

FACSETE - Faculdade de Sete Lagoas

ABO – Associação Brasileira de Odontologia -

Santos Especialização em Implantodontia

ORLANDO ELISEO MALCA MEDRANO

CIRURGIA GUIADA EM IMPLANTODONTIA

Santos - SP

2022

CIRURGIA GUIADA EM IMPLANTODONTIA

Monografia apresentada à
Facsete – Faculdade Sete
Lagoas, como requisito para
obtenção do Título de
Especialista em Implantodontia,
sob orientação do Prof. Dr.
Eduardo Mangolin

Santos – SP

2022

Eliseo Malca Medrano, Orlando

Cirurgia guiada em implantodontia. Eliseo Malca Medrano, Orlando, 2022

Número de fls. 86

Referências Bibliográficas p. 77

Monografia apresentada para conclusão de curso de Especialização em
Implantodontia FACSETE – FACULDADE SETE LAGOAS, 2022

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Mangolin

Palavras-chave: Implantodontia oral, cirurgia guiada, planejamento

ORLANDO ELISEO MALCA MEDRANO

CIRURGIA GUIADA EM IMPLANTODONTIA

Esta monografia foi julgada e aprovada para obtenção do Título de Especialista em Implantodontia pela **FACSETE – FACULDADE SETE LAGOAS**

Santos, 29 de setembro de 2022

Prof. Dr.

Prof. Dr.

Prof. Dr.

RESUMO

A instalação e reabilitação de implantes está vivendo um momento de mudança. A cirurgia guiada assistida por computador avançou de forma significativa em relação à cirurgia tradicional para a inserção de implantes dentários. Para isso, um diagnóstico completo e um plano de tratamento adequado são essenciais. Em comparação com tempos anteriores, hoje existem no mercado equipamentos digitais que facilitam o trabalho do especialista, gerando um guia cirúrgico desenhado sobre a tomografia previamente feita e impressa pelo sistema CAD-CAM. Este guia pode ser elaborado e adaptado antes do planejamento reverso, ou seja, onde se desenha primeiro uma prótese que cumpre com restaurar a função e estética perdida pelo paciente para posteriormente ser impressa. Ao trabalhar seguindo o planejamento reverso, o número e a localização dos implantes devem ser escolhidos na melhor posição possível e que seja de acordo com a prótese planejada. O guia cirúrgico gerado por computador é extremamente preciso, permitindo que os implantes que são instalados por meio dele, permaneçam exatamente no local onde foi projetado inicialmente, o que permite a confecção de uma prótese provisória ou definitiva antes da realização da cirurgia, possibilitando assim o protocolo de carga imediata em esses tipos de procedimentos.

Palavras-chave: Implantodontia oral, cirurgia guiada, planejamento

ABSTRACT

The installation and rehabilitation of implants is experiencing a moment of change. Computer-assisted guided surgery has advanced in great strides over traditional surgery for the insertion of dental implants. For this, a complete diagnosis and an adequate treatment plan are essential. Unlike previous times, today there are digital equipment on the market that facilitate the work of the specialist, generating with them a surgical guide designed on the tomography previously taken and printed by the CAD-CAM system. This guide can be prepared and adapted prior to reverse planning, that is, where a prosthesis is first designed that complies with restoring the function and aesthetics lost by the patient to later be printed. When working following reverse planning, the number and location of the implants should be chosen in the best possible position that is consistent with the planned prosthesis. The computer-generated surgical guide is extremely precise, allowing the implants that are installed using it to remain exactly in the place where it was initially projected, which allows a provisional or definitive prosthesis to be made before performing the surgery, enabling the immediate loading protocol in these types of procedures.

Keywords: Oral implantology, guided surgery, planning

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Radiografia panorâmica	21
Figura 2 Imagem tomográfica	22
Figura 3 Fotografia clínica	24
Figura 4 Fotografia extraoral e intraoral antes e depois	24
Figura 5 Modelos de estudo	25
Figura 6 Modelos de estudo articulados	26
Figura 7 Enceramento de diagnóstico	27
Figura 8 Densidade óssea de acordo com Lekholm e Zarb	32
Figura 9 Volume ósseo	34
Figura 10 Localização dos implantes de acordo com o planejamento reverso	38
Figura 11 Escaneamento de estruturas orais	39
Figura 12 Planejamento reverso digital	39
Figura 13 Tala de guia radiográfico ou tomográfico para edêntulos parciais	41
Figura 14 Tala de guia radiográfico ou tomográfico para totalmente edêntulos	42
Figura 15 Tala guia para cirurgia convencional	43
Figura 16 Tala guia para cirurgia guiada	43
Figura 17 Tala para cirurgia guiada em paciente	44
Figura 18 Tala estereolitográfica	45
Figura 19 Planejamento 3D	47

Figura 20	Planejamento 3D do guia cirúrgico e prótese provisória	48
Figura 21	Do planejamento 3D à clínica	49
Figura 22	Planejamento da cirurgia guiada por computador	50
Figura 23	Desenho e confecção CAD-CAM do guia cirúrgico	54
Figura 24	Cirurgia com retalho, invasiva, por regeneração óssea	57
Figura 25	Cirurgia guiada sem retalho, minimamente invasiva	59
Figura 26	Prótese definitiva confeccionada em protocolo reverso para carga imediata	62
Figura 27	Macro desenho dos implantes	63
Figura 28	Macro desenho das roscas dos implantes	64
Figura 29	Micro desenho dos implantes	65
Figura 30	Superfície dos implantes	66
Figura 31	Tratamentos de superfície de implantes	67

SUMÁRIO

Pág.

1	Introdução	12
2	Proposição	15
3	Revisão de literatura	16
3.1	Planejamento para tratamento de implantes dentários	17
3.1.1.	História clínica e avaliação do paciente	18
3.1.1.1.	Exame clínico de estomatologia	18
3.1.1.1.1.	Exame extraoral	18
3.1.1.1.2.	Exame intraoral	19
3.1.1.2.	Exames radiográficos	19
3.1.1.2.1.	Radiografia periapical	20
3.1.1.2.2.	Radiografia panorâmica	20
3.1.1.2.3.	Imagens tomográficas	21
3.1.1.3.	Fotografias	23
3.1.1.4.	Modelos de estudo	25
3.1.1.5.	Enceramento diagnóstico e oclusão	26
3.1.1.5.1.	Enceramento diagnóstico	26
3.1.1.5.2.	Oclusão	27
3.1.1.6.	Scanners digitais	27
3.2.	Implantes dentários	28
3.2.1.	História dos implantes dentários	29
3.2.2.	Vantagens dos implantes dentários	30
3.2.3.	Requisitos para a inserção de implantes dentários	31
3.2.3.1.	Densidade óssea	32

3.2.3.2.	Volume ósseo	33
3.2.3.3.	Estabilidade dos implantes	34
3.2.3.3.1.	Estabilidade primária	35
3.2.3.3.2.	Estabilidade secundária	36
3.2.4.	Planejamento reverso	37
3.2.5.	Planejamento reverso digital	38
3.2.6.	Talas guias	40
3.2.6.1.	Tala de guia diagnóstico	40
3.2.6.2.	Tala de guia radiográfico ou tomográfico	41
3.2.6.3.	Tala de guia cirúrgico	42
3.2.6.4.	Talas estereolitográficas	44
3.2.6.5.	Vantagens e desvantagens dos guias cirúrgicos convencionais (não feitos por computador)	44
3.2.7.	Planejamento 3D com software informático	44
3.2.7.1.	Vantagens do planejamento 3D	49
3.2.7.2.	Importância do planejamento da cirurgia guiada por computador	50
3.2.8.	Cirurgia guiada por computador	51
3.2.8.1.	Cirurgia guiada por computador e CAD-CAM	54
3.2.8.2.	Inserção de implantes dentários com cirurgia guiada assistida por computador	55
3.2.8.2.1.	Técnica com e sem retalho (Invasiva e minimamente invasiva)	56
3.2.8.2.1.1.	Técnica com retalho em cirurgia guiada, cirurgia invasiva	57

3.2.8.2.1.2.	Técnica sem retalho em cirurgia guiada, cirurgia minimamente invasiva	58
3.2.8.2.1.2.1.	Vantagens e desvantagens da cirurgia sem retalho	59
3.2.8.3.	Carga imediata em cirurgia guiada (implante imediato)	60
3.2.8.3.1.	Macro desenho dos implantes	63
3.2.8.3.2.	Micro desenho dos implantes	65
3.2.8.3.3.	Tratamento de superfícies	66
3.2.8.4.	Protocolo cirúrgico usando cirurgia guiada	67
3.2.8.5.	Propósito da cirurgia guiada	69
3.2.8.6.	Indicações para cirurgia guiada por computador	69
3.2.8.7.	Vantagens, desvantagens, complicações e erros da cirurgia guiada	70
3.2.8.7.1.	Vantagens da cirurgia guiada	70
3.2.8.7.2.	Desvantagens da cirurgia guiada	71
3.2.8.7.3.	Complicações da cirurgia guiada	71
3.2.8.7.4.	Erros da cirurgia guiada	72
4	Discussão	73
5	Conclusões	76
	Referências Bibliográficas	77

1. INTRODUÇÃO

A implantodontia oral experimentou um rápido desenvolvimento, revolucionando a prática odontológica. O conhecimento dos fenômenos biológicos da osseointegração permitiu juntamente com as evidências científicas, a possibilidade de tratamento com implantes dentários, sendo a tendência à integração simplificada de técnicas cirúrgicas e protéticas (Ríos, 2016).

No início da década de 1980, a colocação de implantes era realizada apenas com base no osso residual disponível; os implantes posicionados dessa maneira frequentemente surgiam na posição bucal ou lingual, originando problemas estéticos difíceis ou impossíveis de resolver. Devido a esses problemas associados e compromissos funcionais da prótese final, novos conceitos foram desenvolvidos e novos métodos produzidos, nos quais a prótese é considerada em primeiro lugar e a cirurgia posteriormente. Introduzindo assim o conceito de implantodontia guiada pela prótese, onde não se considera somente o osso, mas também os dentes que serão substituídos (Ríos, 2016; Villaplana, 2018).

Inicialmente, o conceito de implantodontia guiada por prótese se deu pela confecção de guias tomográficos e guias cirúrgicos confeccionados em acrílico sobre um modelo de estudo, onde foi realizado um enceramento diagnóstico e tentativamente foram feitas pequenas fendas para indicar a posição mais adequada onde o implante deveria ir, isso permitiu prever provisoriamente que a

reabilitação protética futura seja planejada antes de realizar o procedimento cirúrgico. Sendo esta técnica amplamente utilizada durante anos até a chegada de novos métodos (Villaplana, 2018).

Na atualidade, é possível determinar a posição tridimensional precisa do implante, com relação à restauração protética final e a topografia dos ossos maxilares, antes da realização da cirurgia. Desta forma, seguindo as etapas dum planejamento adequado e um plano de tratamento correto, aumenta-se o sucesso do tratamento com implantes (Pérez, Veiga, Gonzáles, Cabello, 2018; Vargas. Et al, 2020).

Com o objetivo de aumentar as margens de segurança e previsibilidade, diferentes sistemas de planejamento digital têm sido desenvolvidos com base na interpretação e reconstrução tridimensional de tomografias computadorizadas. Graças à tecnologia 3D, a maioria do planejamento e problemas anatômicos encontrados durante a cirurgia são mostrados antes que o paciente se sente na cadeira odontológica. Utilizando guias cirúrgicos desenhados por computador, os implantes são colocados de forma rápida e previsível, minimizando assim o estresse, a dor, o tempo do paciente na cadeira odontológica, o edema e o desconforto pós-operatório. Portanto, uma técnica minimamente invasiva é uma vantagem ao momento de tratar pacientes vulneráveis que seriam excluídos nos procedimentos de implantes convencionais (Chen. Et al, 2021).

Por isso, o objetivo do presente trabalho é apresentar os novos conceitos de planejamento cirúrgico em implantodontia oral por meio da cirurgia guiada por

computador, demonstrando vantagens significativas tanto na colocação de implantes unitários ou múltiplos, tornando-se cada vez mais, uma necessidade para o tratamento cirúrgico.

2. PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente trabalho é apresentar os novos conceitos de planejamento cirúrgico em implantodontia oral por meio da cirurgia guiada por computador, demonstrando vantagens significativas tanto na colocação de implantes unitários ou múltiplos, tornando-se cada vez mais, uma necessidade para o tratamento cirúrgico.

3. REVISÃO DE LITERATURA

O tratamento com implantes dentários representa atualmente uma opção terapêutica de muito sucesso na prática clínica odontológica. A reabilitação com implantes, após a avaliação sistêmica e oral do paciente, a determinação do plano de tratamento e um correto protocolo cirúrgico e reabilitador, constitui uma visão multidisciplinar do tratamento com implantes, adicionando cada vez mais soluções e ferramentas que auxiliam ao clínico a tomar melhores decisões, e alcançar as reabilitações orais mais previsíveis, seguras e consistentes (Katleen. Et al, 2017; Oliveira. Et al, 2019).

Nos últimos anos, os avanços tecnológicos e científicos revolucionaram o mundo da odontologia, devido à credibilidade atingida pela implantodontia. Desde os inícios da implantodontia, as técnicas cirúrgicas e os protocolos de reabilitação passaram por importantes mudanças. Atualmente, a principal preocupação não é o sucesso ou fracasso da osseointegração, o importante é conseguir uma restauração protética correta, não só do ponto de vista protético, mas também do ponto de vista biológico e estético (Katleen . Et al, 2017; Oliveira e outros, 2019).

Com o crescimento da técnica de implantodontia oral assistida por computador, foi necessário desenvolver mecanismos de segurança e precisão para conseguir uma técnica viável e precisa. Os resultados bem-sucedidos foram continuamente baseados na evidência clínica e foram refletidos na literatura. A colocação de implantes provisórios na boca para obtenção de pontos de

referência em arcadas edêntulas, o controle da orientação dos cortes axiais para o plano oclusal e as técnicas de segmentação digital, todas essas funcionalidades juntas contribuem para melhorar a técnica e conseqüentemente o resultado final (Oliveira e outros, 2019).

No entanto, algo que não mudou foi a necessidade dum correto diagnóstico inicial e adequado planejamento reverso do caso que garante o tratamento ideal do paciente (Zavala, 2021).

3.1. Planejamento para tratamento de implantes dentários

Para o correto planejamento dum tratamento com implantes, é necessário ter todos os meios diagnósticos possíveis que nos permitam orientar o melhor plano de tratamento que podemos oferecer ao paciente, evitando cometer qualquer erro que poderia ter sido evitado desde o início. Nesse sentido, determinar a disposição óssea, proximidade de estruturas adjacentes, necessidade de cirurgias prévias à colocação dum implante, posicionamento dos implantes, entre outros. (Aguilera, Uribe, Sandoval, 2020).

Pelo contrário, um planejamento incorreto do implante pode produzir lesões iatrogénicas devido à invasão de cavidades anatômicas, como os seios maxilares ou as fossas nasais, ou produzir lesões de vasos e nervos do território maxilofacial, sendo o mais frequente o nervo dentário inferior (Fernández et. al, 2020; Linares, Smith, 2021).

Assim e para um correto diagnóstico e planejamento, devemos ter as seguintes informações do paciente (Linares, Smith, 2021):

3.1.1. História clínica e avaliação do paciente

A história clínica odontológica é um documento médico-legal, confidencial, de uso universal, elaborado a partir de dados obtidos do paciente por meio do interrogatório e exame clínico, informação que é interpretada pelo odontologista para chegar a um diagnóstico, prognóstico e tratamento (Ríos, 2016; Sanunga, Pérez, 2018).

O primeiro passo para avaliar é o estado médico e psicológico de cada paciente, para isso deve ser realizada uma correta coleta de informação para a história clínica (Corti, Sosa, 2020).

3.1.1.1. Exame clínico de estomatologia

O exame clínico de estomatologia deve ser realizado de forma sistemática e ordenada. Após a exploração geral, o clínico deve-se concentrar nos aspectos extraorais e intraorais, que afetam o planejamento do tratamento com implantes (Estai . Et al, 2017).

3.1.1.1.1. Exame extraoral

No exame extraoral, deve-se examinar a cara, pescoço, gânglios linfáticos

e a articulação temporomandibular. Na inspeção, é necessário descartar assimetrias faciais, posição ânteroposterior da mandíbula, perfil facial, terços faciais, entre outros. No exame extraoral serão analisadas partes que estão fora da boca, mas que podem influenciar na saúde bucal e seu tratamento (Ríos, 2016).

3.1.1.1.2. Exame intraoral

Durante o exame intraoral, serão avaliadas as posições dos dentes com o osso que os suporta, bem como a relação dos dentes entre si. Da mesma forma, será avaliada a área edêntula existente se houver, a presença de gengiva queratinizada e espessura do rebordo ósseo. Igualmente, será registrado o estado de saúde dos dentes, gengivas e qualquer detalhe que possa influenciar o diagnóstico e tratamento do paciente (Ríos, 2016).

3.1.1.2. Exames radiográficos

O diagnóstico por imagem é um componente essencial no planejamento do tratamento reabilitador com implantes dentários osseointegrados. O exame radiográfico a ser selecionado deve incluir a dose mínima de radiação possível, embora o planejamento do tratamento não deve ser condicionado por isso (Ríos, 2016).

Os exames radiográficos são exames complementares importantes para a avaliação da quantidade e qualidade do tecido ósseo. Com isso podemos

evidenciar qualquer patologia, presença de raízes residuais, remanescentes dentários, etc; garantindo assim um bom prognóstico. Os tipos de radiografias mais utilizados em implantodontia são: radiografias periapicais, radiografia panorâmica e tomografia computadorizada (Pereyra, 2019).

O objetivo do exame radiográfico é fornecer imagens diagnósticas confiáveis da área que será tratada, como também das demais áreas circundantes (Fernández, 2019; Erdelyi. Et al, 2020).

3.1.1.2.1. Radiografia periapical

A radiografia periapical é uma técnica radiográfica intraoral exploratória. Seu objetivo é ver os ápices dentários, a ponta das raízes e a área ao redor deles, daí seu nome peri (ao redor) e apical (de ápice). Por tanto e graças a ela, se pode explorar exaustivamente todo o dente e seus arredores. Da mesma forma, pode ser usada em implantodontia para determinar a inclinação do implante no momento da cirurgia e corrigir a posição em caso de necessidade (Pereyra, 2019; Zavala, 2021).

3.1.1.2.2. Radiografia panorâmica

A radiografia panorâmica nos mostra uma visão geral dos dentes, maxilares e regiões adjacentes, como fossas nasais, seios maxilares, cavidades articulares, etc. Ao mostrar uma imagem horizontal e vertical detalhada, permite observar a disposição dos implantes antes de que sejam inseridos (Pereyra,

2019; García, 2019; Fernández, 2019).

Em implantodontia, as radiografias panorâmicas também poderiam ser utilizadas em conjunto com guias radiográficos, os quais o paciente deveria usar ao momento de fazer a radiografia, evidenciando-se na placa radiográfica os aditamentos radiopacos que o implantologista colocou anteriormente na estrutura dos guias de acrílico, indicando presuntivamente onde considera que os implantes dentários deveriam ser inseridos (Pereira. Et al., 2019).

Figura 1: Radiografia panorâmica

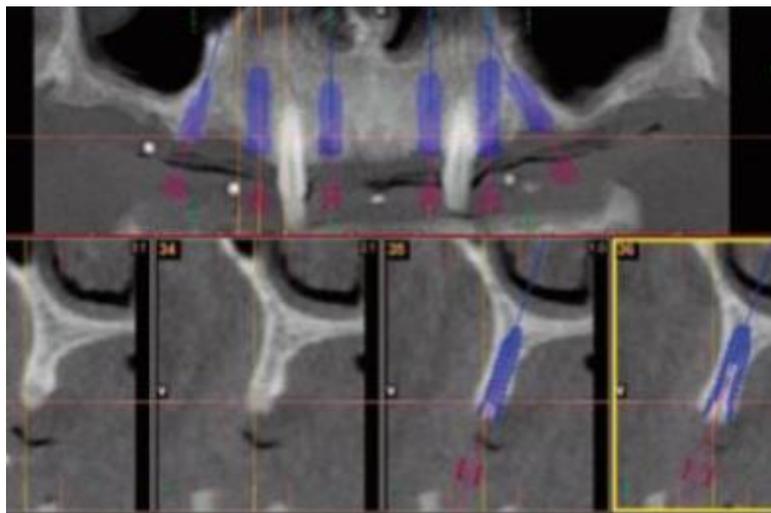


Fonte: Velasco. Et al., 2021

3.1.1.2.3. Imagens tomográficas

O correto posicionamento dos implantes requer conhecimento detalhado da área a ser trabalhada, densidade do tecido ósseo, qualidade, extensão, distâncias, etc. Este é um exame mais completo e detalhado que fornecerá imagens confiáveis da anatomia da área edêntula a ser operada (López, 2018; Pereyra, 2019).

Figura 2: Imagem tomográfica



Fonte: Zavala, 2021

Com o surgimento da tomografia computadorizada de feixe cônico, o diagnóstico e o tratamento na implantodontia oral foram revolucionados. Este dispositivo de diagnóstico é baseado em fontes de raios-x. Essas imagens geram uma escala de cinzentos, de acordo com o nível de intensidade recebido pelo sensor tomográfico (López, 2018; Oliveira. Et al, 2019).

A tomografia computadorizada reduz significativamente a exposição à radiação, apresentando uma melhor qualidade de imagem. Ela permite ao clínico gerar múltiplos cortes tomográficos em vários planos numa região anatômica a ser estudada, utilizando um feixe de raio rotacional cônico, e através dum série de algoritmos matemáticos, obter múltiplas projeções com uma única rotação, tornando assim a reconstrução de estruturas anatômicas numa imagem 3D. Em combinação com o software de planejamento de implantes, o uso de imagens de tomografia computadorizada permite planejar virtualmente a posição ideal dum implante em relação às estruturas anatômicas adjacentes e necessidades

protéticas futuras (López, 2018; Oliveira. Et al, 2019).

A tomografia computadorizada permite avaliar adequadamente as características anatômicas do maxilar superior e da mandíbula para o planejamento da cirurgia de implantes (Oliveira. Et al, 2019; Bonilla, 2020).

As tomografias, como no caso da radiografia panorâmica, também podem ser utilizadas em conjunto com guias tomográficos onde o implantologista colocou pinos metálicos, guta-percha ou outro dispositivo radiopaco que possa ser evidenciado na imagem tomográfica e avaliar a disposição óssea da área onde se planeja inserir um implante (Pereira. Et al., 2019; Zavala, 2021).

3.1.1.3. Fotografias

A fotografia clínica constitui uma ferramenta de diagnóstico e faz parte dos registros que devem ser feitos dentro do planejamento do implante. Ela fornece informações sobre as condições iniciais do paciente e as alterações que ocorrem após o tratamento. Além disso, por meio de uma fotografia é possível captar pequenos detalhes que muitas vezes passam despercebidos quando o exame clínico é realizado. Adicionalmente, a sequência fotográfica está adquirindo grande importância como controle dos tratamentos realizados e, portanto, de forma indirecta é um suporte médico-legal (García. Et al, 2017).

Figura 3: Fotografia clínica



Fonte: Soto. Et. Al, 2019

Figura 4: Fotografia extraoral e intraoral antes e depois



Fonte: Gómez, Esquivel, Zufia, Dalmau, 2019

Em outras palavras, a fotografia clínica tem múltiplas aplicações na prática odontológica diária, por exemplo: contribui no processo de transmissão de conhecimento ao ilustrar um relatório de caso clínico com fotografias, permite

documentar o acompanhamento dos tratamentos odontológicos realizados e seus resultados no tempo, fato que permite estabelecer uma comunicação com os pacientes. As fotografias também podem ajudar em casos legais como um apoio adicional (Soto. Et. Al, 2019; Cruz, 2020).

3.1.1.4. Modelos de estudo

As impressões representam o ambiente intraoral de estudo para o planejamento do tratamento em odontologia. Vários métodos e materiais de moldagem, especialmente alginato e elastômeros, estão disponíveis para esta finalidade. As boas impressões formam a base para os dispositivos de tratamento precisos e de alta qualidade. Portanto, as impressões pretendem representar o ambiente intraoral com o maior detalhe e precisão dimensional possível. As Impressões imprecisas comprometem o resultado do tratamento (Marín, 2016; García, 2019).

Figura 5: Modelos de estudo



Fonte: Kathleen, 2017

Figura 6: Modelos de estudo articulados



Fonte: Zavala, 2021

3.1.1.5. Enceramento diagnóstico e oclusão

3.1.1.5.1. Enceramento diagnóstico

O enceramento diagnóstico define a localização e morfologia ideais dos dentes a repor, mostrando as indicações e limitações das técnicas cirúrgicas ou procedimentos protéticos. Permite visualizar a restauração protética final, suas condições estéticas e oclusais, além de ser uma via de comunicação entre o dentista e o paciente (Ríos, 2016).

Figura 7: Enceramento de diagnóstico



Fonte: Ríos, 2016

3.1.1.5.2. Oclusão

O paciente deve ser examinado em relação às alterações que possam ter ocorrido na oclusão após a perda do dente. Ser avaliado, antes de realizar a cirurgia para determinar a posição ideal dos implantes e antes de realizar qualquer restauração protética (Soto. Et. Al, 2019).

3.1.1.6. Scanners digitais

Os scanners intraorais são dispositivos potentes para a obtenção duma impressão óptica das arcadas dentárias, capazes de substituir as técnicas convencionais com moldeiras e materiais (alginato, polivinilsiloxano, poliéter) que sempre foram desagradáveis para os pacientes. Os scanners intraorais, por esse motivo e pelas suas diferentes possibilidades de aplicação: diagnóstico e aquisição de modelos de estudo, próteses fixas, cirurgia guiada de implantes e ortodontia, estão se difundindo no mundo odontológico e cada vez mais dentistas

compram estas máquinas e adotam essas tecnologias. Os scanners intraorais projetam uma fonte de laser na superfície dos dentes e capturam sua estrutura com câmeras potentes; esses dados são revisados por um software de aquisição que gera uma nuvem de pontos, que é então triangulada para produzir uma malha. Com os scanners intraorais, os modelos de dentes são capturados diretamente; não há necessidade de fazer um molde de gesso a partir de uma impressão negativa, como é no caso do alginato convencional, o polivinilsiloxano ou nas impressões de poliéter. Isso é teoricamente uma vantagem, porque todos os possíveis erros relacionados à transição de negativo para positivo são eliminados; além disso, o modelo virtual pode ser enviado rapidamente por correio eletrônico para o laboratório dentário, sem nenhum custo (García, 2019).

3.2. Implantes dentários

Um implante dentário é um elemento cirúrgico que está ligado ao tecido ósseo do maxilar e da mandíbula para fixar uma prótese dentária como uma coroa, uma ponte ou uma prótese dentária. Os implantes dentários são desenhados para alcançar uma estabilidade mecânica primária e promover uma forte interação osso-implante ao longo do tempo por meio da osseointegração. Um implante é um elemento odontológico fabricado para substituir uma peça dentária biológica ausente, uma estrutura danificada, ou melhorar uma estrutura existente (García, 2019; Fernández, 2019).

Os implantes dentários tornaram-se um tratamento alternativo amplamente utilizado para os dentes perdidos. A restauração oral implanto-suportada tornou-se numa opção de tratamento para cada vez mais pacientes parcialmente e totalmente edêntulos, incluindo aqueles com uma perda óssea severa (Linares, Smith, 2021).

Atualmente, os implantes dentários são um ramo em constante evolução, que cada vez apresenta técnicas mais rápidas, previsíveis e minimamente invasivas. Para quem perdeu um ou mais dentes por diferentes motivos, é uma solução bastante completa. Os avanços científicos e tecnológicos, assim como as melhorias na prática cirúrgica, fizeram que a taxa de sucesso dos implantes dentários ultrapasse o 95% (Linares, Smith, 2021).

3.2.1. História dos implantes dentários

Na década de 1960, Branemark e colaboradores, introduziram o termo osseointegração para se referir à aceitação e ancoragem de peças de titânio colocadas no osso maxilar. A osseointegração é a conexão firme, estável e durável entre um implante de carga e o osso circundante (Pereira, 2017).

O primeiro protocolo de implante introduzido por Branemark incluiu um procedimento de duas etapas, separadas por um período de osseointegração de pelo menos 6 meses. A este tempo foi adicionado o período de cicatrização e formação óssea após a extração (Sánchez, Almagro, Loran, 2018).

Para alcançar a osseointegração com a implantodontia, é necessário um período de cicatrização sem carga funcional de pelo menos 3 meses na mandíbula e de 5-6 meses no maxilar, pois a carga prematura poderia causar encapsulamento fibroso, o que impede a conexão direta entre o osso e a superfície do implante. Isso responde ao protocolo clássico estabelecido por Branemark, e que está atualmente em discussão (Fochini, Leonardi, 2020).

Posteriormente, novos estudos permitiram a reabilitação numa única etapa, iniciando o conceito de carga imediata em implantes dentários. A carga imediata em implantes dentários foi aplicada primeiramente em pacientes com perda total de dentes, depois em pacientes parcialmente desdentados e, mais recentemente, em implantes únicos e em áreas estéticas (Rodríguez, Assis, Dietrich, 2021).

3.2.2. Vantagens dos implantes dentários

Os implantes dentários apresentam várias vantagens, como, por exemplo: (Linares, Smith, 2021):

- É a opção mais segura, pois a prótese vai unida ao implante, e não a outros dentes.
- Evita a perda óssea preservando a função no osso.
- A sensação de mastigação é semelhante à de um dente natural.
- Tem maior duração, com taxas acima de 90% em períodos de 20 - 30 anos.

- O osso é submetido a uma força semelhante na mastigação, que, com os dentes naturais, permitindo assim preservar sua forma biológica.
- Ocorre a osseointegração, que é uma ligação direta ao nível molecular da superfície de titânio do implante com o osso. Essa ligação é tão forte que a única maneira de separar o titânio do osso seria remover o osso circundante. A osseointegração ocorre num prazo de 4 a 6 meses.
- Em casos de perda total dos dentes, os implantes dentários são a solução ideal para melhorar a qualidade de vida, pois muitos pacientes que usam próteses completas experimentam uma dificuldade considerável para se adaptar às próteses removíveis. O implante dentário é fixo e confortável e não há peças com que se preocupar, porque uma vez seja colocado, continuará funcionando bem.
- Ausência de dor. Em nenhum momento do procedimento, se sente dor ou desconforto e, na maioria dos casos, o pós-operatório envolve menos desconforto em comparação com outras intervenções mais comuns na odontologia.
- A manutenção dos implantes é semelhante à necessária nos outros dentes.
- O implante dentário é muito mais fácil na hora de manter uma higiene bucal correta.

3.2.3. Requisitos para a inserção de implantes dentários

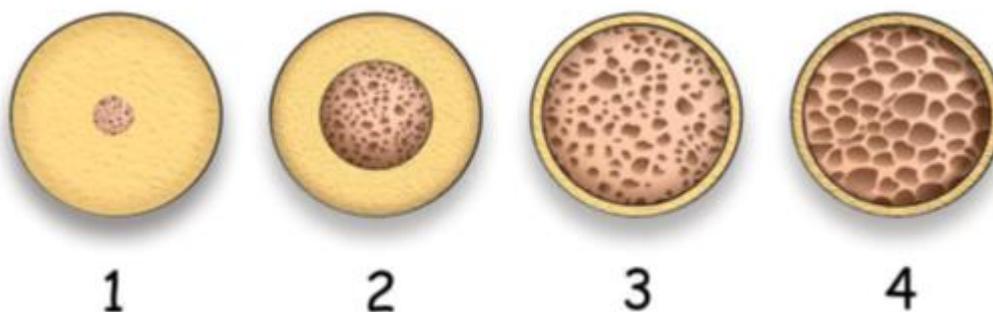
Para instalar um implante dentário e este se mantenha em boas condições, é necessário avaliar determinados parâmetros na área edêntula em

que será colocado. Entre esses requisitos a considerar estão (Panossolo, 2017):

3.2.3.1. Densidade óssea

A avaliação do tecido ósseo antes da colocação de implantes dentários, tornou-se um requisito fundamental para determinar sua qualidade e quantidade, e essas características são especificadas pela densidade do tecido ósseo. Existem variações estruturais do tecido ósseo dos maxilares, mesmo em situações de normalidade, que devem ser tomadas em consideração, porque disso dependerá o plano de tratamento, protocolo cirúrgico, desenho do implante e tempo de cicatrização (Ríos, 2016; García. Et al, 2017).

Figura 8: Densidade óssea de acordo com Lekholm e Zarb



Fonte: Moya, Sánchez, 2017

Um dos métodos para determinar a qualidade do leito ósseo é o diagnóstico por imagem. Se bem as imagens em duas dimensões nos fornecem dados importantes, elas não são suficientemente críveis em termos de espessura do leito ósseo. Atualmente, as imagens tomográficas permitem avaliar

a quantidade, qualidade e aspectos anatômicos como a espessura do rebordo edêntulo e a espessura das corticais de forma tridimensional; bem como a possibilidade de determinar exatamente a relação de proximidade com estruturas anatômicas como o nervo dentário inferior, seio maxilar, fossas nasais, canal nasopalatino, entre outros (García. Et al, 2017; Ordoñez, 2018; Fochini, Leonardi, 2020).

A utilização de estudos do tipo tomográfico das áreas para tratar com implantes permite avaliar as densidades ósseas por meio da interpretação das unidades Hounsfield (informação numérica contida em cada pixel da tomografia computadorizada), utilizadas para representar a densidade do tecido ósseo. Em geral, quanto maior o número de unidades Hounsfield, mais denso é o tecido. Assim, temos a seguinte classificação óssea de acordo com o número de unidades Hounsfield (Ordoñez, 2018; Bonilla, 2020):

- D1: > 1250 unidades Hounsfield
- D2: 850 - 1250 unidades Hounsfield
- D3: 350 - 850 unidades Hounsfield
- D4: 150 - 350 unidades Hounsfield
- D5: < 150 unidades Hounsfield

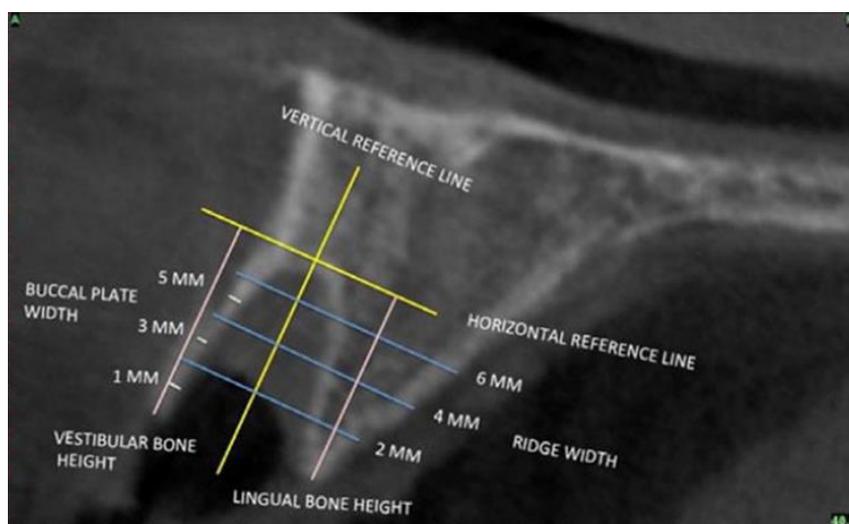
3.2.3.2. Volume ósseo

Um volume ósseo adequado é um dos fatores críticos para alcançar a osseointegração a longo prazo. Em situações com volume ósseo inadequado,

especialmente na mandíbula atrófica, as técnicas de aumento do rebordo alveolar são frequentemente necessárias para um tratamento previsível com implantes (Martínez. Et al., 2018).

Contar com um volume ósseo adequado, nos garante que o implante a ser inserido esteja circundado por osso em toda a sua superfície, o que favorecerá a estabilidade do implante (Ku . Et al, 2022).

Figura 9: Volume ósseo



Fonte: Ortega, 2021

3.2.3.3. Estabilidade dos implantes

O sucesso do tratamento com implantes deve-se à obtenção da osseointegração, que se manifesta clinicamente com a ausência de mobilidade no implante. A estabilidade inicial alcançada na sua colocação é resultado da ligação mecânica entre o implante e o osso. O novo osso deve ser remodelado e a osseointegração é um processo de duas fases: estabilidade primária e

secundária (García. Et al, 2017).

3.2.3.3.1. Estabilidade primária

A estabilidade primária é definida como a ausência de mobilidade do implante no alvéolo cirúrgico após ser inserido e que varia entre 30 - 50 Newtons de torque, isso depende do comprometimento mecânico dum implante com o novo osso, mas essa estabilidade diminui com o tempo durante as primeiras etapas da cicatrização, uma vez que ocorre a remodelação do osso circundante (Pérez, 2016; Yasser, Wael, Mohamed, Walid, 2017).

Nesse sentido, tem sido demonstrado que a falta de estabilidade primária pode afetar o processo de osseointegração, no entanto, seu sucesso depende de vários fatores, incluindo a densidade e as dimensões do osso ao redor do implante, o desenho do implante e a técnica cirúrgica utilizada (Ballesteros, Delgado, Estupiñan, 2018; Ordoñez, 2018).

Atualmente, conseguir uma boa estabilidade primária torna-se ainda mais importante devido à implementação de protocolos de carga imediata, que são muito exigidos pelos pacientes, porque reduzem o tempo de tratamento e aumentam o conforto do período de provisionalização, o que traz benefícios tanto estéticos como psicológicos para o paciente (Ballesteros, Delgado, Estupiñan, 2018; Muñoz, 2021).

A estabilidade primária dos implantes deve ser cuidadosamente alcançada, por meio dum fresado em baixa velocidade ou com a utilização de osteótomos, pois a densidade óssea varia de acordo com a área do maxilar ou da mandíbula. Dessa forma, são realizados locais de implantação adequados para a inserção estável dos implantes, o que é favorecido pelo seu desenho macroscópico, proporcionando assim uma melhor fixação ou ancoragem ao maxilar. Nesse sentido, novos avanços tecnológicos têm promovido o desenvolvimento de sistemas de implantes que melhoram sua eficácia clínica por meio duma estrutura anatômica com dupla rosca para conseguir uma boa capacidade autorroscante e estabilidade primária; bem como uma superfície rugosa para favorecer a osseointegração (Muñoz, 2021).

3.2.3.3.2. Estabilidade secundária

Durante o processo de cicatrização, uma porção do osso é remodelada e novas áreas são formadas, as quais ficam em contato direto com a superfície do implante. Esse novo contato do osso leva o nome de estabilidade secundária ou biológica. Quando o processo de cicatrização está completo, a estabilidade mecânica inicial é completamente substituída pela estabilidade secundária (Pérez, 2016).

A estabilidade secundária é um processo biológico atribuível ao conceito de osseointegração; criação e remodelação de novo osso ao redor da superfície do implante (Moya, Sanchez, 2017).

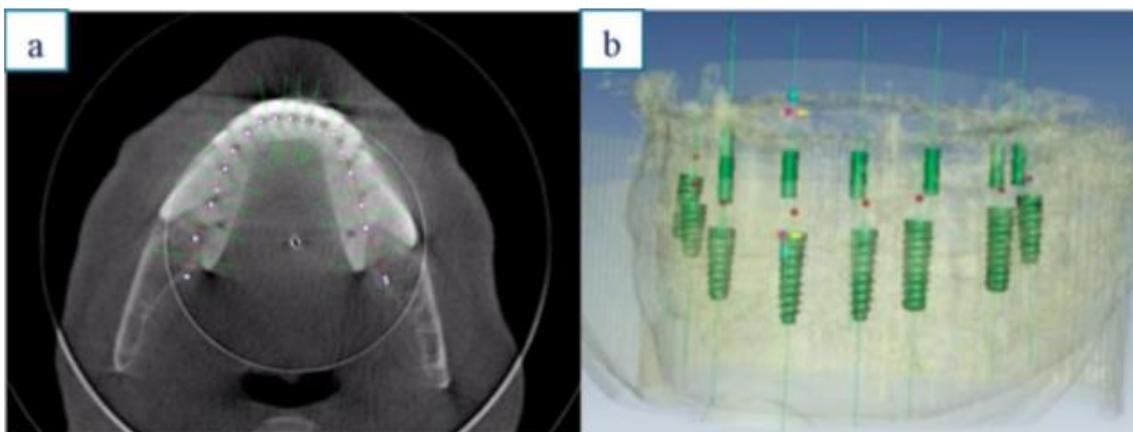
A estabilidade secundária representa uma melhora na estabilidade como resultado da formação óssea periimplantária por meio da remodelação óssea gradual e a osteocondução, com a possibilidade de uma nova formação óssea na interface osso-implante (Yasser, Wael, Mohamed, Walid, 2017; Ortega, 2020).

3.2.4. Planejamento reverso

O planejamento reverso ou orientação de implantes guiados protéticamente, consiste em desenhar inicialmente uma prótese dentária que cumpra com todos os parâmetros estéticos e funcionais que o paciente deseja; e com esta guiar a inserção dos implantes na melhor localização possível para cumprir com a reabilitação protética inicialmente planejada (Panassolo, 2017).

O tratamento de reabilitação, por meio de implantes, deve começar com a construção de próteses diagnósticas, onde o profissional possa antecipar o resultado final, que, juntamente com os exames complementares, se perceberá e observará a quantidade e qualidade dos tecidos moles e ósseos presentes, bem como a necessidade de modificações para cumprir com o planejamento prévio estabelecido pela prótese diagnóstica, que será transformada em guia cirúrgico, otimizando o resultado final do tratamento, com a determinação da posição, número e inclinação dos implantes (Kraft, 2019; Menezes, Silva, Brígido, 2020).

Figura 10: Localização dos implantes de acordo com o planejamento reverso



Fonte: Velasco. Et al., 2021

Em outras palavras, o planejamento reverso representa uma abordagem efetiva e previsível para a reabilitação tridimensional de locais de implantes (Belao, 2020).

3.2.5. Planejamento reverso digital

Para realizar o planejamento reverso digitalmente, primeiro os modelos digitais devem ser obtidos diretamente da boca do paciente, isso com a ajuda dum scanner intraoral. Este dispositivo é a mais recente inovação na geração de modelos tridimensionais e tem como principal vantagem a obtenção de modelos digitais 3D suficientemente precisos para fins de diagnóstico (Marín, 2016; Zavala, 2021).

Figura 11: Escaneamento de estruturas orais



Fonte: Marín, 2016

O software Digital Smile Design ajudou a fazer modelos em cores que permitem ao paciente ter uma ideia mais precisa do resultado que obterá, ao realizar um melhor plano de tratamento para restaurar a função e a estética perdidas (Zavala, 2021).

Figura 12: Planejamento reverso digital



Fonte: Zavala, 2021

3.2.6. Talas guias

As talas-guia são dispositivos intraorais parciais ou totais, mais ou menos rígidos, que são colocados nas áreas edêntulas e/ou nas superfícies oclusais dos dentes remanescentes, essenciais para facilitar o diagnóstico, o planejamento e a execução do tratamento em implantodontia. Estes podem ser feitos com vários materiais ou desenhos para adaptá-los a cada caso clínico e são de grande ajuda na comunicação entre o cirurgião, reabilitador, técnico de laboratório e radiologista (Ríos, 2016).

Existem diferentes tipos de talas de guia de implante; estas variam de acordo com a técnica e ao material de elaboração ou de suporte. Vários autores descreveram o desenvolvimento duma tala guia total transparente duplicando uma prótese total original com adequada relação bucal, lingual e vertical com seus dentes opostos (Vargas. Et al, 2020).

3.2.6.1. Tala de guia diagnóstico

Favorece a visualização diagnóstica na boca do paciente, ao permitir observar a distribuição dos contornos externos tridimensionais dos futuros dentes no espaço edêntulo, essas talas guia diagnósticas podem ser utilizadas intraoralmente antes da cirurgia para visualizar a futura prótese implantossuportada e os denomina guias de posicionamento pré-cirúrgico (Ríos, 2016).

3.2.6.2. Tala de guia radiográfico ou tomográfico

A confecção duma tala tomográfica é a seguinte fase após o diagnóstico. Para isso, se requer o estudo dos modelos montados em articulador semi-ajustável, que permita a valorização dos espaços edêntulos, a relação bimaxilar e o aspecto estético duma futura restauração. Em qualquer técnica tomográfica, é importante esclarecer que, por si só, fornece poucos dados para a previsibilidade pré-cirúrgica, razão pela qual o uso de talas radiológicas durante a tomografia é imprescindível para que a informação protética do paciente possa ser transferida para o planejamento pré-cirúrgico (Kathleen, 2017).

Figura 13: Tala de guia radiográfico ou tomográfico para edêntulos parciais



Fonte: López, 2018

Como ponto de partida, a partir da impressão dentária, o laboratório de prótese prepara um enceramento de estudo que reproduz a reabilitação protética funcional e estética desejada. Seguidamente, o técnico do laboratório faz uma cópia exata da resina transparente chamada tala radiológica ou tomográfica. A tala deve ter uma espessura uniforme não inferior a 3 milímetros e sua parte

inferior deve ser profunda em direção ao sulco gengivolabial para aumentar o suporte na boca. Na tala são feitas entre 4 e 8 perfurações esféricas de 1 ou 2 mm de profundidade com uma broca redonda, distribuídas estrategicamente ao longo da parte inferior. Essas perfurações são preenchidas com guta-percha que servirá para reposicionar a posição do guia radiológico no programa tomográfico (Kathleen, 2017; Mesalles, Del Moral, Garcia, Khatskelevich, 2018).

Figura 14: Tala de guia radiográfico ou tomográfico para totalmente edêntulos



Fonte: Márquez, 2018

3.2.6.3. Tala de guia cirúrgico

Com dados derivados da tomografia computadorizada e do planejamento com o software de computador, se obtêm relatórios que permitem com a ajuda de uma fresadora ou impressora 3D, a elaboração de um guia cirúrgico que é utilizado no momento da cirurgia, para a inserção controlada dos implantes com uma menor influência do erro humano, em comparação com a técnica manual convencional. Os guias cirúrgicos são confeccionados em acrílico e podem ser de suporte ósseo, dentário ou mucoso (Kathleen, 2017).

Figura 15: Tala guia para cirurgia convencional



Fonte: Menezes, Silva, Brigido, 2020

Todos os autores consultados concordam em que os guias cirúrgicos são essenciais para a execução precisa e correta da colocação de implantes dentários. Inicialmente, sua principal desvantagem era a instabilidade do guia em pacientes com edentulismo total, principalmente quando os tecidos moles eram utilizados somente como suporte. Atualmente, esse inconveniente foi resolvido fixando os guias com parafusos "pinos" para estabilizar os guias e assim reduzir o movimento durante o fresado e a inserção dos implantes (Márquez, 2018).

Figura 16: Tala guia para cirurgia guiada



Fonte: Kathleen, 2017

As talas ou guias cirúrgicos permitem orientar a inserção dos implantes em consideração a sua localização, profundidade e angulação. Também permitem realizar cirurgias minimamente invasivas, sem a necessidade de retalhos, no caso de utilizar guias com suporte mucoso ou dentário, o que simplifica o tratamento e beneficia ao paciente reduzindo traumas e desconfortos pós-cirúrgicos (Márquez, 2018; Linares, Smith, 2021).

Figura 17: Tala para cirurgia guiada em paciente



Fonte: Kathleen, 2017

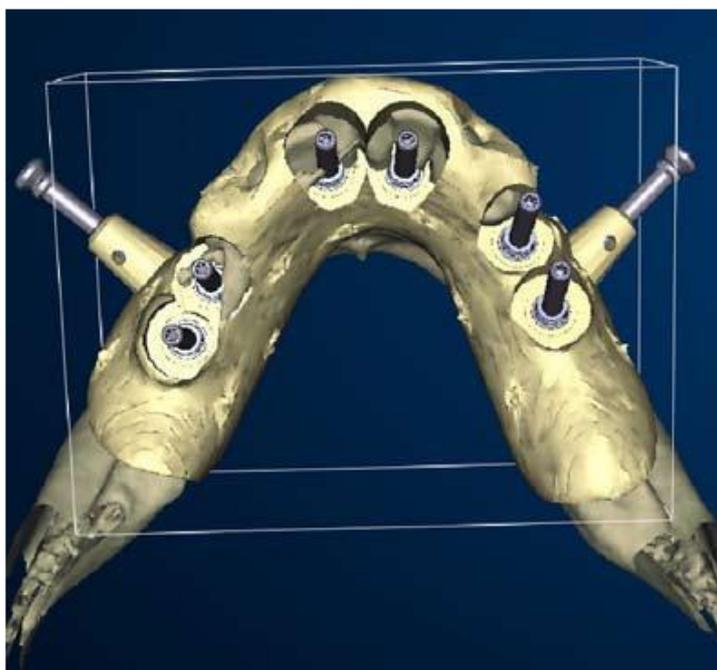
O planejamento em torno à restauração final é essencial para obter uma funcionalidade e estética adequada. Por meio do uso de guias cirúrgicos, podemos reduzir as complicações e aumentar muito a probabilidade de uma restauração final correta (Linares, Smith, 2021).

3.2.6.4. Talas estereolitográficas

Uma vantagem importante no campo da cirurgia e implantodontia oral, é que os sistemas tridimensionais de imagem assistidos por computador permitem

a realização de modelos estereolitográficos. Nesse sentido, permitem obter modelos tridimensionais de qualquer estrutura anatômica maxilar e mandibular onde se pode observar, além das características macroscópicas normais, a existência de defeitos estruturais e/ou patológicos (Ríos, 2016).

Figura 18: Tala estereolitográfica



Fonte: Ríos, 2016

No campo da implantodontia oral, temos a possibilidade de que o implantodontista tenha em mãos um modelo real da estrutura anatômica que vai ser tratada. Além disso e como vantagem adicional, se ter uma tala cirúrgica estereolitográfica que ajudará com uma melhor inserção planejada dos implantes (López, 2018).

3.2.6.5. Vantagens e desvantagens dos guias cirúrgicos convencionais (não feitos por computador)

Os guias cirúrgicos apresentam diversas vantagens, dentro das quais estão (Linares, Smith, 2021):

- Facilitar a perfuração óssea com a primeira broca (fresado) com um furo de mais de 2 mm.
- Facilitar o paralelismo entre implantes e entre implantes - dentes.
- Estabelecer parâmetros de distribuição dos implantes.
- Permitir a visualização cervical da futura prótese.

3.2.7. Planejamento 3D com software informático

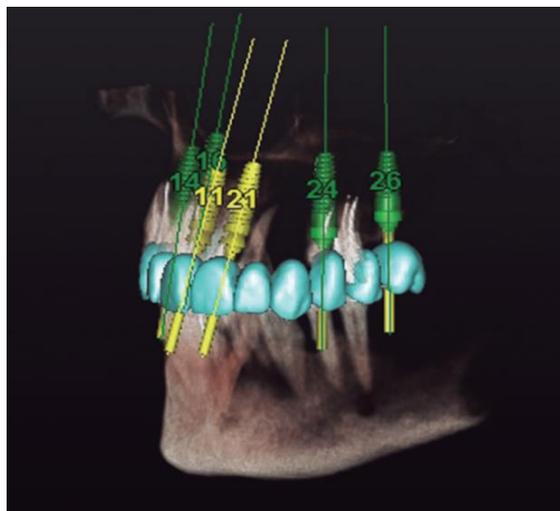
Os avanços tecnológicos no diagnóstico por imagem 3D e a incorporação de programas de computador permitiram transformar de forma virtual e interativa o diagnóstico da anatomia e patologia dos ossos da região maxilofacial, permitindo sua aplicação clínica na área da odontologia.

Os avanços que transformaram a implantodontia são (Kathleen, 2017; Márquez, 2018):

- Imagens de tomografia computadorizada tridimensional
- Software de planejamento de cirurgias de implantes baseado em tomografia computadorizada.

- Tecnologia de desenho assistido por computador e fabricação de guias cirúrgicos (CAD/CAM).
- Cirurgias de implante guiadas por computador (CGIS).

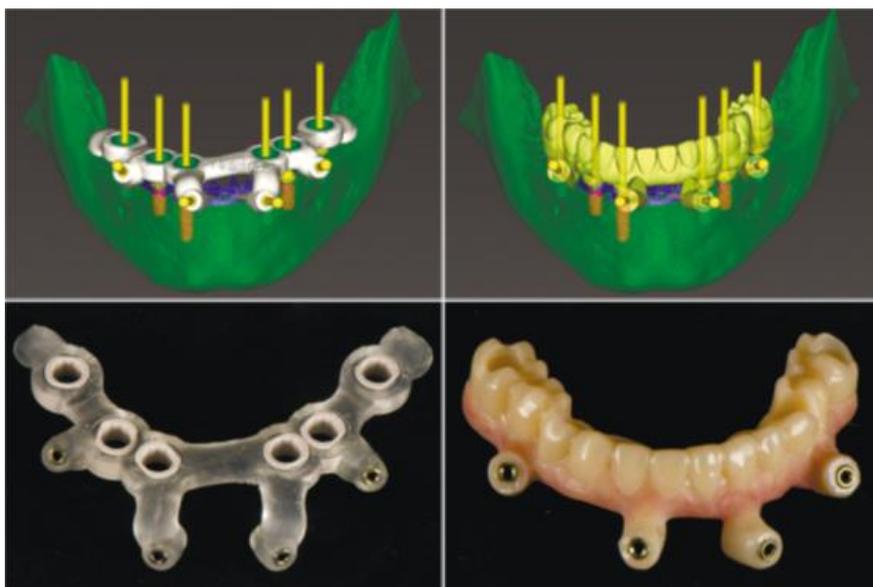
Figura 19: Planejamento 3D



Fonte: Gómez, Esquivel, Zufia, Dalmau, 2019

Toda essa tecnologia desenvolvida para implantodontia, incluindo a geração de imagens 3D (CBCT e escaneamento intraoral), software virtual de planejamento de implantes e guias cirúrgicos CAD-CAM, permite a transferência dos dados obtidos por meios de diagnóstico de imagem para programas de computador, possibilitando que a equipe terapêutica (reabilitador, cirurgião e técnico de laboratório) possa dispor as informações e os requisitos cirúrgicos e protéticos com uma visão tridimensional que garante uma inserção controlada e previsível dos implantes por meio de cirurgia guiada ou assistida (Márquez, 2018; Mesalles, Del Moral, Garcia, Khatskelevich, 2018).

Figura 20: Planejamento 3D do guia cirúrgico e prótese provisória



Fonte: Makarov, Pompo, Papi, 2021

Os softwares de planejamento 3D constituem uma ferramenta diagnóstica-terapêutica que proporciona maior segurança, controle e precisão no tratamento com implantes. Eles permitem que o implantologista possa estudar num modelo maxilar ou mandibular virtual, as diversas alternativas na localização dos implantes de acordo com as características morfológicas e assim estabelecer o protocolo cirúrgico de acordo com o estado individualizado de cada paciente. Além disso, os guias cirúrgicos são desenhados para garantir a inserção controlada dos implantes em função ao número, diâmetro, comprimento e inclinação, de acordo com o volume e densidade do osso alveolar residual e a informação obtida na tomografia computadorizada. O desenho da reabilitação protética provisória ou definitiva também é possível (Márquez, 2018; Gómez, Esquivel, Zufia, Dalmau, 2019).

Figura 21: Do planejamento 3D à clínica



Fonte: Gómez, Esquivel, Zufia, Dalmau, 2019

3.2.7.1. Vantagens do planejamento 3D

O planejamento 3D traz as seguintes vantagens (Márquez, 2018):

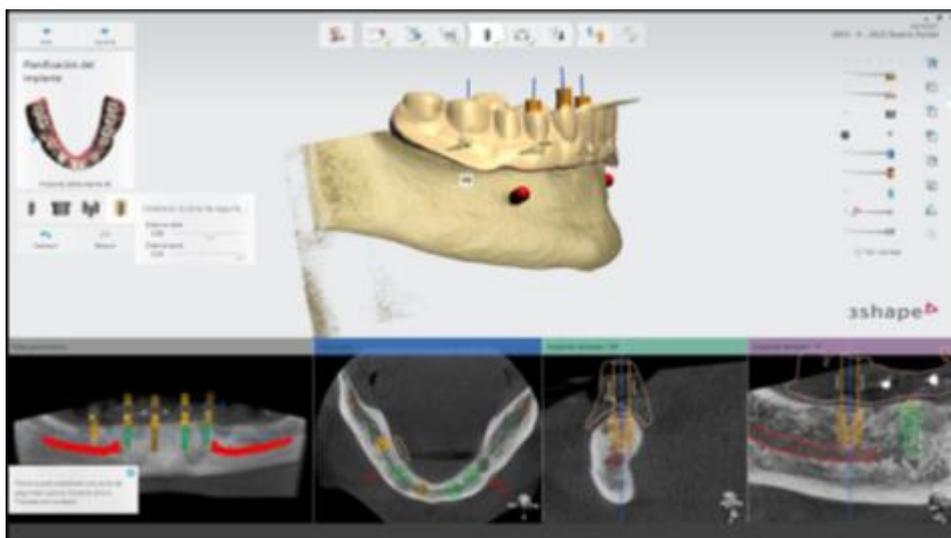
- Planejamento digital da posição (localização e angulação) e tamanho dos implantes.
- Desenho do pilar, do guia cirúrgico, da restauração protética provisória e/ou da restauração final, assim como a seleção dos pilares transepteliais.
- Planejamento de procedimentos como alveolectomia, alveoloplastia e colocação de implantes em situações com limitações anatômicas.
- Permite o armazenamento do plano de tratamento e de todos os dados do paciente no computador.

- Pode ser usado na comunicação com o paciente sobre o plano de tratamento.

3.2.7.2. Importância do planejamento da cirurgia guiada por computador

O planejamento é a base fundamental de nossos tratamentos. A exploração com uma tomografia computadorizada é uma técnica não invasiva e uma inspeção exata. A visualização das imagens da exploração da tomografia computadorizada pelo clínico pode ser realizada por meio de filmes impressos ou com o uso de pacotes de software, que permitem a visualização em 3 dimensões utilizando a tecnologia de desenho assistido por computador (Ríos, 2016).

Figura 22: Planejamento da cirurgia guiada por computador



Fonte: Márquez, 2018

Atualmente existem vários sistemas de software que analisam as explorações da tomografia computadorizada para ajudar no planejamento

cirúrgico e produzir os guias cirúrgicos de perfuração. Esses modelos são fabricados por computador para corresponder exatamente com a localização, trajetória e profundidade planejadas dos implantes. Inicialmente, a utilização deste tipo de software destinava-se unicamente para o planejamento de casos de implantes, mas atualmente, com os guias cirúrgicos podemos transferir esse planejamento para a boca do paciente (Ríos, 2016; Chen. Et al, 2017).

O guia cirúrgico estabiliza o procedimento de perfuração enquanto o dentista, que coloca os implantes, realiza o procedimento com uma restrição dos graus de liberdade da trajetória da broca e uma restrição na profundidade (Chen. Et al, 2017; Maharjan, Mathema, Shrestha, 2018).

3.2.8. Cirurgia guiada por computador

Conscientes da importância de melhorar os procedimentos cirúrgicos, juntamente com a precisão na colocação dos implantes e a necessidade de obter excelentes resultados estéticos e biológicos, surgiu no início da última década, uma cirurgia minimamente invasiva denominada cirurgia guiada assistida por computador. Nesta técnica é importante seguir uma série de protocolos, ter em conta algumas considerações radiológicas e realizar um planejamento correto, porque tudo isso influenciará diretamente no ato cirúrgico. Na cirurgia guiada assistida por computador, a posição e inclinação dos implantes são uma soma de informações dos dados obtidos da tomografia computadorizada e do planejamento dos implantes no software do computador. A transferência do planejamento da reabilitação para o campo operatório é realizada por meio dum

guia cirúrgico elaborado com um processo de protocolo rápido e também, em muitas ocasiões, permitindo realizar uma carga imediata com a colocação duma reabilitação fixa provisória (Kathleen. Et al, 2017; Lopez, 2018).

O surgimento da cirurgia guiada por computador implicou uma revolução no tratamento da implantodontia, ao permitir a transferência do planejamento 3D para a cirurgia de forma precisa, sem a margem de erro que envolve a colocação dos implantes "à mão livre" simplesmente com controle visual, porque utiliza dispositivos que direcionam a sequência de fresado e da inserção do implante (Márquez, 2018).

Essa via contribui para a predeterminação exata do tratamento a ser seguido e permite que sejam integrados ao diagnóstico: a anatomia, a biomecânica funcional e a estética, tudo isso de forma interativa para que o profissional capacitado possa desenhar o melhor plano de tratamento possível para cada paciente (Mesalles, Del Moral, Garcia, Khatskelevich, 2018; Oliveira. Et al, 2019).

Os softwares de planejamento permitem realizar uma virtualização da cirurgia de implantes ao realizar o planejamento 3D passo a passo, colocando os implantes de comprimento e diâmetro adequados, no local e com a angulação oportuna de acordo com o desenho da prótese planejada (Márquez, 2018; Garcia, 2019).

Nesta técnica, com o uso de uma tala de suporte para mucosa e dentes, ao não existir uma elevação do retalho, o trauma cirúrgico é mínimo, porque a incisão circular é limitada à área de acesso ao implante; por todas essas razões, os efeitos secundários geralmente são minimizados em grande medida. A possibilidade de manter o periósteo intacto, nas vertentes bucal e lingual da crista, melhora a resposta biológica e clínica (López, 2018; Oliveira. Et al, 2019).

A utilização da técnica de cirurgia guiada assistida por computador permite de forma prática incluir a prótese final como fator de decisão no planejamento de colocação dos implantes. Virtualmente e com o uso de um software de planejamento, sua localização pode ser otimizada antes da cirurgia. Assim, os implantes podem ser planejados para suportar uma prótese que forneça os requisitos biológicos, funcionais e estéticos ideais e ao mesmo tempo respeitar a anatomia maxilar ou mandibular obtida pelas imagens de tomografia computadorizada (Oliveira. Et al, 2019).

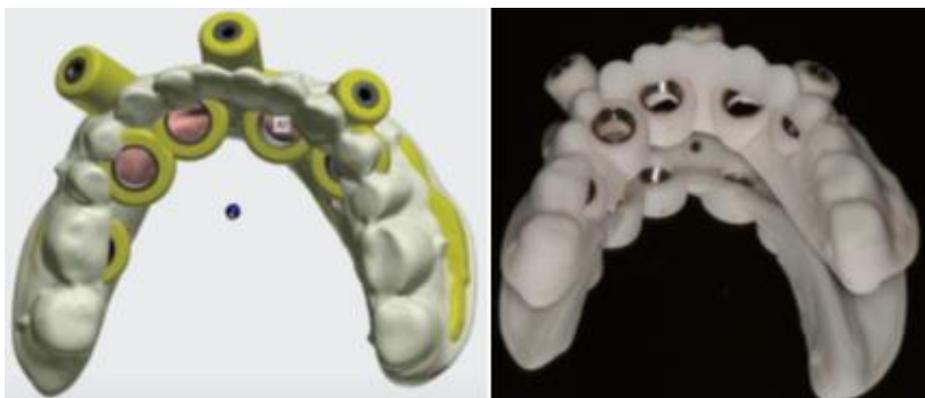
Em termos gerais, a cirurgia guiada por computador é definida como a colocação de implantes dentários por meio do uso de um guia cirúrgico desenhado e elaborado a partir de seu planejamento com um software específico de computador, que permite a colocação de implantes dentários quase sem realizar uma incisão na maioria dos casos, tanto em casos unitários, como em casos totalmente edêntulos. Basicamente, é necessário realizar uma tomografia computadorizada do paciente como uma ferramenta de diagnóstico que nos fornece informação tridimensional do osso existente na área onde os implantes serão colocados e realizar o planejamento virtual com o software de

planejamento 3D-CAD (desenho assistido por computador) (Oliveira. Et al, 2019; Lin. Et al, 2020).

3.2.8.1. Cirurgia guiada por computador e CAD-CAM

A cirurgia guiada de implantes implica a colocação virtual de implantes e a produção de guias de perfuração usando procedimentos CAD/CAM. Com sistemas virtuais de planejamento de implantes, o guia cirúrgico pode ser desenhado virtualmente no modelo da superfície dos dentes e produzir-se de forma interna usando um dispositivo de impressão 3D. Para o planejamento virtual de implantes dentários, são necessários dados anatômicos do paciente. A tomografia computadorizada de feixe cônico ou a tomografia computadorizada, é usada para exibir uma imagem tridimensional da mandíbula para a identificação de estruturas anatômicas como o nervo alveolar inferior, o seio maxilar e as raízes dos dentes circundantes (García, 2019).

Figura 23: Desenho e confecção CAD-CAM do guia cirúrgico



Fonte: Márquez, 2018

Os sistemas CAD/CAM têm três componentes funcionais básicos: Captura de dados ou escaneamento para obter a informação oral. Para realizar este processo existem diferentes sistemas; CAD para o desenho geométrico da restauração. Esses sistemas CAD possuem algumas funções simples para alterar a geometria da restauração; CAM para fabricar a restauração. Os sistemas CAM usam informação assistida por computador para dar forma a um objeto físico, usando métodos de subtração (que removem material dum bloco inicial para obter a forma desejada) ou utilizando métodos aditivos, usados na criação rápida de protótipos, cada vez mais usados na tecnologia oral CAD/CAM (García, 2019; Lin. Et al, 2020).

3.2.8.2. Inserção de implantes dentários com cirurgia guiada assistida por computador

A técnica de cirurgia guiada assistida por computador deve ser considerada como o melhor método de inserção de implantes, porque é a menos influenciada por erros humanos em comparação com a técnica convencional ou manual. De fato, ao comparar a exatidão ou precisão dum cirurgião de implantes experiente na realização do fresado para os leitos de implante, o erro médio pode ser de 6,1 mm (máximo de 7,2 mm), enquanto para métodos cirúrgicos guiados por computador, o erro médio é de 0,5 mm (máximo 1,2 mm) (Ríos, 2016).

A cirurgia guiada constitui uma técnica muito previsível e segura para a inserção cirúrgica dos implantes, porque fornece ao implantologista um método preciso de fresado progressivo para conseguir um leito ósseo que favorece

extraordinariamente sua estabilidade primária. A fixação definitiva dos implantes é conseguida com a aplicação da força necessária utilizando uma chave dinamométrica de 45-60 Nm (Zhou. Et al, 2021).

Além disso, a utilidade e precisão da cirurgia guiada por computador é maior em comparação com a técnica convencional ou manual naquelas situações clínicas que requerem, devido à menor disponibilidade de osso, técnicas regenerativas ou enxertos ósseos (Velasco. Et al, 2021).

3.2.8.2.1. Técnica com e sem retalho (Invasiva e minimamente invasiva)

A cirurgia guiada pode ser realizada sem abertura de retalho quando se utilizam talas ou guias de suporte dentário ou mucoso, sendo denominada “cirurgia minimamente invasiva”. Quando são utilizados guias de suporte ósseo, é realizada uma "cirurgia guiada", que não é considerada uma cirurgia minimamente invasiva, porque é necessário o levantamento de retalho mucoperiosteal para acessar ao osso, sendo utilizado nos casos em que é necessário colocar enxertos ósseos e/ou tecidos moles (Márquez, 2018).

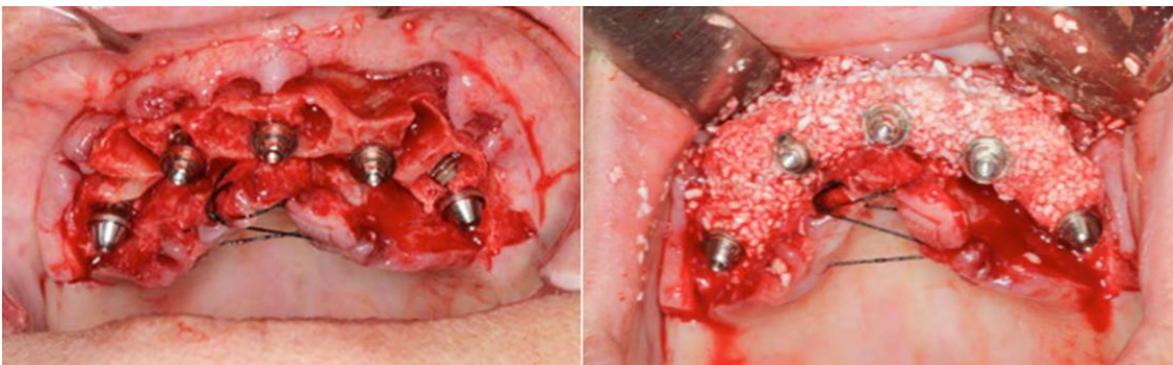
Tanto a técnica convencional como a técnica sem retalho oferecem uns bons resultados no sucesso dos implantes (Grau, Guerra, Sánchez, Valdés, 2018).

3.2.8.2.1.1. Técnica com retalho em cirurgia guiada, cirurgia invasiva

A cirurgia tradicional de implantes envolve a realização dum retalho de espessura total para a visualização direta do rebordo alveolar que garante a inserção do implante de acordo com a anatomia do paciente para evitar fenestrações ou perfurações ósseas (Grau, Guerra, Sánchez, Valdés, 2018).

Na cirurgia guiada assistida por computador, existe a possibilidade de que no planeamento tomográfico, se possa visualizar a presença de fenestrações ou depressões ósseas que requeram a necessidade de colocar algum enxerto ósseo durante a cirurgia, para o qual o levantamento do retalho é inevitável, quebrando por necessidade o conceito de cirurgia minimamente invasiva (García. Et al, 2019).

Figura 24: Cirurgia com retalho, invasiva e por regeneração óssea



Fonte: Sande, Barreiro, Somoza, García, 2021

Da mesma forma, a necessidade de realizar algum enxerto de tecido mole para melhorar a estética rosa e branca ou formar um perfil de emergência adequado, obriga ao dentista a levantar um retalho para enxertar esse tecido,

desconfigurando o protocolo de cirurgia minimamente invasivo, lembrando que esse protocolo se desconfigura por necessidade cirúrgica e não por problemas de cirurgia guiada (Velasco. Et al, 2021).

3.2.8.2.1.2. Técnica sem retalho em cirurgia guiada, cirurgia minimamente invasiva

Nos últimos anos, a colocação de implantes com a técnica de cirurgia sem retalho tem sido proposta, também conhecida como “flapless”. Com esta técnica, a colocação do implante é realizada por meio da cirurgia guiada com base no planejamento virtual previamente realizado com o software específico (Márquez, 2018; Grau, Guerra, Sánchez, Valdés, 2018).

A cirurgia sem retalho é mais simples e atraumática, proporciona muitas vantagens para o paciente e para o cirurgião, pois o procedimento requer menos tempo, o sangramento é mínimo, a colocação do implante é rápida e não é necessário colocar e remover suturas. Esse tipo de técnica, minimamente invasiva, simplifica a cirurgia e reduz o tempo de tratamento, beneficia ao paciente com um melhor pós-operatório e menos complicações. Esta técnica é mais recomendada no caso de cirurgias guiadas, porque previamente foi planejada a melhor posição e localização do implante no maxilar ou na mandíbula (Mesalles, Del Moral, Garcia, Khatkelevich, 2018).

Figura 25: Cirurgia guiada sem retalho, minimamente invasiva



Fonte: Kathleen, 2017

3.2.8.2.1.2.1. Vantagens e desvantagens da cirurgia sem retalho

As vantagens da cirurgia sem retalho descritas atualmente são (Márquez, 2018):

- Menor trauma cirúrgico: a quantidade de tecido mole removido é mínima.
- Preservação do suprimento vascular: a irrigação do periósteo é mantida durante o procedimento cirúrgico.
- Menor tempo cirúrgico na colocação dos implantes, porque elimina-se o tempo de levantamento e sutura do retalho.
- Menor reabsorção da crista óssea: devido à preservação e manutenção dos contornos e perfis existentes dos tecidos moles, incluindo as margens gengivais dos dentes adjacentes e a papila interdental.
- Redução de complicações pós-operatórias, como dor, sangramento e inflamação para que os pacientes precisem de menos medicação analgésica e anti-inflamatória.
- Maior aceitação pelo paciente: aumenta a taxa de aceitação dos tratamentos com implantes.
- Otimização e menor tempo de cicatrização dos tecidos periimplantários.

- Possibilidade de realizar uma carga imediata por prótese provisória ou definitiva.
- Maior conforto e satisfação do paciente: contribui para melhorar a qualidade de vida, pois dá a possibilidade de uma pronta reabilitação protética.

Desvantagens da cirurgia sem retalho (Márquez, 2018; Grau, Guerra, Sánchez, Valdés, 2018):

- Representa uma técnica de cirurgia “às cegas”: o cirurgião não consegue visualizar detalhes anatômicos e estruturas vitais.
- Possível sobreaquecimento devido ao acesso reduzido de irrigação externa durante a preparação da osteotomia.
- Impossibilidade de preservar a gengiva queratinizada da perfuração inicial do tecido.
- Incapacidade do cirurgião de manipular ou modificar os tecidos moles e garantir a adaptação circunferencial das dimensões adequadas da gengiva queratinizada ao redor dos implantes.

3.2.8.3. Carga imediata em cirurgia guiada (implante imediato)

A colocação de implantes foi considerada a melhor forma de repor dentes perdidos, restabelecendo a estética e a função, mas o longo tempo de espera teve um impacto negativo na vida dos pacientes (Sánchez, Almagro, Loran, 2018).

A precisão dos sistemas de cirurgia guiada ou cirurgia virtual permite melhorias clinicamente significativas na precisão, eficiência do tempo e redução do erro cirúrgico, beneficiando ao paciente, ao cirurgião e ao reabilitador (Nogueira, 2019; Sauvesuk . Et al., 2020).

Nesse sentido, é compreensível que as demandas do paciente por uma intervenção terapêutica mais rápida e confortável estimularam aos pesquisadores para testar novos protocolos que encurtem e simplifiquem o tratamento com implantes. Atualmente, existem alguns tratamentos que são propostos e incluem profundas modificações do protocolo inicial, como é o caso da carga imediata, fato biofísico de submeter um ou vários implantes a cargas mastigatórias funcionais nas primeiras 24 horas de sua implantação, sintetizando desta forma, a etapa cirúrgica e protética numa única sessão de trabalho (Sauvesuk . Et al., 2020; Sande, Barreiro, Somoza, García, 2021).

Assim, deve-se notar que a formação de osso novo e a remodelação ativa são observadas quando o osso é estimulado mecanicamente, por isso, a carga imediata pode aumentar a formação do osso alveolar ao redor dos implantes, facilitando o processo de osseointegração (Sande, Barreiro, Somoza, Garcia, 2021).

A possibilidade de ter dentes fixos melhora imediatamente a estética e proporciona vantagens funcionais, pois haverá uma melhor incorporação das próteses definitivas devido à recuperação funcional e muscular mais rápidas, não sendo necessário o uso de próteses removíveis desconfortáveis. Este

procedimento contribui para a conformação da estrutura gengival necessária para as reabilitações protéticas definitivas, aumenta a qualidade de vida e o conforto dos pacientes, e reduz a perda óssea que normalmente ocorre após a extração, proporcionando assim maior estética (Garcia, 2021).

A colocação dos implantes pode ser tão precisa que é possível desenhar um protocolo de carga imediata com uma prótese pré-fabricada (Makarov, Pompo, Papi, 2021).

Figura 26: Prótese definitiva confeccionada em protocolo reverso para carga imediata



Fonte: Pérez, 2016

Alcançar a carga imediata em implantodontia guiada e/ou convencional foi conseguido graças à evolução do procedimento cirúrgico, técnica de sub-fresado, mas acima de tudo, ao desenho micro, macro e ao tratamento de superfície de implantes dentários (Chen. Et al, 2021).

3.2.8.3.1. Macro desenho dos implantes

A macro estrutura refere-se ao formato das roscas, ao corpo do implante, à conexão protética e ao desenho do colar (Lima. Et al., 2017; Pedreira. Et al., 2017).

Figura 27: Macro desenho dos implantes



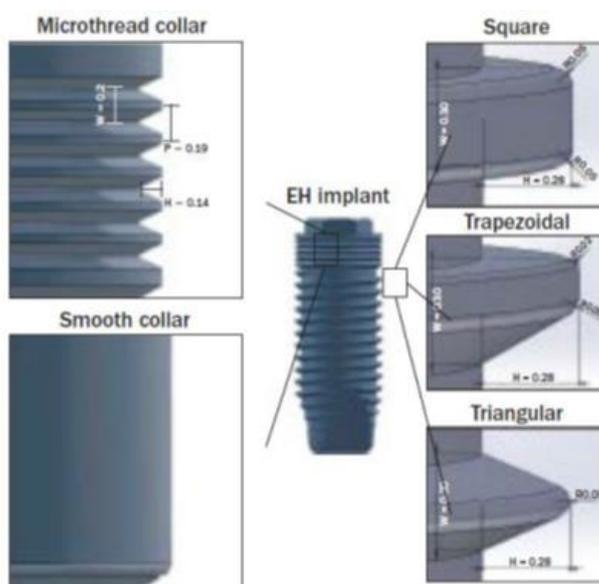
Fonte: Pérez, 2016

Os pesquisadores têm como alvo a macroestrutura do implante, na tentativa de entender os fatores biomecânicos que mais afetam o sucesso a longo prazo do implante durante a ancoragem no osso. O papel das roscas como elemento de retenção no colo e corpo do implante está relacionado com uma área de superfície de contato aumentada, o que proporciona uma maior interação osso-implante e implica uma melhor distribuição de tensões no local do ósseo periimplantário. Além disso, o desenho das roscas ajuda a determinar a manutenção do osso circundante e a estabilidade primária para condições de

carga imediata, especialmente quando os implantes são inseridos no osso maxilar (Lima et al., 2017).

O macro desenho pode ser avaliado usando simulações de modelagem de elementos finitos. Uma maior área externa do implante pode ser desenvolvida com o objetivo de melhorar a estabilidade mecânica ou primária no osso. Além disso, a distribuição das tensões ao redor do modelo de implante virtual de implante 3D também pode ser simulada por meio dum análise de modelagem de elementos finitos e se podem produzir mapas de distribuição de tensões e estresse. Adotar um desenho geométrico para gerar uma tensão homogênea e não pontualmente concentrada para as regiões ósseas ou dos implantes é importante para a osseointegração e a sobrevivência dos implantes dentários (Pedreira. Et al., 2017; Ortega, 2021).

Figura 28: Macro desenho das roscas dos implantes



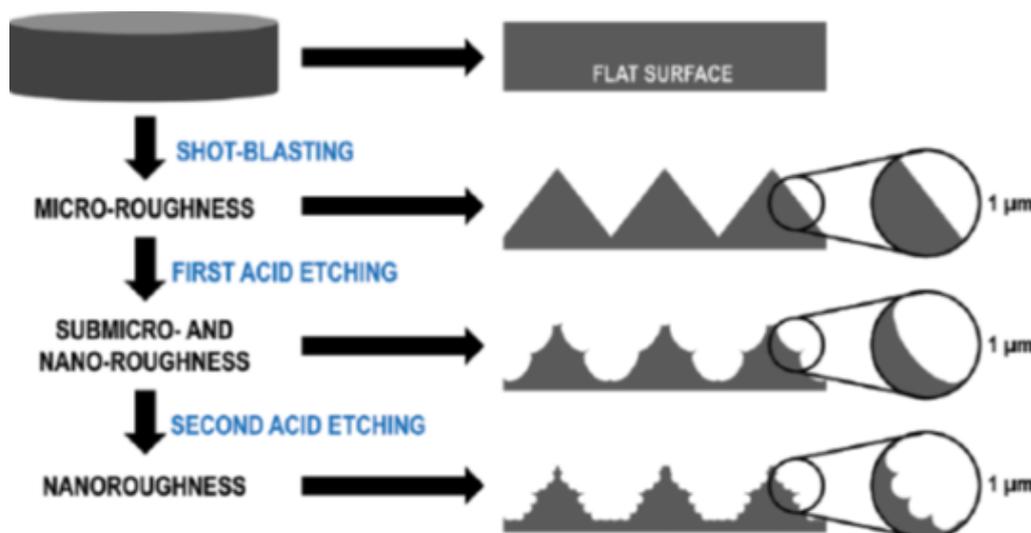
Fonte: Lima. Et al., 2017

As alterações na macroestrutura do implante também contribuem no sucesso do implante, afetando diretamente a estabilidade primária (Ortega, 2021).

3.2.8.3.2. Micro desenho dos implantes

A microestrutura refere-se ao material do implante, a morfologia da superfície e o tratamento da superfície. Ao otimizar a topografia, podemos usar implantes em casos onde o osso não é muito favorável, como resultado, as possibilidades de sucesso a longo prazo das restaurações dentárias compatíveis com implantes são aumentadas consideravelmente (Mendoza. Et al., 2016; Lima. Et al., 2017).

Figura 29: Micro desenho dos implantes



Fonte: Ortega, 2021

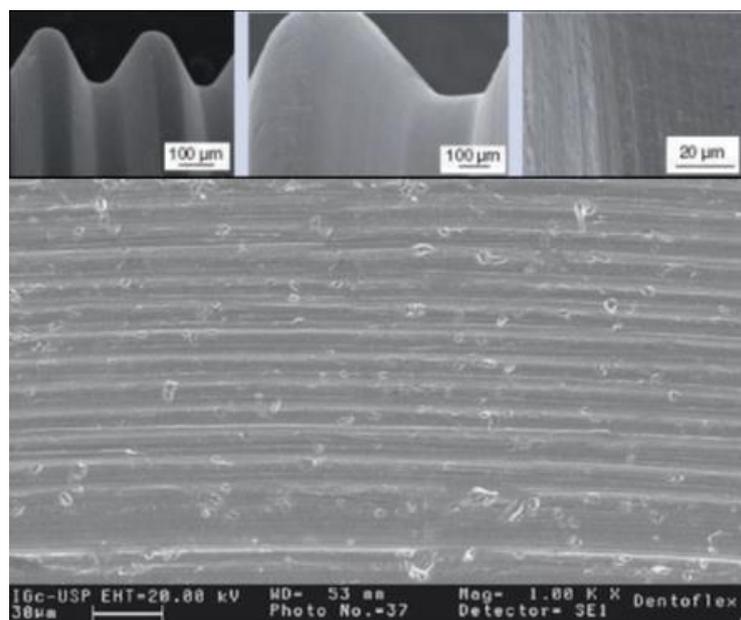
As modificações da superfície dos implantes têm sido estudadas e aplicadas para melhorar as propriedades biológicas favorecendo a

osseointegração. A rugosidade da superfície dos implantes foi aumentada com a usinagem, o revestimento com plasma de titânio ou hidroxiapatita, jateamento, acondicionamento ácido, jateamento + acondicionamento, anodização e revestimentos biomiméticos (Luque. Et al., 2018; Ortega, 2021).

3.2.8.3.3. Tratamento de superfícies

Os implantes dentários apresentam diversos tipos de tratamentos de superfície, entre eles estão os feitos por adição; que consistem em adicionar pequenas partículas na superfície do implante para criar irregularidades sobre os mesmos, aumentando assim a área de superfície. Os compostos mais utilizados para adicionar às superfícies do implante são partículas de titânio ou revestimento de hidroxiapatita (Silva, Astudillo, Vélez. Sánchez, 2017).

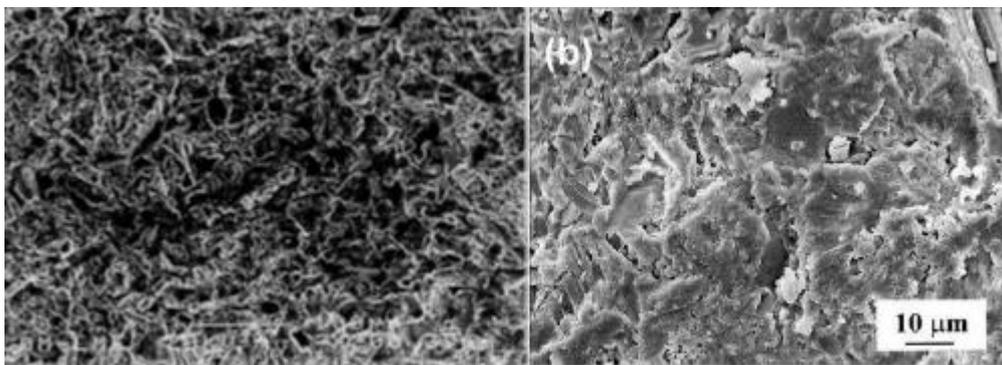
Figura 30: Superfície dos implantes



Fonte: Silva, Astudillo, Vélez, Sánchez, 2017

Por outro lado, existem tratamentos de superfície feitos pela técnica de subtração, dentro destes estão os feitos por jateamento, acondicionamento ácido, acondicionamento híbrido e de ácido duplo. Entre essas técnicas, a mais popular e conhecida é a híbrida, que consiste no jateamento das superfícies dos implantes seguido de condicionamento ácido, que geram diferentes tamanhos de porosidades e microestruturas na superfície do implante, gerando maior área de contato osso-implante (Ortega, 2021).

Figura 31: Tratamentos de superfície de implantes



Fonte: Silva, Astudillo, Vélez, Sánchez, 2017

3.2.8.4. Protocolo cirúrgico usando cirurgia guiada

O primeiro que teremos que fazer, será colocar o guia em sua posição correta com a ajuda do registro cirúrgico. Nos casos de edentulismo total e parcial, a posição correta do modelo cirúrgico é assegurada por meio de parafusos de ancoragem. A retenção pode ser melhorada segurando o modelo cirúrgico sobre os dentes existentes pressionando com a mão. Quando o modelo cirúrgico está na posição correta, é fresado por meio do tubo do modelo, o tecido mole e o osso maxilar usando a broca espiral guiada. A continuação, os

parafusos de ancoragem guiados são colocados no tubo correspondente para fixar o guia cirúrgico na posição correta. Desta forma, o guia cirúrgico é ancorado e oferece uma estabilidade inicial adequada (Ríos, 2016).

- Em casos unitários, os parafusos de ancoragem não são necessários (embora seja aconselhável). A retenção é obtida pressionando o modelo cirúrgico sobre a dentadura existente.
- Também uma sutura pode ser fixada ao redor do modelo cirúrgico e através da abertura interdental, ajustando assim o modelo cirúrgico à dentadura.

Quando posicionamos o guia na boca, a posição e direção dos cilindros correspondem exatamente com a posição e direção dos implantes planejados. Portanto, se passamos a broca (fresa) apropriada por esse orifício, deixando-nos guiar, fazemos o leito que alojará ao implante na mesma posição e na mesma profundidade que havíamos previsto na imagem virtual. Esses cilindros, localizados no guia cirúrgico, têm o diâmetro da broca a ser utilizada, com uma folga de 0,2 mm. Graças às chaves de fresagem intercambiáveis que se adaptam aos cilindros guia, podemos variar o diâmetro necessário para as diferentes fresas. É isso que permite a utilização dum guia único, ao contrário de como era feito antigamente, o que evita possíveis imprecisões na troca de guia durante o ato cirúrgico (Ku. Et al, 2022).

3.2.8.5. Propósito da cirurgia guiada

Esta técnica tem dois propósitos (Zadrozny, 2020):

- O primeiro é permitir um planejamento exato, a melhor posição dos implantes de acordo com a imagem tomográfica.
- A segunda consiste na confecção dum guia cirúrgico para a colocação exata dos implantes, com base na posição previamente planejada para que a inserção protética imediata, seja a correta.

Assim, existem argumentos a favor do uso da cirurgia guiada por computador na colocação de implantes na maioria dos pacientes devido a sua precisão e exatidão. No entanto, a determinação do custo-benefício/tempo deve ser tomada em consideração para cada caso particular. Em alguns casos, o longo tempo de planejamento do tratamento, da consulta do paciente, custos adicionais de laboratório, de radiografias e exposição adicional à radiação por parte do paciente podem superar os benefícios clínicos da cirurgia guiada (Linah, 2021).

3.2.8.6. Indicações para cirurgia guiada por computador

A cirurgia guiada por computador é indicada para pacientes totalmente e parcialmente desdentados e em casos de reposição unitária (embora a relação custo/benefício não seja tão favorável nesses casos quanto nos casos de desdentados totais). Esta técnica é mais benéfica quando é aplicada nas

seguintes situações clínicas (Ríos, 2016):

- Planejamento de três ou mais implantes
- Proximidade das margens anatômicas
- Proximidade dos dentes adjacentes
- Volume ósseo presente
- Colocação de implantes sem retalho
- Pacientes com dificuldades físicas, médicas ou psicológicas

3.2.8.7. Vantagens, desvantagens, complicações e erros da cirurgia guiada

3.2.8.7.1. Vantagens da cirurgia guiada

Estas são as vantagens (Gómez, Esquivel, Zufia, Dalmau, 2019):

- Precisão no planejamento da posição 3D dos implantes.
- Melhor comunicação com o laboratório.
- Precisão na seleção do diâmetro e comprimento dos implantes.
- Elaboração duma prótese provisória com alta precisão no posicionamento dentário.
- Menor número de consultas e tempo de tratamento.
- Melhor capacidade para preservar o osso existente e até regenerá-lo colocando uma prótese fixa.
- Ótima adaptação dos tecidos moles ao novo perfil de emergência da prótese e a possibilidade de melhorar a quantidade e qualidade dos

tecidos moles numa única sessão inicial.

3.2.8.7.2. Desvantagens da cirurgia guiada

Entre as desvantagens que residem estão (Belao, 2020):

- A tomografia computadorizada expõe ao paciente a altas doses de radiação em comparação com as técnicas convencionais de radiografia, o alto custo para os pacientes, a transferência de informação para um modelo cirúrgico é difícil e requer programas de software adicionais de processamento de imagens, a interpretação das imagens é difícil, sendo necessário um treinamento prévio, e existe a possibilidade de que um paciente se mexa durante a exposição.
- Essa técnica cirúrgica, comparada com uma técnica com retalho mucoperiósteo, tem uma abordagem cega, pois não visualiza o osso subjacente.

3.2.8.7.3. Complicações da cirurgia guiada

O conceito de cirurgia guiada por computador em combinação com a carga imediata é comercializado como fácil, seguro e previsível. No entanto, várias complicações ou eventos inesperados estão sendo relatados durante a colocação de implantes guiados e na restauração protética. A complicação cirúrgica mais comum foi a fratura do guia cirúrgico e a complicação protética mais comum foi o posicionamento incorreto da prótese (Menezes, Silva, Brigido,

2020).

3.2.8.7.4. Erros da cirurgia guiada

A cirurgia guiada por computador consiste numa sequência de passos diagnósticos e terapêuticos, que podem produzir erros em diferentes etapas. Os seguintes são os erros mais comuns (Ríos, 2016):

- Aquisição da imagem tomográfica e processamento incorreto (erro médio <math><0,5\text{ mm}</math>).
- Fabricação de guia cirúrgico com desvios de 0,1 a 0,2 mm.
- Posicionamento incorreto do guia resultando em deslocamento durante a perfuração.
- Abertura pobre da boca que coloca em risco a colocação de instrumentos cirúrgicos.
- Erros humanos, como não usar o comprimento total da broca durante a perfuração.

3. DISCUSÃO

Se bem a tecnologia atualmente disponível simplificou todo o procedimento cirúrgico e reabilitador sobre implantes, graças à cirurgia guiada por computador, é imprescindível chegar a um diagnóstico e plano de tratamento adequados para conseguir resultados satisfatórios. Não podendo evitar essa parte, se bem o procedimento tenha se tornado mais fácil e rápido, o diagnóstico é a base de tudo o que se pensa construir, um mau diagnóstico levaria a um mau plano de tratamento e, portanto, a um fracasso no tratamento (Ríos, 2016; García. Et al, 2017).

Os implantes dentários evoluíram desde seus inícios, chegando a ser considerados atualmente a melhor opção para substituir dentes perdidos e até mesmo conseguir uma reabilitação imediata em comparação com o protocolo original introduzido por Branemark, onde os implantes dentários apresentavam superfícies lisas e o tempo de carga funcional estava indicado entre os 4 - 6 meses após sua inserção (Sánchez, Almagro, Loran, 2018; Fochini, Leonardi, 2020).

Se bem os implantes dentários melhoraram drasticamente em seu macro, micro desenho e tratamento de superfície, o que lhes confere várias vantagens sobre os implantes lisos usados inicialmente por Branemark, sempre vai ser a necessária presença dum volume ósseo adequado (ao redor de toda a superfície do implante) e densidade óssea (que gere uma maior estabilidade primária), que favorece os resultados da cirurgia (Gómez, Esquivel, Zufia, Dalmau, 2019;

Fochini, Leonardi, 2020).

A cirurgia guiada por computador facilitou bastante o procedimento cirúrgico e protético. Cirúrgico, pois devido a isso pode-se planejar o comprimento, diâmetro, inclinação e número de implantes a ser utilizados em cada caso clínico, transferindo essa posição planejada no computador para a boca do paciente com grande precisão. Protética, pois é possível transferir a posição dos implantes, também é possível desenhar uma prótese a partir do computador que possa ser instalada imediatamente após a colocação dos implantes, facilitando o processo de carga imediata em procedimentos de cirurgia guiada assistida por computador (Gómez, Esquivel, Zufia, Dalmau, 2019; Fochini, Leonardi, 2020; Ortega, 2021).

A International Team for Implantology menciona que, embora a cirurgia guiada facilite o planejamento, instalação de implantes e carga imediata destes, ainda é imprescindível ter todos os requisitos essenciais para a obtenção desse objetivo, dentre eles está ter uma quantidade e qualidade óssea adequada e tecido periodontal, atingir o torque adequado no momento da inserção do implante e ainda mais se for planejada carga imediata (Leonardi, 2020; Silva, Mamedes, 2021).

A possibilidade de ter a prótese em funcionamento num curto período de tempo é muito atrativa para os pacientes. Essa técnica advoga pela reabilitação protética em casos únicos e múltiplos dentro das 48 horas após o procedimento cirúrgico. O conceito é dividido em carga imediata funcional - quando a prótese

é alojada com contato oclusal direto e carga imediata não funcional - quando a prótese é instalada em infraclusão. Como benefícios da técnica, se tem a redução dos passos e conseqüente redução do tempo de tratamento, restabelecendo precocemente a função mastigatória e a estética (Silva, Mamedes, 2021).

4. CONCLUSÕES

- Os exames clínicos, os exames auxiliares, o planejamento reverso, os softwares de desenho 3D, os guias cirúrgicos planejados digitalmente, a tecnologia CAD CAM, devidamente combinados, nos permitem alcançar resultados previsíveis de forma extraordinariamente eficiente.
- A cirurgia guiada por computador comparada com a técnica convencional, apresenta algumas vantagens, tais como, menor trauma, maior conforto para o paciente e menor tempo cirúrgico e de tratamento.
- A cirurgia guiada por computador possibilita uma ancoragem favorável, o que permite a realização de carga imediata, restaurando a função e a estética dental ao paciente numa única sessão.
- A cirurgia guiada por computador é considerada minimamente invasiva se não houver necessidade de levantar um retalho, e é considerada invasiva se for necessário fazê-lo, seja para enxertar biomaterial ósseo devido à presença de fenestrações ósseas ou para enxertar tecido mole para melhorar o perfil de emergência.
- A cirurgia guiada por computador é uma realidade na implantodontia atual e facilita os tratamentos cirúrgicos e protéticos sobre implantes dentários. Também é apoiada por diversas pesquisas científicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilera F, Uribe S, Sandoval F. Acuerdo diagnóstico de mediciones óseas para implantes dentales mediante tomografía computarizada de haz cónico. *Int. J. Odontostomat.*, vol. 14, no. 1, pp. 89-94, 2020.
2. Ballesteros L, Delgado G, Estupiñan L. Técnicas de fresado con fresa única y múltiples para la colocación de implantes dentales según el tipo de hueso: revisión sistemática de la literatura. 69f. Título de Especialista en Periodoncia – Facultad de Odontología, Universidad Santo Tomás, Bucaramanga, 2018.
3. Belao A. Planejamento reverso aplicado a prótese sobre implante – caso clínico. 20f. Título de Cirujano dentista – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Aracatuba, 2020.
4. Bonilla J. Análisis de rebordes edéntulos para colocación de implantes mediante tomografías cone beam en pacientes de 25 a 65 años. 94f. Título profesional de Cirujano dentista – Facultad de Odontología, Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, 2020.
5. Katleen L, Pato J, Diaz F, López J, Anache A. Rehabilitación fija maxilar con implantes mediante cirugía guiada asistida por ordenador. *Avances en odontoestomatología*, vol. 33, no. 5, pp. 197-203, 2017.
6. Chen Z, Li J, Sinjab K, Mendonca G, Yu H, Wang H. Accuracy of flapless immediate implant placement in anterior maxilla using computer-assisted versus freehand surgery: A cadaver study. *Clin Oral Impl Res*, vol. 29, no. 1, pp. 1186-1194, 2017.
7. Chen Y, Zhang X, Wang M, Jiang Q, Anchum M. Accuracy of Full-Guided

- and Half-Guided Surgical Templates in Anterior Immediate and Delayed Implantation: A Retrospective Study. *Materials*, vol. 14, no. 1, pp. 1-12, 2021.
8. Corti M, Sosa D. Estructura de la historia clínica utilizada en la práctica odontológica privada. *Revista odontológica de los Andes*, vol. 15, no. 2, pp. 48-64, 2020.
 9. Cruz L. La importancia del uso de la fotografía clínica. 30f. Título profesional de Cirujano dentista – Facultad de Estomatología, Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, 2020.
 10. Erdelyi R, Duma V, Sinescu C, Mihai G, Bradu A, Podoleanu A. Dental Diagnosis and Treatment Assessments: Between X-rays Radiography and Optical Coherence Tomography. *Materials*, vol. 13, no. 1, pp. 1-24, 2020.
 11. Estai M, Kanagasingan Y, Huang B, Shiikha J, Kruger E, Bunt S, Tennant M. Comparison of a Smartphone-Based Photographic Method with Face-to-Face Caries Assessment: A Mobile Teledentistry Model. *Telemedicine and e-health*, vol. 23, no. 5, pp. 1-6, 2017.
 12. Fernández M. Análisis de la precisión en la colocación de implantes dentales osteointegrados con guías estereolitográficas basado en la experiencia del cirujano. 213f. Título de doctorado en Biomarcadores de Salud y estados patológicos – Facultad de Salud, Universidad de Extremadura, Badajoz, 2019.
 13. Fernández F, Leco M, Fernández I, Carballido J, Baca L, Torres J. Regeneración ósea vertical y horizontal mediante la técnica de Khoury tras un fracaso implantológico. *cient. dent*, vol. 17, no. 1, pp. 35-40, 2020.
 14. Fochini A, Leonardi N. Oseointegración, aspectos que determinan su

- éxito. Revisión de la literatura. Rev. Methodo, vol. 5, no. 4, pp. 156-164, 2020.
15. García B, Cárdenas R, Peñaloza R, Cortes D, Lugo P, Godoy C, Cardenas R, Alfaro J, Chuc E. Comparación de estabilidad primaria y secundaria de implantes con diferente superficie con instrumento Ostell. Rev Odontol Latinoam, vol. 9, no. 2, pp. 63-67, 2017.
 16. García F. Efectividad de los métodos de colocación de implantes odontológicos. 63f. Título de Cirujano dentista – Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2019.
 17. García I, Ferreiroa A, Gómez P, Abad C, Pradies G. El escáner facial como herramienta para el diseño digital tridimensional de la sonrisa. Gaceta Dental, vol. 30, no. 2, pp. 2-11, 2017.
 18. García C, Pérez A, Cid M, Pérez J, Bello R. Utilización de injertos óseos autólogos y biomateriales en pacientes con atrofia alveolar. Rev. Med. Electrón., vol. .41, no. 6, pp. 1-11, 2019.
 19. Gómez R, Esquivel J, Zufia J, Dalmau S. Cirugía guiada para implantes inmediatos y carga inmediata del maxilar superior en el paciente edéntulo con reconstrucción mucogingival simultánea. SEPES, vol. 21, no. 1, pp. 8-19, 2019.
 20. Grau I, Guerra O, Sánchez C, Valdés H. El tratamiento con implantes insertados con cirugía sin colgajo en pacientes desdentados parciales. Revista Española Odontoestomatológica de Implantes, vol. 21, no. 1, pp. 26-32, 2018.
 21. Kathleen L. Cirugía guiada asistida por ordenador. 39f. Título de Master en Odontología – Facultad de Odontología, Universidad de Sevilla,

- Sevilla, 2017.
22. Kraft B. Avaliação da Influência da Cirurgia Guiada na Precisão do Posicionamento de Implantes Unitários em Alvéolos na Região Anterior – Estudo Clínico Randomizado. 55f. Título de Mestre em Odontologia com área de concentração em Implantodontia – Faculdade ILAPEO, ILAPEO, Curitiba, 2019.
 23. Ku J, Lee J, Lee H, Yun P, Kim Y. Accuracy of dental implant placement with computer-guided surgery: a retrospective cohort study. *BMC Oral Health*, vol. 22, no. 8, pp. 1-10, 2022.
 24. Lima C, Aurelio M, Bordin D, Da Silva W, Del Bel A, Sotto B. Biomechanical Behavior of the Dental Implant Macrodesign. *Int J Oral Maxillofac Implants*, vol. .32, no. 2, pp. 264-270, 2017.
 25. Lin C, Ishikawa M, Huang B, Huang M, Cheng H, Maida T, Nezu T, Endo K. In Vitro Accuracy of Static Guided Implant Surgery Measured by Optical Scan: Examining the Impact of Operator Experience. *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 1, pp. 1-15, 2020.
 26. Linah M. Clinicians' attitude toward computer-guided implant surgery approach: Survey in Saudi Arabia. *Pregmatic and observational research*, vol. 12, no. 1, pp. 1-8, 2021.
 27. Linares D, Smith D. Revisión literaria sobre el Uso de Guías Quirúrgicas versus la Técnica a Mano Alzada para la Colocación de Implantes Dentales. 79f. Título de doctor en odontología – Facultad de ciencias de la salud, Universidad Iberoamericana, Santo Domingo, 2021.
 28. López A. Exactitud de guías para implantes computarizadas e impresas 3d. 42f. Título de Maestría en Estomatología – Facultad de Estomatología,

- Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, 2018.
29. Luque J, Ortiz I, Matos N, Jimenez A, España A, Velasco E. La evaluación topográfica de las superficies de los implantes de titanio. *Avances en odontoestomatología*, vol. 34, no. 3, pp. 59-67, 2018.
 30. Maharjan S, Mathema S, Shrestha S. 3D Guided Implant Surgery: A Case Report. *Journal of Nepalese Prosthodontic Society*, vol. 1, no. 2, pp. 90-95, 2018.
 31. Makarov N, Pompo G, Papi P. Computer-assisted implant placement and full-arch immediate loading with digitally prefabricated provisional prostheses without cast: a prospective pilot cohort study. *International Journal of Implant Dentistry*, vol. 7, no. 80, pp. 1-9, 2021.
 32. Marín D. Estudio comparativo de la fiabilidad y reproducibilidad en la medición de los tamaños dentarios y las medidas de las arcadas dentarias entre registros manuales y digitales 3d obtenidos por escaneado intraoral y extraoral. 72f. Título de Especialista en Ortodoncia – Facultad de Odontología, Universidad de Cuenca, Cuenca, 2016.
 33. Márquez N. Fiabilidad y resultados de la cirugía guiada en implantología: revisión sistemática y metanálisis. 129f. Título de Master en Ciencias Odontológicas – Facultad de Odontología, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2018.
 34. Martínez O, Barone A, Covani U, Fernández A, Jiménez A, Monsalve L, Velasco E. Injertos óseos y biomateriales en implantología oral. *Avances en odontoestomatología*, vol. 34, no. 3, pp. 111-119, 2018.
 35. Mendoza A, Vallecillo M, Cabrerizo M, Rosales J. Topographic characterisation of dental implants for commercial use. *Med Oral Patol*

- Oral Cir Bucal, vol. .21, no. 5, pp. 631-636, 2016.
36. Menezes F, Silva A, Brigido J. Técnica de planeamiento reverso de prótese fija sobre implantes dentários: Relato de caso. RvACBO, vol. 9, no.1, pp. 13-19, 2020.
37. Mesalles A, Del Moral J, García A, Khatskelevich A. Cirugía mínimamente invasiva de implantes dentales guiada por ordenador. Medident Electron, vol. 23, no. 2, pp. 105-115, 2018.
38. Moya M, Sánchez A. Valor pronóstico de la densidad ósea y de la movilidad en el éxito implantológico. Rev Esp Cir Oral Macilofac, vol. 39, no. 3, pp. 125-131, 2017.
39. Muñoz C. Análisis de la estabilidad primaria y secundaria y su relación con la pérdida ósea en implantes yuxtacrestales o subcrestales ensayo clínico aleatorizado con 3 años de seguimiento. 133f. Título de doctor – Facultad de Odontología, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2021.
40. Nogueira V. Protocolo inferior com carga imediata: relato de caso. 28f. Título de Especialização em Implantodontia – Faculdade sete Lagoas, FACSETE, Belo Horizonte, 2019.
41. Oliveira N, Garrido N, López A, Guerra A, García I, Ortega E. Planificación de tratamiento con software para cirugía guiada en implantología oral. Avances en odontoestomatología, vol. 35, no. 2, pp. 59-68, 2019.
42. Ordoñez D. Comparación entre densah bur, subfresado horario y antihorario, osteótomos y su influencia en estabilidad primaria; en hueso de baja densidad ósea. 106f. Título de Especialista en Implantología oral – Facultad de Odontología, Universidad Central del Ecuador, Quito, 2018.

43. Ortega J. Implantes cortos como alternativa en maxilares atróficos. 71f. Título de Especialista en Implantología oral – Faculdade de Sete Lagoas, Sao Paulo, 2021.
44. Panossolo R. Planejamento em implantodontia: relato de caso clínico. 37f. Título de especialista en implantologia – Faculdade de Sete Lagoas, FACSETE, Sete Lagoas, 2017.
45. Pedreira D, Ottria L, Gargari M, Candotto V, Silvestre F, Lauritano D. Surface modification of titanium alloys for biomedical application: from macro to nano scale. *J Biol Regul Homeost Agents*, vol. .31, no. 2, pp. 221-232, 2017.
46. Pereira R, Silva C, Silva L, Santos W, Nunes L, Macedo L. A importância da cirurgia pré-protética para reabilitação de uma prótese total imediata: relato de caso. *RvACBO*, vol. 8, no.3, pp. 136-141, 2019.
47. Pereyra W. Nivel de conocimiento sobre implantología oral en cirujanos dentistas del distrito de Chiclayo - Lambayeque, 2018. 51f. Título de Cirujano dentista – Facultad de Medicina, Universidad Particular de Chiclayo, Chiclayo, 2019.
48. Pérez E. Implantes cortos una alternativa de tratamiento eficaz. 44f. Título de Especialista en Periodoncia e Implantologia – Facultad de ciencias de la Salud, Universidad Privada de Tacna, Tacna, 2016.
49. Pérez J, Veiga B, Gonzáles D, Cabello G. Retratamiento de un caso de periimplantitis combinando técnicas y materiales novedosos para reconstruir la estética blanca y gingival. *Periodoncia Clínica*, vol. 3, no. 12, pp. 1-19, 2019.
50. Pereira N. Evaluación de la estabilidad primaria como el factor clave en la

- rehabilitación oral con implantes inmediatos postextracción. 92f. Título de Master Oficial de Odontología – Facultad de Odontología, Universidad de Sevilla, Sevilla, 2017.
51. Ríos P. Cirugía Guiada, importancia y necesidad para el tratamiento quirúrgico. 86f. Título de especialista en implantología oral – Facultad de odontología, Universidad Científica del Sur, Lima, 2016.
52. Rodríguez M, Assis M, Dietrich L. Implantes unitários com carga imediata: possibilidade de reabilitação oral e estética – uma revisão de literatura. *Research, Society and Development*, vol. 10, no. 11, pp. 1-15, 2021.
53. Sánchez C, Almagro Z, Loran S. Anciano rehabilitado con prótesis dental sobre implantes de carga inmediata. *MEDISAN*, vol. 22, no. 8, pp. 795-802, 2018.
54. Sande A, Barreiro J, Somoza M, García A. Colocación de implantes inmediatos con carga inmediata y regeneración ósea guiada. *RCOE*, vol. 26, no. 1, pp. 232-237, 2021.
55. Sanunga J, Pérez K. Implementación del sistema para el control de Historia clínica de pacientes en Centro Odontológico Dental Group. 100f. Título de Ingeniero de sistemas – Facultad de Ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, Guayaquil, 2018.
56. Sauvesuk L, Delanora L, Momesso G, Neto T, Saliba M, Ferreira J, Saito L, Faverani L. Cirurgia virtual guiada, uma potente aliada na reabilitação estética e funcional. *Arch Health Invest*, vol. 9, no. 4, pp. 389-394, 2020.
57. Silva L, Mamedes R. Planejamento virtual e cirurgia guiada em Implantodontia: aspectos contemporâneos. 36f. Obtenção do grau de bacharel em Odontologia – Faculdade Escola de Ciências da Saúde,

- Universidade Unigranrio, Duque de Caxias, 2021.
58. Silva V, Astudillo P, Vélez M, Sánchez M. Tipos de superficie en los implantes dentales. *Pol. Con.*, vol. .2, no. 6, pp. 265-303, 2017.
59. Soto A, Gonzáles J, Díaz Y, Sánchez V, Rivera G. Principales aplicaciones de la fotografía clínica en odontología. *IMIEM*, vol. 10, no. 3, pp. 102-107, 2019.
60. Vargas J, Antal M, Major L, Kiscsatari R, Braunitzer G, Piffko J. Guidance means accuracy: A randomized clinical trial on freehand versus guided dental implantation. *Clin Oral Impl Res*, vol. 31, no. 5, pp. 417-430, 2020.
61. Velasco E, Jiménez A, Ortiz I, Moreno J, Núñez E, Cabanillas D, López J, Monsalve L. Immediate Loading of Implants Placed by Guided Surgery in Geriatric Edentulous Mandible Patients. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 18, no. 1, pp. 1-10, 2021.
62. Villaplana L. La expansión ósea en el tratamiento con implantes dentales. 123f. Título Doctoral – Facultad de Odontología, Universidad de Sevilla, Sevilla, 2018.
63. Yasser A, Wael Z, Mohamed R, Walid S. Assessment of the Effect of Implant Recipient Site's Bone Density on Initial Implant Stability in the Anterior Mandibular Region. *Journal of American Science*, vol. 13, no. 10, pp. 103-109, 2017.
64. Zadrozny L, Czajkowska M, Mijiritsky E, Tallarico M, Wagner L. Comparison of time required for guided implant site preparation with two different template designs and dedicated surgical kits: an in vitro study. *Preprints*, vol. 16, no. 1, pp. 1-8, 2020.
65. Zavala L. Planificación protésica sobre implantes en edéntulos totales.

- 70f. Título de Especialista en Implantología oral – Faculdade de Sete Lagoas, Sao Paulo, 2021.
66. Zhou M, Zhou H, Li S, Yang X, Geng Y, Che. Accuracy of implant placement guided with surgical template: An in vitro and in vivo study. The international journal of periodontics & restorative dentistry, vol. 41, no. 2, pp. 55-62, 2021.