso da TC como imprescindível, principalmente no momento pré-cirúrgico.

Segundo Deeb e colaboradores (2016), dos fatores mais importantes associados ao sucesso do implante e a prevenção de complicações, o planejamento pré-cirúrgico avalia a quantidade de osso disponível e seleciona o implante ideal conforme seu comprimento e largura. Destarte, a TCFC é mais eficaz se comparada as técnicas radiográficas para identificar a localização e posicionamento do implante. Conforme os autores, não são todos os casos que são necessárias a TCFC, visto que o objeto do estudo deles foi comparar o uso do exame clínico e radiográfico e a TCFC.

Contudo, Jacobs e Quirynen (2014) se contrapõem ao estudo dos autores Deeb *et al.* (2016), explicitando, por sua vez, que mesmo com várias modalidades de imagem disponíveis a TC possibilita uma imagem seccional, que é preferida para o planejamento na implantodontia. Sendo este planejamento imprescindível para evitar danos neurovasculares e possibilitar a integração anatômica, funcional e fatores biomecânicos e estéticos. Os autores complementam ainda que as radiografias convencionais são primeira escolha para avaliação dentária e periodontal inicial, mas

não para o planejamento de implantes, visto que não é possível identificar a dimensão e morfologia óssea.

Sabe-se que as radiografias convencionais fornecem imagens limitadas em tamanho e com distorções. O estudo e planejamento voltado para a anatomia do paciente é necessária. Portanto, acredita-se que a TC é fundamental no planejamento para a instalação de implantes. Destarte, é esperado que mais estudos sejam publicados nessa área sobre tal relevante temática.

A implantodontia evoluiu ao longo dos anos, dentre outras tecnologias que surgiram, houve um avanço quanto aos limites biológicos, principalmente em face às deficiências ósseas, pela presença da reabsorção sofrida após a perda dentária. Logo, nota-se a importância de destacar a regeneração óssea guiada. A literatura afirma que esta pode ser realizada de diversas maneiras, tais como através do uso de biomateriais e membranas (MAZARO *et al.*, 2014).

O uso de biomateriais e membranas possuem um impacto positivo frente ao prognóstico do tratamento reabilitador com implantes. Buser *et al.* (2011) em seu estudo prospectivo perceberam que a ROG é fundamental para a região estética. Por conseguinte, Covani e colaboradores (2012) em seu estudo prospectivo de 10 anos, que compararam um grupo de pacientes que foram operados com ROG e um grupo que não, os pacientes que não foram contemplados pela ROG evoluíram com recessão gengival posteriormente.

Objetivando propor melhorias estéticas nos procedimentos e promover cicatrização mais rápida, principalmente na implantodontia, em comparação com os biomateriais, a fibrina rica em plaquetas e leucócitos (L-PRF) é considerada uma tecnologia relativamente simples e de baixo custo. Este é um biomaterial eficaz que traz resultados expressivos em curto prazo (TAHMASEB *et al.*, 2014)

Objetivando o aumento no rebordo alveolar, o concentrado plaquetário auxilia no reparo tecidual. Kokdere, Baykul e Findik (2015) afirmam que o L-PRF diminui o edema e dor durante o pós-cirúrgico e ainda reduz o risco de processos infecciosos. Além disso, em procedimentos de regeneração óssea guiada, a segunda geração de concentrados plaquetários influencia na menor reabsorção óssea durante o processo de cicatrização. Discos de L-PRF também podem ser usados no interior do alvéolo para minimizar defeitos teciduais e preparo do leito para posterior instalação de implantes.

Outra técnica para instalação de implantes consiste na utilização de guias cirúrgicos, estes servem de orientação para a instalação de implantes, além de permitir o planejamento de melhores sítios e angulação dos implantes. Dessa forma, uma etapa anterior consiste no planejamento virtual pré-operatório, este pode ser feito também por meio da tecnologia CAD/CAM (PEREIRA; DA SILVA; ROMEIRO, 2019).

Procedimentos de implante guiados por computador frequentemente têm sido recomendado em casos com análises anatômicas críticas (por exemplo, um implante a ser colocado adjacente ao nervo mandibular). Portanto, o conhecimento do desvio potencial máximo do implante desses sistemas é altamente relevante para a prática clínica diária e deve ser levado em consideração (DE ARAÚJO GOMES *et al.*, 2020).

## **CONCLUSÃO**

Observa-se, portanto, que o desenvolvimento dos procedimentos de design / fabricação de guias cirurgicos assistidos por computador, utilizando a tomografia computadorizada de feixe cônico são novas ferramentas capazes de gerar benefícios, principalmente em etapa pré-cirúrgica. Com base na literatura disponível, contudo, ainda não existe nenhuma evidência decisiva que sugira que a cirurgia assistida por computador é superior aos procedimentos convencionais em termos de segurança, resultados de tratamento, morbidade ou eficiência. A precisão desses sistemas depende de todos os erros cumulativos e interativos envolvidos, a partir do conjunto da aquisição de dados ao procedimento cirúrgico.

No entanto, pode-se prever que novos desenvolvimentos (como impressão) e tecnologias aprimoradas (como navegação em tempo real e combinação aprimorada de dados radiográficos e clínicos) terão um impacto positivo na cirurgia guiada. Levando em consideração os novos desenvolvimentos, preparação do paciente e planejamento prévio e execução cirúrgica, observa-se um futuro promissor.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, Brunna Huckleberry Siqueira de. **A utilização da tomografia computadorizada como recurso pré-operatório em cirurgia de implantodontia.** 2020.
- CAMARGO, Isabella Figueiredo *et al.* Sistemas CAD/CAM e suas Aplicações na Odontologia: revisão da literatura. **Revista Uningá**, v. 55, n. S3, p. 221-228, 2018.
- CODARI, Marina *et al.* Quantitative evaluation of metal artifacts using different CBCT devices, high-density materials and field of views. **Clinical oral implants research**, v. 28, n. 12, p. 1509-1514, 2017.
- BORNSTEIN, Michael M. *et al.* Consensus statements and recommended clinical procedures regarding contemporary surgical and radiographic techniques in implant dentistry. **The International journal of oral & maxillofacial implants**, v. 29, p. 78, 2014.
- BUSER, Daniel; SENNERBY, Lars; DE BRUYN, Hugo. Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. **Periodontology 2000**, v. 73, n. 1, p. 7-21, 2017.
- COVANI, Ugo *et al.* A 10-year evaluation of implants placed in fresh extraction sockets: A prospective cohort study. **Journal of Periodontology**, v. 83, n. 10, p. 1226-1234, 2012.
- DE ARAÚJO GOMES, Bruno *et al.* Reabilitação oral com implante dental instalado pela técnica da cirurgia guiada planejada virtualmente. **REVISTA FAIPE**, v. 10, n. 1, p. 10-20, 2020.
- DEEB, George *et al.* Is cone-beam computed tomography always necessary for dental implant placement?. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 75, n. 2, p. 285-289, 2017.
- D'HAESE, Jan *et al.* Current state of the art of computer-guided implant surgery. **Periodontology 2000**, v. 73, n. 1, p. 121-133, 2017.
- DOHAN EHRENFEST, David *et al.* The impact of the centrifuge characteristics and centrifugation protocols on the cells, growth factors, and fibrin architecture of a leukocyte-and platelet-rich fibrin (L-PRF) clot and membrane. **Platelets**, v. 29, n. 2, p. 171-184, 2018.
- ELGALI, Ibrahim *et al.* Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited. **European journal of oral sciences**, v. 125, n. 5, p. 315-337, 2017.

FLÜGGE, Tabea V. et al. Precision of Dental Implant Digitization Using Intraoral Scanners. **The International journal of prosthodontics**, v. 29, n. 3, p. 277-283, 2016.

FRANTZ, Bruna et al. Avaliação da fidedignidade da tomografia computadorizada de feixe cônico para uso na cirurgia guiada em implantodontia. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 1, n. 1, p. 17-24, 2020.

GUILHERME, Adérico Santana *et al.* Implantes osseointegráveis em áreas com levantamento do seio maxilar e enxertos ósseos. **RGO**, v. 57, n. 2, p. 157-163, 2019.

GREENBERG, Alex M. Digital technologies for dental implant treatment planning and guided surgery. **Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America**, v. 27, n. 2, p. 319-340, 2015.

JACOBS, Reinhilde *et al.* Cone beam computed tomography in implant dentistry: recommendations for clinical use. **BMC Oral Health**, v. 18, n. 1, p. 1-16, 2018.

JACOBS, Reinhilde; QUIRYNEN, Marc. Dental cone beam computed tomography: justification for use in planning oral implant placement. **Periodontology 2000**, v. 66, n. 1, p. 203-213, 2014.

JENSEN, Thomas et al. Bone-to-implant contact after maxillary sinus floor augmentation with Bio-Oss and autogenous bone in different ratios in mini pigs. **Clinical oral implants research**, v. 24, n. 6, p. 635-644, 2013.

JUNIOR, Nivaldo Marcelino dos Santos. **Cirurgia guiada em implantologia: indicações e limitações**. 2020.

LEE, Sang-Woon; KIM, Seong-Gon. Membranes for the guided bone regeneration. **Maxillofacial plastic and reconstructive surgery**, v. 36, n. 6, p. 239, 2014.

LÓPEZ-PÍRIZ, Roberto et al. Current state-of-the-art and future perspectives of the three main modern implant-dentistry concerns: Aesthetic requirements, mechanical properties, and peri-implantitis prevention. **Journal of Biomedical Materials Research Part A**, v. 107, n. 7, p. 1466-1475, 2019.

MAZARO, José Vitor Quinelli *et al.* Regeneração óssea guiada em implantodontia-relato de caso. **RFO UPF**, v. 19, n. 1, p. 121-128, 2014.

MILHOMEM, Misia Leani Araújo. Enxertos autógenos intrabucais em implantodontia—revisão de literatura. **AMAZÔNIA: SCIENCE & HEALTH**, v. 2, n. 3, p. 32-37, 2014.

MORASCHINI, V. et al. Implant survival rates, marginal bone level changes, and complications in full-mouth rehabilitation with flapless computer-guided surgery: a systematic review and meta-analysis. **International journal of oral and maxillofacial surgery**, v. 44, n. 7, p. 892-901, 2015.

NOGUEIRA, Alexandre Simões et al. Tomografia computadorizada de feixe cônico em implantodontia oral: Relato de série de casos. **Revista da Associação Paulista de Cirurgios Dentistas**, v. 66, n. 3, p. 227-233, 2012.

NOHARET, Renaud; VAN DOOREN, Eric. Combination of cone beam computed tomography and CAD-CAM techniques for maintaining natural emergence profile in immediate extraction and/or implant placement and restoration of a central incisor: A dental technique. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 122, n. 3, p. 193-197, 2019.

ÖNCÜ, Elif *et al.* Positive effect of platelet rich fibrin on osseointegration. **Medicina oral, patologia oral y cirugía bucal**, v. 21, n. 5, 2016.

PEGORINI, Vinicius Silveira *et al.* Planejamento virtual e cirurgia guiada em implantodontia. **Revista Saúde Integrada**, v. 6, n. 11, p. 243-261, 2014.

RETZEPI, M. A. R. I.; DONOS, N. Guided bone regeneration: biological principle and therapeutic applications. **Clinical oral implants research**, v. 21, n. 6, p. 567-576, 2010.

RIBEIRO, Gustavo Salem et al. Cirurgia guiada de implante dentário relato de caso. **Full dent. sci**, p. 136-143, 2019.

STRIPARI, J. M. et al. Cirurgia guiada por computador em área estética maxilar. **ARCHIVES OF HEALTH INVESTIGATION**, v. 7, 2018.

TAHMASEB, Ali et al. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 29, 2014.

TENÓRIO, Jefferson da Rocha *et al.* Prototipagem e cirurgia guiada em implantodontia: revisão de literatura. **RFO UPF**, v. 20, n. 1, p. 110-114, 2015.

VAN DER MEER, Wicher J. et al. Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. **PloS one**, v. 7, n. 8, p. e43312, 2012.

VERCRUYSSSEN, Marjolein et al. Computer-supported implant planning and guided surgery: a narrative review. **Clinical oral implants research**, v. 26, p. 69-76, 2015.