



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Cirurgia guiada em implantologia: indicações e limitações

Trabalho submetido por

Nivaldo Marcelino dos Santos Junior

Para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Setembro de 2020



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Cirurgia guiada em implantologia: indicações e limitações

Trabalho submetido por

Nivaldo Marcelino dos Santos Junior

Para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por

Prof. Doutor Nuno Laranjeira

Setembro de 2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus pelo dom da vida. Agradeço a este país maravilhoso, que muito me encanta, e a esta universidade por me acolherem como estudante. Em especial, gostaria de agradecer ao meu estimado orientador, Professor Doutor Nuno Laranjeira, pela generosidade, pela paciência e pela dedicação que possibilitou que este trabalho fosse realizado. Agradeço a todos os professores pelo conhecimento compartilhado, apesar de todas as dificuldades impostas por este período atípico de pandemia, que se reinventaram para que nós discentes pudéssemos continuar a adquirir conhecimentos de maneira virtual. Agradeço aos colegas e amigos, que tive oportunidade de conhecer nesta universidade, que tornaram esta jornada ainda mais incrível. Agradeço ao meu irmão Renato por ter me incentivado a fazer o Mestrado Integrado em Medicina Dentária em Portugal, isso proporcionou-me crescimento profissional e pessoal. Agradeço à minha irmã Tatiana e ao meu professor de inglês, Hiago, por me esclarecerem tantas dúvidas de tradução que tive durante a realização deste trabalho. E o meu agradecimento especial aos meus pais que sempre me apoiaram.

“Aquele que não realiza planeamento algum terá oportunidades ínfimas de vitória.”

SUN TZE

EPÍGRAFE

RESUMO

Os avanços tecnológicos, como a tomografia computadorizada de feixe cônico e a criação de *softwares* que possibilitam a realização de planejamento virtual, proporcionaram o surgimento da cirurgia guiada por computador. Este trabalho teve como objetivo investigar as vantagens e as limitações da utilização de cirurgia guiada por computador (estática) sem retalho na implantologia. Trata-se de uma revisão da literatura dos últimos quinze anos, onde foram incluídas apenas pesquisas realizadas em humanos. Verificou-se nesta revisão, que as principais vantagens atribuídas a este tipo de cirurgia são: maior precisão no posicionamento do implante, menor risco de causar danos às estruturas anatómicas, menor perda óssea de osso marginal, redução de sinais inflamatórios no pós-operatório, mitigação do risco de bacteriemia e satisfação do paciente. Concluímos ainda, que as principais limitações atribuídas à cirurgia guiada por computador sem retalho foram: dificuldade de irrigação durante a cirurgia; impossibilidade de realizar simultaneamente técnicas de aumento ósseo; redução do tecido queratinizado ao redor do implante associada à técnica sem retalho, custo da técnica e necessidade de experiência profissional para uma adequada execução deste tipo de cirurgia. Concluímos, que a cirurgia guiada por computador sem retalho é muito benéfica para o paciente, quando são respeitadas as limitações deste tipo de procedimento.

Palavras-chave: Cirurgia guiada, cirurgia guiada por computador, implante dentário

ABSTRACT

Technological advances, such as the creation of cone beam computed tomography and softwares that made it possible to carry out virtual planning, have enabled computer-guided surgery. This study aimed to investigate the advantages and limitations of using computer-guided (static) flapless surgery in implantology. In this review, we found that the main advantages attributed to this type of surgery are: greater precision in the positioning of the implant, less risk of causing damage to anatomical structures, less bone loss of marginal bone, reduction of inflammatory signs in the postoperative, mitigation of the risk of bacteremia and patient satisfaction. We also found that the main limitations attributed to computer-guided flapless surgery were: difficulty in irrigation during surgery; inability to simultaneously perform bone augmentation techniques; reduction of keratinized tissue around the implant associated with flapless technique, cost of the technique and need for professional experience for proper execution of this type of surgery. We conclude that the flapless computer-guided surgery is quite advantageous for the patient, when the limitations of this type of procedure are respected.

Keywords: guided surgery, computer-guided surgery, dental implants

ÍNDICE GERAL

1. Introdução	11
2. Metodologia	12
3. Desenvolvimento	12
3.1 Qualidade óssea	12
3.2 A cirurgia guiada	16
3.2.1 Tipos de cirurgia guiada	16
3.2.2 Tipos de guia	18
3.2.3 Fluxo de trabalho (<i>workflow</i>) digital	21
3.3. Precisão da cirurgia guiada	26
3.4 Resultados	28
3.4.1 Cirurgia com retalho (<i>flapped</i>) versus sem retalho (<i>flapless</i>)	28
3.4.2 Vantagens e indicações da cirurgia guiada <i>flapless</i>	31
3.4.3 Limitações da cirurgia guiada <i>flapless</i>	46
4. Conclusões	51
5. Bibliografia	53

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Osso cortical (1) e osso esponjoso (2) no corpo da mandíbula. Esta divisão deve-se à densidade óssea apresentada e à necessidade de o osso suportar diferentes condições fisiológicas (Sgrott & Moreira, 2013).</i>	13
<i>Figura 2 Osso cortical evidenciando os sistemas de Havers. Adaptado de (Katchburian & Arana, 2017).</i>	13
<i>Figura 3 Aparência geral de região de osso esponjoso, mostrando lamelas paralelas. Adaptado de (Katchburian & Arana, 2017)</i>	13
<i>Figura 4 Tipos de osso: (a) tipo 1, (b) tipo 2, (c) tipo 3 e (d) tipo 4. Adaptado de Sgrott e Moreira (2013).</i>	14
<i>Figura 5 Sistema de navegação para cirurgia guiada dinâmica. (A) Estação de trabalho, interface gráfica do usuário; (B) Broca cirúrgica com elementos de rastreamento; (C) Quadro de referência dinâmico (Vercruyssen, Fortin, et al., 2014)</i>	17
<i>Figura 6 Notam-se lâmpadas suspensas a emitir luzes azuis, que são refletidas de volta para 2 câmeras pelas matrizes na broca cirúrgica na boca do paciente e na peça de mão durante cirurgia guiada dinâmica. (M. S. Block & Emery, 2016).</i>	17
<i>Figura 7: Diferentes tipos de guia cirúrgica: (a) muco-suportado, (b) suportado sobre osso, (c) dento-suportado (Rinaldi, Ganz, & Mottola, 2015)</i>	18
<i>Figura 8 Guia aberta dento-suportada; modelo semi-guiado (Gargallo-Albiol et al., 2019).</i>	19
<i>Figura 9 Guia fechada dento-suportada; modelo totalmente guiado (FG) (Gargallo-Albiol et al., 2019).</i>	19
<i>Figura 10 Guia fechada muco-suportado; modelo totalmente guiado (FG) (Gargallo-Albiol et al., 2019).</i>	20
<i>Figura 11 (a) Cirurgia à mão livre (não guiada); (b) Cirurgia parcialmente guiada; (c) Cirurgia totalmente guiada. (Younes et al., 2018)</i>	21
<i>Figura 12 Fluxo de trabalho digital. As 6 etapas do fluxo de trabalho digital orientam os clínicos desde a avaliação inicial do paciente até a execução da cirurgia do implante. Adaptado de Al Yafi et al., 2019.</i>	21
<i>Figura 13 Segmentação da imagem (remoção dos tecidos moles) de TCFC. A escala de densidade pode ser ajustada: (A) Densidade baixa representa o tecido mole. (B) A densidade intermediária mostra entre tecido mole e osso. (C) Alta densidade mostra o tecido ósseo.</i>	

Depois de estabelecer o limite adequado do osso, as áreas de interesse podem ser rotuladas. (D, E) As vistas frontal e lateral da maxila e mandíbula segmentadas. (F) As duas arcadas do paciente segmentadas e coloridas, que representam o modelo virtual do paciente. Adaptado de Al Yafi et al. (2019). _____ 24

Figura 14 Posicionamento virtual do implante. A colocação de implante virtuais 3D com base na futura prótese. Adaptado de Al Yafi et al. (2019). _____ 25

Figura 15: Medições de desvio: (1) Desvio do ponto da crista: a distância linear horizontal entre os implantes virtuais e reais no centro da plataforma do implante. (2) Desvio do ponto apical: a distância linear horizontal entre os implantes virtuais e reais no nível do ápice do implante. (3) Desvio de profundidade: a distância linear vertical entre o implante virtual e o real no centro da plataforma do implante. (4) Desvio angular: o ângulo formado entre o longo eixo do implante virtual e do real. (Al Yafi et al., 2019) _____ 27

Figura 16 Parâmetros de desvio entre as posições planeadas do implante (amarelo) e as posições reais do implante (vermelho). AD, desvio angular; AGD, desvio global apical; ALD, desvio lateral apical; AVD, desvio vertical apical; CGD, desvio global coronal; CLD, desvio lateral coronal; CVD, desvio vertical coronal. Adaptado de Younes et al., 2018. _____ 32

Figura 17 Gráfico da bacteriemia detectada 15 min após a colocação do último implante. Adaptado de Arisan et al., 2013. _____ 41

Figura 18 (a) Planeamento de seis implantes em software; (b) mandíbula desdentada com uma quantidade suficiente de mucosa queratinizada; (c) guia suportado por mucosa fixada com parafusos para (setas); (d) os implantes foram colocados sem abrir retalho; (e) A visão da cicatrização no terceiro dia mostra a rápida recuperação dos tecidos moles (f) A visão da cicatrização no sétimo dia. Observe a redução na quantidade de mucosa queratinizada, especialmente ao redor dos implantes posteriores (Arisan et al., 2010). _____ 48

Figura 19 Guia fraturada durante procedimento cirúrgico. _____ 49

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Estatística descritiva para os grupos de estudo à mão livre (FH), guiada por broca piloto (PG) e totalmente guiada (FG). Adaptado de Younes et al., 2018. _____	33
Tabela 2 Bactérias detectadas nas amostras colhidas 15 e 30 minutos após a colocação do último implante. _____	42
Tabela 3 Perguntas sobre a satisfação cirurgia guiada por computador com uso de guia de acordo com a pontuação da escala Likert. _____	46

LISTA DE ABREVIATURAS

2D - bidimensional

3D – tridimensional

AD - desvio angular

AGD - desvio global apical

ALD - desvio lateral apical

ANOVA - análise de variância

AVD - desvio vertical apical

BSG – do inglês, *bone-supported guide*

CAD/CAM – do inglês, *computer-aided desing / computer-aided manufacturing*

CGD - desvio global coronal

CLD - desvio lateral coronal

CVD - desvio vertical coronal

DICOM – do inglês, *Digital Imaging Communication in Medicine*

EAO – do inglês *European Association for Osseointegration*

EUA – Estados Unidos da América

EVA - escala visual analógica

FG – do inglês, *full-guided*

FH- do inglês, *free-handed*

MMP-8 - metaloproteinase de matriz-8

PG - do inglês, *pilot guided*

SE – do inglês, *standard error*

SLA - estereolitográfico

STL – do inglês, *standard tessellation language*

TC - tomografia computadorizada

TCFC - tomografia computadorizada de feixe cônico ou *cone beam*

VAS - escala visual analógica

1. Introdução

No início da implantologia moderna, em 1980, a colocação de implantes dentários era feita apenas com base no osso residual; desta forma vários estudos demonstraram que isso acarretava que os implantes emergissem numa posição vestibular ou lingual, causando problemas estéticos muitas vezes impossíveis de solucionar (Azari & Nikzad, 2008).

Além disso, outra limitação refere-se aos longos eixos dos implantes, que por não estarem na posição ideal, ficavam expostos a forças laterais prejudiciais tendo como consequências problemas biomecânicos e até fraturas. Desta maneira, este protocolo de tratamento baseado no osso residual trazia problemas tanto funcionais, quanto estéticos para a prótese final, por isso este foi modificado e surgiram novos métodos que consideravam primeiro a prótese antes da cirurgia. (Azari & Nikzad, 2008).

O aprimoramento dos exames de imagem, como o aparecimento da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), e outras tecnologias possibilitou a concepção do planeamento virtual de implantes dentários (D'haese, Ackhurst, Wismeijer, De Bruyn, & Tahmaseb, 2017).

Na cirurgia guiada aplica-se o planeamento reverso, ou seja, a prótese final é planeada primeiro, desta forma, a colocação do implante é planeada com base na anatomia e volume ósseo adjacente, na localização das estruturas vitais, e na posição e morfologia da prótese final. A cirurgia guiada é uma ferramenta para posicionar os implantes dentários nas posições ideais para cada paciente (Orentlicher, Horowitz, & Kobren, 2019).

Entre as vantagens da cirurgia guiada estão as possibilidades de realizar o planeamento virtual, a cirurgia sem retalho¹ e a colocação dos implantes com carga imediata; além disso o procedimento pode ser indicado para pacientes totalmente ou parcialmente edêntulos, tanto na região da maxila, quanto da mandíbula (De Almeida et al., 2010). Este trabalho tem como objetivo investigar as vantagens e limitações da utilização de cirurgia guiada sem retalho na implantologia.

¹ *Cirurgia sem retalho (flapless) é aquela realizada sem elevação do epitélio, tecido conjuntivo ou periosteio (Laverty et al., 2018).*

2. Metodologia

Neste trabalho, foi realizada uma pesquisa de artigos científicos nos bancos de dados da plataforma Pubmed, Scielo e Google Scholar. Os critérios de inclusão foram: publicações na língua inglesa ou portuguesa dos últimos 15 anos (de 2005 a 2020) e pesquisas realizadas em humanos. No presente trabalho foi dada prioridade a artigos mais recentes e, também, artigos com maior relevância (artigos citados por outros autores foram preferencialmente escolhidos). Os critérios de exclusão foram trabalhos publicados em idiomas que não a língua inglesa ou portuguesa, estudos com mais de dez anos de publicação, estudos *in vitro* ou em animais.

O foco deste trabalho foi a cirurgia guiada estática (*static guided surgery*), por ser a mais utilizada, com ênfase na cirurgia sem retalho. Na pesquisa foram utilizadas as seguintes palavras-chave: *guided surgery*, *computer-guided surgery*, *dental implants*, *flapless implants*, *non-flap surgery*, cirurgia guiada, cirurgia guiada por computador, implante dentário e cirurgia sem retalho.

3. Desenvolvimento

3.1 Qualidade óssea

No tratamento com implantes, antes de tomar uma decisão sobre uma intervenção, é necessário identificar os parâmetros que influenciam o resultado desta intervenção. A qualidade óssea e a estabilidade primária do implante são parâmetros importantes para um resultado bem-sucedido. A qualidade óssea pode envolver densidade mineral, microarquitetura e espessura trabecular, entre outros. A estabilidade primária do implante é definida como a estabilidade biométrica imediatamente após a inserção do implante e está relacionada a muitas variáveis, particularmente à técnica cirúrgica, ao desenho do implante e às características biológicas do osso. Na cirurgia de colocação de implante dentário, a estabilidade primária do implante é determinada principalmente pela densidade do osso (Ribeiro-Rotta, de Oliveira, Dias, Lindh, & Leles, 2014).

Macroscopicamente, o tecido ósseo pode ser dividido em osso compacto (cortical) e osso esponjoso (medular ou trabecular), tanto na maxila, quanto na mandíbula (Figura 1). A estrutura microscópica dos dois tipos de organização do tecido ósseo é a mesma, apesar da diferença de resistência e do número e tamanho dos espaços no interior do tecido; em ambos há os mesmos tipos de células e estruturas da matriz extracelular, porém a diferença é que no osso

cortical nota-se a presença dos sistemas de Havers definidos (Figura 2), ao passo que o osso trabecular apresentam-se indefinidos (Sgrott & Moreira, 2013) (Figura 3).

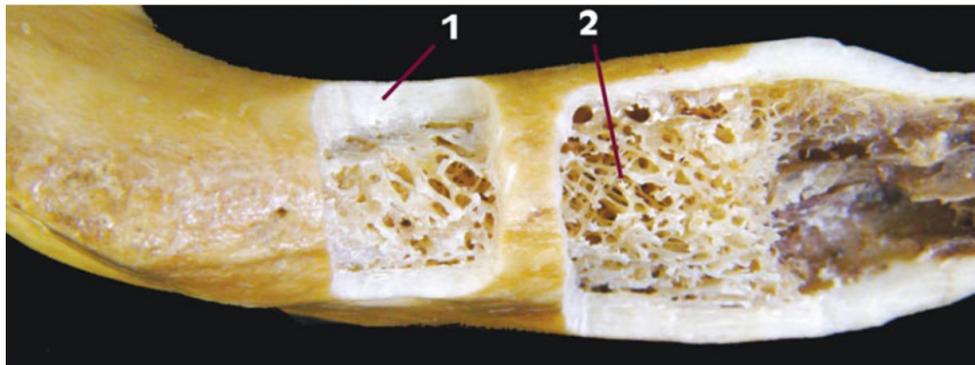


Figura 1 Osso cortical (1) e osso esponjoso (2) no corpo da mandíbula. Esta divisão deve-se à densidade óssea apresentada e à necessidade de o osso suportar diferentes condições fisiológicas (Sgrott & Moreira, 2013).

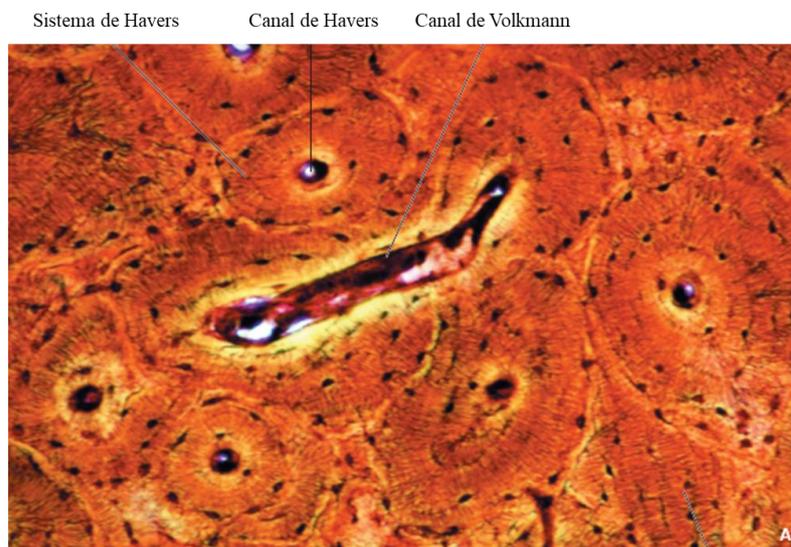


Figura 2 Osso cortical evidenciando os sistemas de Havers. Adaptado de (Katchburian & Arana, 2017).

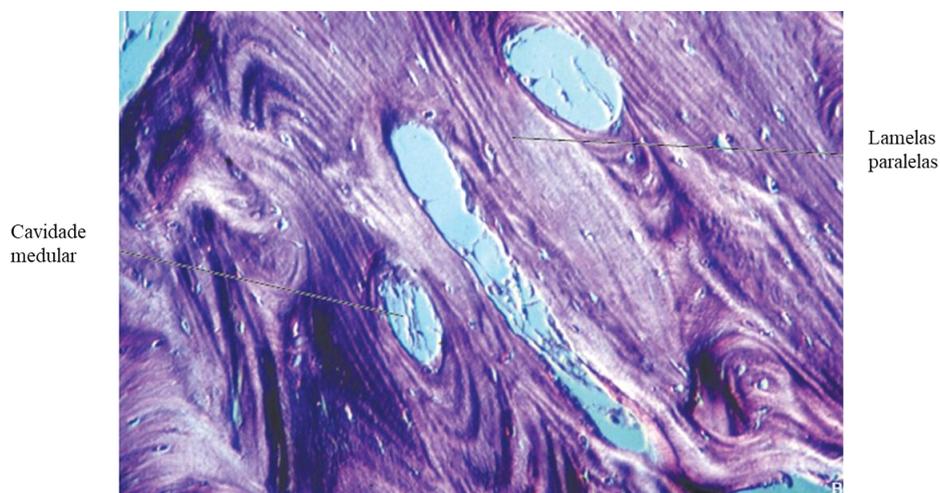


Figura 3 Aparência geral de região de osso esponjoso, mostrando lamelas paralelas. Adaptado de (Katchburian & Arana, 2017)

Na maioria das publicações sobre planejamento e tratamento com implantes dentários, a qualidade óssea é avaliada de acordo com a classificação proposta por Lekholm & Zarb (1985). A classificação original foi baseada na avaliação clínica, na análise de radiografias convencionais, associadas à sensação tátil e subjetiva do cirurgião durante a perfuração e utiliza quatro classes de qualidade óssea sendo classificado de 1 a 4, descritas de acordo com a morfologia óssea e distribuição do osso cortical e trabecular (Figura 4). (Ribeiro-Rotta et al., 2014).

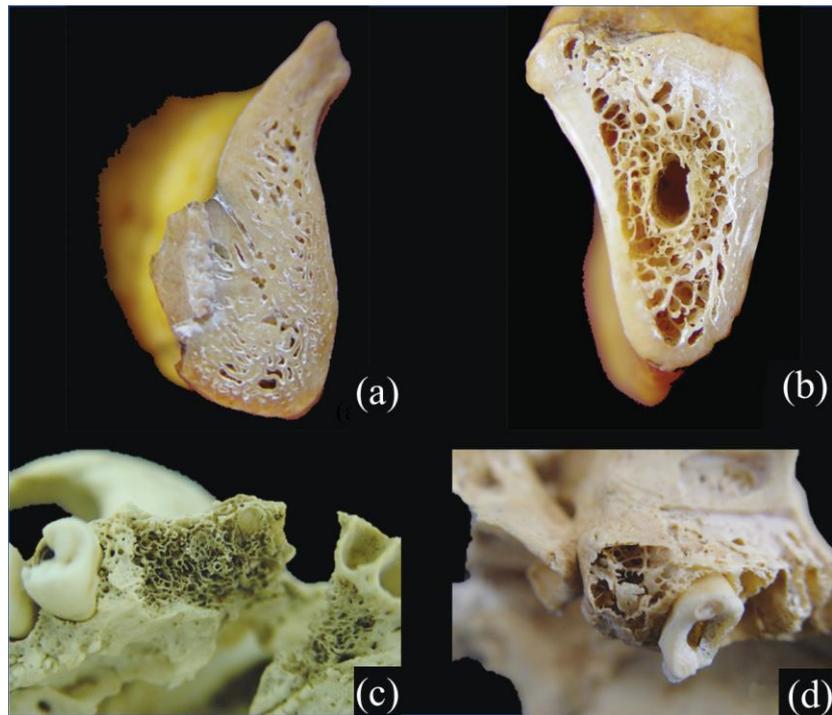


Figura 4 Tipos de osso: (a) tipo 1, (b) tipo 2, (c) tipo 3 e (d) tipo 4. Adaptado de Sgrott e Moreira (2013).

A classificação da densidade óssea definida subjetivamente por Lekholm e Zarb ganhou dados objetivos com o trabalho de Norton e Gamble (2001). Lekholm e Zarb definiram quatro qualidades ósseas para a maxila e a mandíbula: o tipo 1 é formado quase que inteiramente por osso cortical; o tipo 2 apresenta uma camada espessa de osso cortical que circunda osso esponjoso denso; o tipo 3 apresenta uma camada fina de osso cortical circundando osso esponjoso denso; e o tipo 4 mostra uma camada fina de osso cortical circundando o osso esponjoso muito poroso (de baixa densidade) (Sgrott & Moreira, 2013).

Misch (2006) e Norton e Gamble (2001) definiram a qualidade óssea das áreas de interesse na mandíbula e maxila utilizando a tomografia computadorizada; dessa maneira, o osso tipo 1 é encontrado na região anterior da mandíbula; os Tipos 2 e 3, na região anterior da maxila e posterior da mandíbula; e o tipo 4, na região posterior da maxila. Além disso, a região

da tuberosidade da maxila foi considerada uma área de prognóstico duvidoso devido à grande quantidade de medula óssea amarela presente (Sgrott & Moreira, 2013).

Antes da tomografia computadorizada ser desenvolvida, só era possível realizar uma avaliação bidimensional de estruturas mineralizadas através de radiografias; o surgimento daquela tecnologia possibilitou tanto uma avaliação tridimensional, quanto a visualização de tecidos moles (D'haese et al., 2017).

Desde a descrição inicial em 1998, a imagem radiográfica tridimensional, com recurso a tomografia computadorizada de feixe cônico, tornou-se uma técnica de diagnóstico estabelecida na medicina dentária para várias indicações nas áreas de ortodontia, endodontia (incluindo cirurgia apical), periodontologia, cirurgia maxilofacial e implantologia. Em comparação com a tomografia computadorizada *multislice*, a imagem da TCFC parece oferecer o potencial de um valor diagnóstico aprimorado para uma ampla gama de aplicações clínicas, e geralmente em doses mais baixas de radiação (Bornstein, Horner, & Jacobs, 2017).

Com a introdução da tomografia computadorizada de feixe cônico, em combinação com ferramentas de imagem tridimensional, ocorreu um grande avanço no planeamento de tratamento com implantes virtuais. Os tomógrafos de feixe cônico usam doses de radiação mais baixas em comparação com os aparelhos de tomografia computadorizada convencionais (D'haese et al., 2017; Loubele et al., 2009).

Além disso, os tomógrafos de feixe cônico são muito menores e mais baratos do que as máquinas convencionais de tomografia computadorizada. Em combinação com o *software* de planeamento de implantes, o uso de dados de TCFC tornou possível planear virtualmente a posição ideal do implante, levando em consideração as estruturas anatómicas vitais circundantes e os requisitos protéticos futuros. Consequentemente, esse processo interfere na transferência da posição virtual planeada do implante do computador para o paciente. Além disso, os dispositivos de digitalização intra-orais começaram recentemente a contribuir consideravelmente para essas novas modalidades de tratamento em relação ao planeamento do tratamento de implantes dentários (D'haese et al., 2017; Joda & Gallucci, 2015).

Os avanços na tecnologia de tomografia através do computador agora permitem a execução de um resultado cirúrgico com base no planeamento pré-cirúrgico. A colocação precisa do implante passou a não depender da chamada navegação mental, mas sim a poder ser guiada por computador com base no plano tridimensional (plano dirigido proteticamente) (Rosenfeld, Mandelaris, & Tardieu, 2006).

3.2 A cirurgia guiada

3.2.1 Tipos de cirurgia guiada

A cirurgia guiada em implantologia pode ser classificada em 2 tipos, estática e dinâmica (Vercruyssen, Fortin, Widmann, Jacobs, & Quirynen, 2014). Sistemas estáticos são aqueles que transferem locais predeterminados usando modelos cirúrgicos ou guias cirúrgicas no campo operatório. Neste sentido, estático é sinónimo de uma posição de implante predeterminada sem visualização em tempo real do local de preparação do implante (M. S. Block & Emery, 2016). Ao passo que, nos sistemas dinâmicos a colocação do implante é guiada pela presença de sensores de rastreamento, que monitorizam em tempo real a posição da broca no espaço tridimensional, em vez de utilizar guias intraorais rígidas (M. S. Block & Emery, 2016; Tahmaseb, Wismeijer, Coucke, & Derksen, 2014; Tatakis, Chien, & Parashis, 2019).

A abordagem da cirurgia guiada estática é baseada nos dados tridimensionais (3D), obtidos por tomografia computadorizada de feixe cónico e pela digitalização ótica da superfície através de CAD / CAM, a fim de realizar a preparação de implantes virtuais e produção de guias. A guia cirúrgica fabricada pode ser apoiada sobre dente, mucosa ou osso. Quando a guia estiver totalmente fixa, o protocolo de perfuração planeado será implementado; o protocolo pode incluir o uso da guia apenas para a broca piloto ou a perfuração parcialmente ou totalmente guiada. A inserção do implante pode ser executada sem a guia cirúrgica ou através da guia, na abordagem totalmente guiada. A correta indicação e planeamento do caso em todo o fluxo de trabalho digital permitem uma execução precisa (Al Yafi, Camenisch, & Al-Sabbagh, 2019).

Os sistemas dinâmicos incluem navegação cirúrgica e tecnologias de navegação auxiliada por computador (Figura 5 e Figura 6) e permitem ao cirurgião alterar o procedimento cirúrgico e a posição do implante em tempo real, usando as informações anatómicas disponíveis da tomografia computadorizada e do planeamento pré-operatório. O cirurgião pode visualizar durante a cirurgia o avatar de uma broca numa relação em 3D com a anatomia previamente digitalizada do paciente. Em suma, esta abordagem de navegação fornece uma orientação cirúrgica virtual que pode ser alterada de acordo com as condições encontradas durante a cirurgia (Tahmaseb et al., 2014). Apesar das cirurgias navegadas estarem a adquirir popularidade, as cirurgias guiadas estáticas continuam a ser o método mais comumente utilizado (Al Yafi et al., 2019). Com relação à precisão no posicionamento do implante, a cirurgia guiada dinâmica e a cirurgia guiada estática têm precisão semelhante e ambas superam a precisão do implante colocado à mão livre (M. Block, Emery, Lank, & Ryan, 2017).

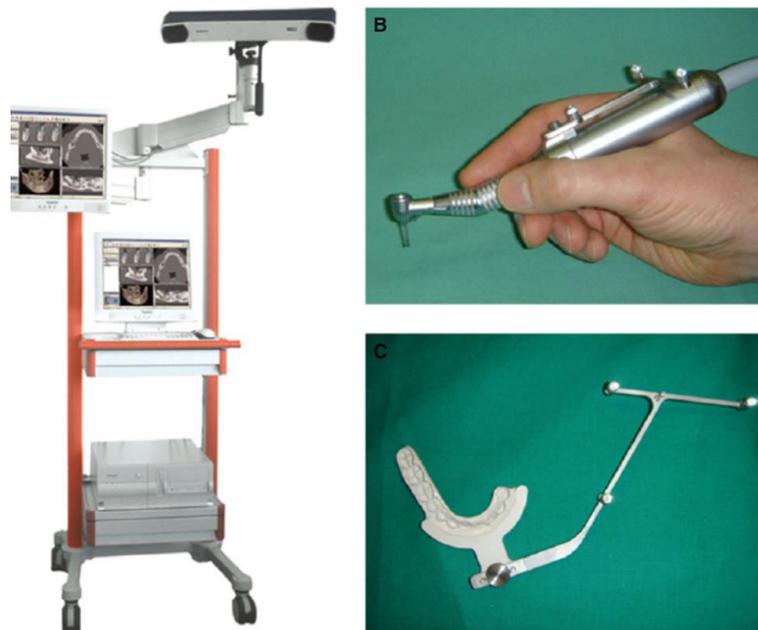


Figura 5 Sistema de navegação para cirurgia guiada dinâmica. (A) Estação de trabalho, interface gráfica do usuário; (B) Broca cirúrgica com elementos de rastreamento; (C) Quadro de referência dinâmico (Vercruyssen, Fortin, et al., 2014)

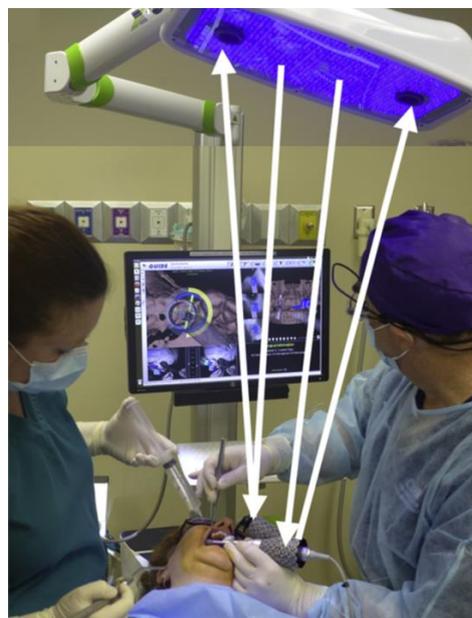


Figura 6 Notam-se lâmpadas suspensas a emitir luzes azuis, que são refletidas de volta para 2 câmeras pelas matrizes na broca cirúrgica na boca do paciente e na peça de mão durante cirurgia guiada dinâmica. (M. S. Block & Emery, 2016).

Devido ao manuseamento mais acessível e aos menores custos de investimento, a técnica estática é amplamente mais utilizada do que a técnica dinâmica, sendo o método de escolha quando a cirurgia guiada é indicada (D'haese et al., 2017).

3.2.2 Tipos de guia

3.2.2.1 De acordo com o suporte

Atualmente, existem três tipos de guias cirúrgicas utilizadas em cirurgia guiada por computador: suportados por dente, suportados por mucosa e suportados por osso (Figura 7). Guias suportadas por dentes são usadas em casos de pacientes parcialmente desdentados e são projetadas para repousar nos dentes, para precisão do ajuste da guia. As guias suportadas por mucosa são projetadas para se apoiarem na mucosa e são usadas principalmente em casos de pacientes totalmente desdentados. As guias apoiadas por osso podem ser usadas tanto em casos de edentulismo parcial, quanto total, mas são usadas principalmente nos últimos quando há atrofia significativa da crista óssea e a acomodação de uma guia com muco-suportada é considerada questionável. Para usar uma guia suportada por osso é necessário realizar uma extensa cirurgia de retalho total a fim de expor o osso nos locais planejados para os implantes e, também, das áreas adjacentes para assentar a guia de modo totalmente estável sobre a crista óssea (Cullum & Deporter, 2016).

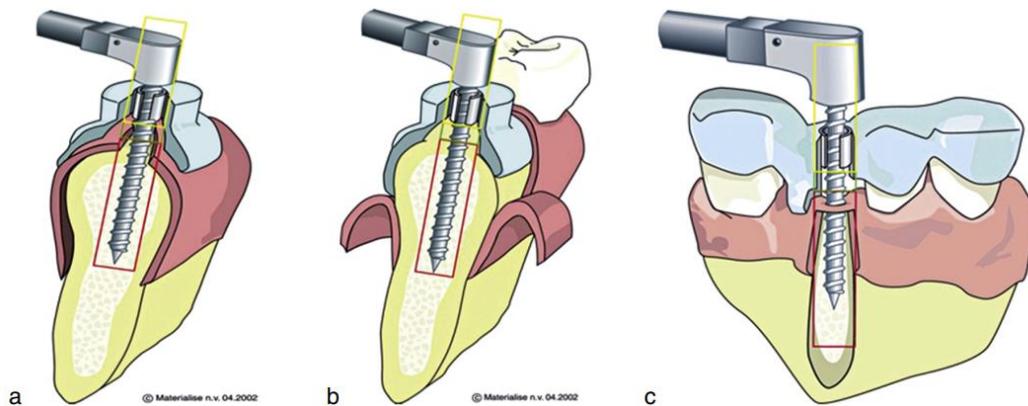


Figura 7: Diferentes tipos de guia cirúrgica: (a) muco-suportado, (b) suportado sobre osso, (c) dento-suportado (Rinaldi, Ganz, & Mottola, 2015)

Estabilização e suporte adicionais para as guias podem ser obtidos usando-se mini-implantes, parafusos ou pinos. Quando a guia estiver totalmente assente, o protocolo de perfuração planejado é implementado. A inserção do implante pode ser executada sem a guia cirúrgica ou através da guia numa abordagem totalmente guiada. A seleção apropriada do caso e planejamento através do fluxo de trabalho digital permitem uma execução precisa (Al Yafi et al., 2019).

3.2.2.2 De acordo com a visibilidade

As guias podem ser classificadas em abertas e fechadas. As guias abertas têm um acesso aberto localizado no lado vestibular, que permite uma visão do campo cirúrgico e controle visual direto do osso e da mucosa durante a perfuração e colocação do implante (Figura 8); uma vantagem deste tipo de guia é que permite um melhor contato do líquido de irrigação com as brocas, reduzindo a temperatura durante a preparação óssea. As guias fechadas cobrem totalmente o campo operatório e não permitem a visualização do osso ou da mucosa durante a perfuração (Figura 9 e Figura 10); por esta razão estas guias são mais utilizadas nas cirurgias guiadas por computador sem retalho, porque são mais restritivas do que as guias abertas. A vantagem desse tipo de guia é que as brocas e os implantes passam totalmente através da guia cirúrgica, evitando que ocorra uma possível modificação da perfuração óssea planejada durante a cirurgia. (Gargallo-Albiol, Barootchi, Salomó-Coll, & Wang, 2019).

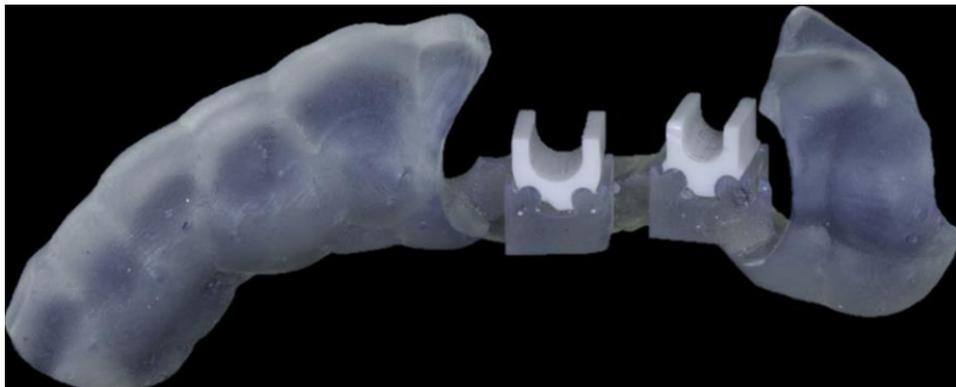


Figura 8 Guia aberta dento-suportada; modelo semi-guiado (Gargallo-Albiol et al., 2019).

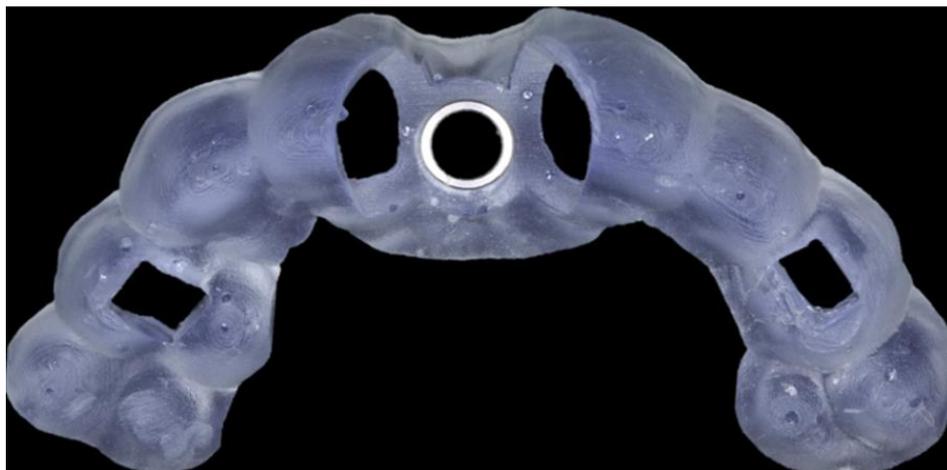


Figura 9 Guia fechada dento-suportada; modelo totalmente guiado (FG) (Gargallo-Albiol et al., 2019).



Figura 10 Guia fechada muco-suportado; modelo totalmente guiado (FG) (Gargallo-Albiol et al., 2019).

3.2.2.3 De acordo com o tipo de perfuração e colocação do implante

Pode-se classificar a cirurgia guiada por computador de acordo com o tipo de perfuração e colocação do implante (Figura 11) em:

- A. Totalmente guiada, quando se obtém uma guia cirúrgica através de TCFC, realiza-se o planeamento digital e protético, e a guia impressa é utilizada durante todo o procedimento cirúrgico, incluindo a colocação do implante; esta abordagem está geralmente associada à cirurgia sem retalho (*flapless*).
- B. Parcialmente guiada em que o planeamento pode ser realizado através de TCFC, ou imagens de radiografias 2D. Esta abordagem pode ser subdividida em: (1) perfuração guiada, quando se usa a guia em toda sequência de brocas; (2) broca piloto guiada, quando apenas na perfuração com a primeira broca da sequência de brocas é utilizada a guia. (Gargallo-Albiol et al., 2019)



Figura 11 (a) Cirurgia à mão livre (não guiada); (b) Cirurgia parcialmente guiada; (c) Cirurgia totalmente guiada. (Younes et al., 2018)

3.2.3 Fluxo de trabalho (*workflow*) digital

O fluxo de trabalho digital geralmente pode ser dividido em 6 etapas: (1) avaliação do paciente, (2) colheita de dados, (3) tratamento de dados, (4) planeamento virtual dos implantes, (5) fabrico de guias e de próteses e (6) execução de cirurgia e instalação imediata da prótese provisória (Figura 12). Porém, diferentes softwares de planeamento virtual de implantes podem ter alguma variação no fluxo de trabalho digital (Al Yafi et al., 2019).



Figura 12 Fluxo de trabalho digital. As 6 etapas do fluxo de trabalho digital orientam os clínicos desde a avaliação inicial do paciente até a execução da cirurgia do implante. Adaptado de Al Yafi et al., 2019.

3.2.3.1 Avaliação do paciente

A avaliação do paciente deve incluir: 1) Avaliação radiográfica inicial: a quantidade e a qualidade do osso devem ser avaliadas para determinar se uma abordagem com ou sem enxerto é apropriada; 2) Oclusão: a avaliação oclusal é essencial para estabelecer estética e função aceitáveis. A abertura adequada da boca deve ser avaliada porque a cirurgia guiada requer acesso extra, especialmente nas regiões posteriores. 3) Avaliação estética e consideração protética: O design protético deve garantir suporte labial adequado e exibição em branco / rosa adequados. O plano protético irá determinar a necessidade de procedimentos de redução ou aumento ósseo (Al Yafi et al., 2019).

3.2.3.2 Colheita de dados

A colheita de dados inclui aquisição de TCFC e a varredura ótica de superfície. A TCFC é obtida com ou sem guia radiográfica em pacientes dentados. A imprecisão dos tecidos moles e dos dentes representada pela TCFC pode ser compensada através da obtenção de uma varredura ótica de superfície, que representa a superfície dos dentes e o contorno dos tecidos moles. A digitalização pode ser feita através de métodos diretos ou indiretos. No método indireto é feita a moldagem das arcadas do paciente e posteriormente os modelos do paciente são digitalizados usando-se um *scanner* de laboratório. No método direto, um exame intraoral com um *scanner* (uma câmera intra-oral) é usado para digitalizar as arcadas dentárias do paciente. Cada arcada deve ser digitalizada individualmente; posteriormente é realizada a digitalização das arcadas juntas em oclusão para representar os dentes em articulação. Os dados da TCFC são salvos no formato DICOM e a digitalização ótica de superfície são salvas e transferidas em formato STL (Al Yafi et al., 2019).

3.2.3.3 Manipulação dos dados

Os arquivos DICOM e STL são importados para *software* de planejamento de implantes digitais. A manipulação de dados consiste na dissecação e orientação virtual do arquivo DICOM, identificação da curva panorâmica, rastreamento de nervos e fusão dos conjuntos de dados de TCFC (DICOM) e com a digitalização da superfície (STL) (Al Yafi et al., 2019). Com isso, é possível visualizar o osso disponível para a colocação do implante, as espessuras de tecidos moles e as localizações dos seios maxilares e as estruturas vitais pertinentes, como os canais mandibulares (Orentlicher et al., 2019).

Podem ser utilizados *softwares* proprietários² que permitem colocar virtualmente implantes dentários num computador para o planejamento do tratamento. O tipo e dimensão do implante planejado, a sua posição, a sua relação com a prótese planejada e dentes ou implantes adjacentes e sua proximidade com estruturas anatómicas vitais podem ser determinados antes da cirurgia. Guias de perfuração geradas por computador podem ser fabricadas a partir do plano de tratamento virtual, permitindo ao cirurgião colocar os implantes como planejado

²*Softwares* proprietários (*proprietary software programs*) são sistemas desenvolvidos por uma equipe de designers, gerentes de projeto, programadores, redatores técnicos e engenheiros. Os sistemas que eles produzem passam por revisões de projeto, relatórios de progresso de desenvolvimento e testes formais de garantia de qualidade. Depois de concluídos, esses sistemas são vendidos ou licenciados ao público por uma taxa. O suporte para o produto de software geralmente é fornecido pelo desenvolvedor do sistema (Boulanger, 2005).

virtualmente. Este processo permite uma colocação de implante de maneira mais precisa e previsível (Orentlicher et al., 2019).

As plataformas de *software* de planejamento de implantes guiados por computador mais comuns são Simplant (Dentsply, York, PA, EUA), NobelClinician / DTX Studio Implant (NobelBiocare, Zurique, Suíça), coDiagnostiX (Straumann, Basil, Suíça), 360dps (360Imaging, Atlanta, GA, EUA), Invivo 5 (Anatomage, San Jose, CA, EUA) e Blue Sky Plan (Blue Sky Bio, Grayslake, IL, EUA). Segundo Orentlicher e colaboradores, a maioria destes *softwares* permite que o usuário planeie e crie guias personalizadas usando os implantes dentários mais comuns no mercado. Todos esses programas permitirão o fabrico de guias pelo fabricante (geralmente por meio de técnicas de estereolitografia), por laboratórios dentários ou por fresadoras em consultório (através de *milling*). Curiosamente, o *software* NobelClinician / DTX Studio Implant permite o planejamento com vários sistemas de implantes, mas apenas permite o fabrico de guias se o planejamento do tratamento utilizar implantes NobelBiocare. (Orentlicher et al., 2019).

A importação e conversão de dados de imagem DICOM na preparação para o planejamento de implantes é uma funcionalidade comum à maioria dos programas de software proprietários de planejamento de implantes dentários baseados em TC ou TCFC. Todos os produtos de *software* têm a capacidade de (1) fazer medições lineares e angulares detalhadas; (2) avaliar a anatomia óssea em perspectivas transversais, panorâmicas e axiais; (3) isolar, identificar e desenhar o nervo alveolar inferior e outras estruturas vitais; (4) visualizar e isolar raízes de dentes e implantes; (5) virtualmente colocar, medir e alterar a posição dos implantes dentários nas imagens ósseas em relação às próteses planejadas e outras estruturas anatómicas; (6) visualizar e escolher o cicatrizador ideal; (7) visualizar, remover, girar e focar em reformas virtuais 3D detalhadas da anatomia óssea; e (8) realizar o upload do plano de tratamento virtual para um fabricante que realizará o fabrico da guia cirúrgica com base no plano de tratamento virtual ou realizar o upload do plano para uma fresadora de consultório (*milling machine*) (Orentlicher et al., 2019).

3.2.3.4 Planejamento virtual

A TCFC mostra tanto os tecidos moles quanto os duros; a segmentação dos dados brutos, obtidos na tomografia, permite a diferenciação de estruturas anatómicas e áreas de interesse, assim como é possível colorir essas estruturas (como mostrado na Figura 13), a fim de elaborar o modelo virtual do paciente. Uma vez obtido um modelo virtual preciso, o

enceramento virtual da prótese futura permitirá a colocação virtual dos implantes. A guia cirúrgica e a prótese são projetadas de acordo com o plano virtual (Al Yafi et al., 2019).

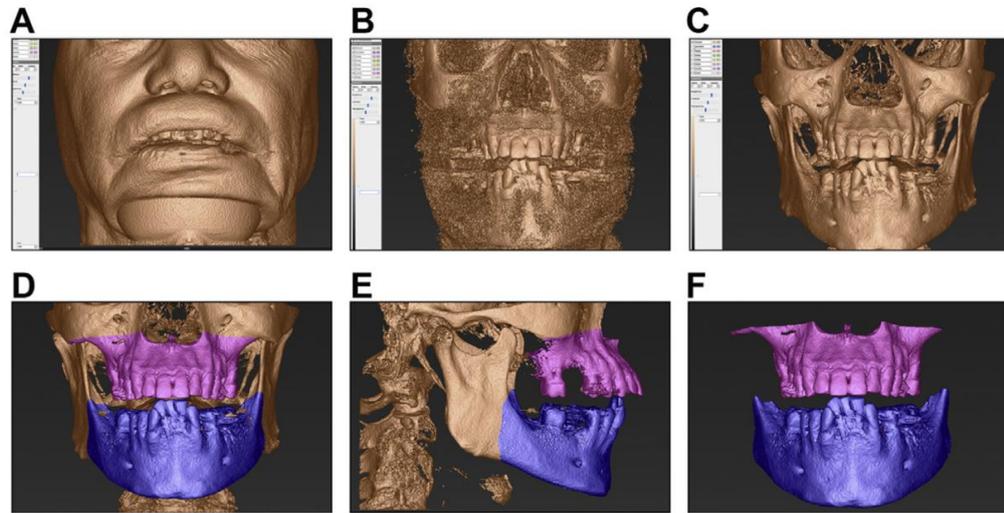


Figura 13 Segmentação da imagem (remoção dos tecidos moles) de TCFC. A escala de densidade pode ser ajustada: (A) Densidade baixa representa o tecido mole. (B) A densidade intermediária mostra entre tecido mole e osso. (C) Alta densidade mostra o tecido ósseo. Depois de estabelecer o limite adequado do osso, as áreas de interesse podem ser rotuladas. (D, E) As vistas frontal e lateral da maxila e mandíbula segmentadas. (F) As duas arcadas do paciente segmentadas e coloridas, que representam o modelo virtual do paciente. Adaptado de Al Yafi et al. (2019).

No planejamento virtual, o tipo e tamanho do implante podem ser escolhidos na biblioteca de implantes do software. A posição e o eixo do implante são ajustados de acordo com o osso disponível (Figura 14). Uma ferramenta de paralelismo pode ser usada no caso de múltiplos implantes. A maioria dos sistemas oferece uma opção para definir um limite de segurança em torno e entre implantes; consequentemente, o sistema alertará o usuário se esses limites forem violados. Além disso, a possibilidade de uma abordagem sem retalho ou qualquer necessidade de aumento ósseo são determinadas neste momento. Uma vez finalizado o plano virtual, o usuário pode criar a guia cirúrgica, incluindo o tipo de suporte (dente, mucosa, osso ou qualquer combinação). Após a conclusão da fase de planejamento, as guias e as próteses projetadas são exportadas para o formato STL para o fabrico. É gerado um relatório detalhado, que inclui o protocolo de perfuração dos implantes e os componentes protéticos correspondentes que serão utilizados. (Al Yafi et al., 2019).

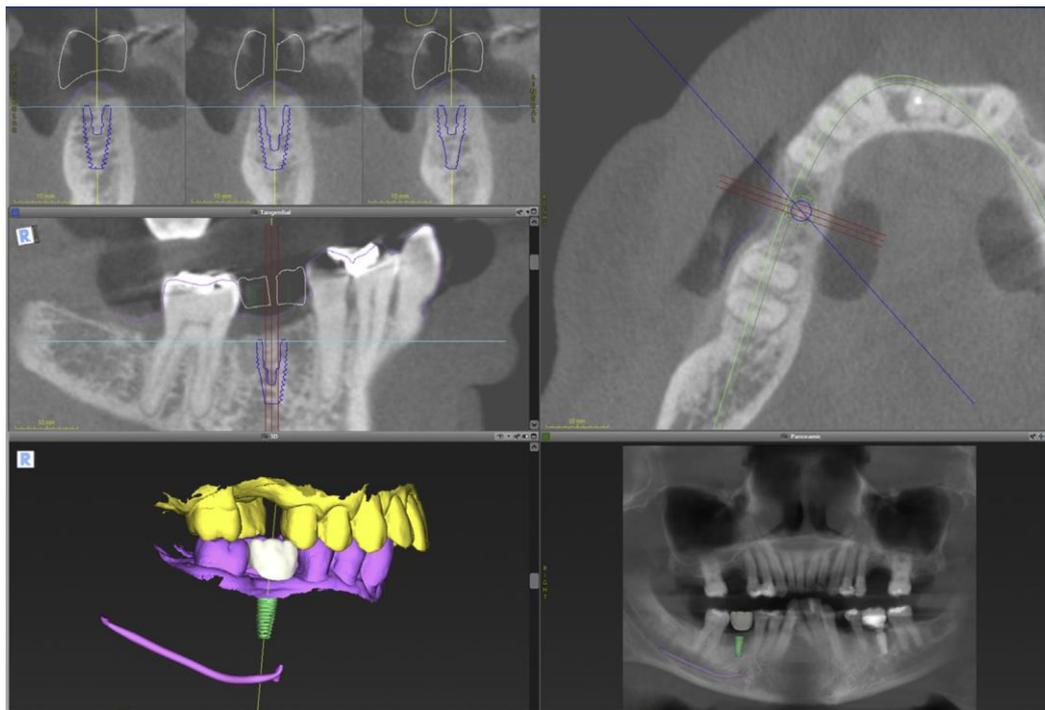


Figura 14 Posicionamento virtual do implante. A colocação de implante virtuais 3D com base na futura prótese. Adaptado de Al Yafí et al. (2019).

3.2.3.5 Fabrico de guias e próteses

A produção de guia e prótese pode ser realizada por métodos convencionais ou CAD / CAM. Os métodos digitais para a produção da guia cirúrgica, dos modelos e da prótese incluem técnicas aditivas (prototipagem rápida) ou subtrativas (*milling* ou fresagem). A prototipagem rápida envolve o uso de uma impressora 3D para imprimir resina fotossensível em camadas para gerar a guia cirúrgica e os modelos estereolitográficos. Após a impressão da guia cirúrgica, são incorporados os componentes metálicos específicos do sistema de implantes. (Al Yafí et al., 2019).

A produção de guias é baseada em modelos e as guias são feitas no laboratório de prótese dentária ou processadas usando design / fabricação assistida por computador por meio de fresagem (*milling*) ou impressão. A base para a fabricação da guia cirúrgica é o plano fornecido pelo *software* de planeamento. Este plano contém quatro parâmetros para a posição espacial de cada implante e informações de profundidade para a colocação de *sleeves* na guia cirúrgica. O modelo de digitalização é ajustado no modelo mestre que representa o paciente. De acordo com as preferências do clínico e do técnico dentário, o modelo de digitalização contém informações sobre o resultado protético desejado e a arquitetura do tecido mole. Após a verificação de todos os parâmetros, a preparação da base da *sleeve* e a colocação da *sleeve* cirúrgica são realizadas usando o braço de perfuração. A principal desvantagem dessa abordagem é o número de etapas

não digitais necessárias para projetar e produzir a guia cirúrgica, juntamente com sua sensibilidade aos erros humanos associados que podem ocorrer durante as diferentes etapas do procedimento (D'haese et al., 2017).

Outra forma de criar guias cirúrgicas é recorrer a uma técnica de prototipagem rápida ou tecnologia estereolitográfica. Com base em imagens tridimensionais e design 3D, as guias são produzidas com o auxílio de técnicas de fotopolimerização e atualmente são comumente produzidas comercialmente por muitos fornecedores de implantes. O desenvolvimento mais recente na produção digital de guias cirúrgicas é baseado na sobreposição de dados de tomografia computadorizada digital e dados de varredura intra-oral. Portanto, pontos de referência mútuos em ambas as imagens digitais, como parte dos dentes, são necessários. As guias reais são projetadas e fabricadas usando tecnologia CAD/CAM com o uso de dispositivos de impressão ou fresagem (D'haese et al., 2017).

3.2.3.6 Execução da cirurgia

O ajuste e o assentamento adequados da guia cirúrgica devem ser verificados antes da cirurgia. O protocolo cirúrgico, que inclui o tamanho do implante e a sequência de perfuração deve ser seguido. Cada kit de implante guiado é específico do sistema de implante, e o clínico deve estar familiarizado com os componentes antes de realizar a cirurgia. A irrigação adequada durante toda a cirurgia também é crucial (Al Yafi et al., 2019).

3.3. Precisão da cirurgia guiada

Uma posição correta do implante 3D foi apontada como um fator fundamental para um resultado estético ideal de reconstruções com implantes. Além disso, um estudo recente sobre avaliação de risco de peri-implantite mostrou que quase metade dos casos de peri-implantite foram desencadeados cirurgicamente por mau posicionamento do implante. Os achados demonstram que o sucesso estético e de longo prazo dos implantes dentários é altamente dependente de um correto posicionamento do implante (Younes et al., 2018).

A cirurgia guiada fornece ao clínico as ferramentas necessárias para instalar com segurança os implantes na posição 3D ideal - tanto anatomicamente quanto proteticamente - minimizando assim os riscos de possíveis complicações (Younes et al., 2018).

Embora a cirurgia guiada seja muito previsível, vão sempre existir desvios entre o planejamento virtual e a execução. A sobreposição da TCFC pré e pós-operatória pode ser usada para avaliar a precisão da cirurgia de implante guiada. O desvio entre o posicionamento

planeado e o implante real na boca é avaliado através de 4 medições, conforme ilustradas na Figura 15 (Al Yafi et al., 2019).

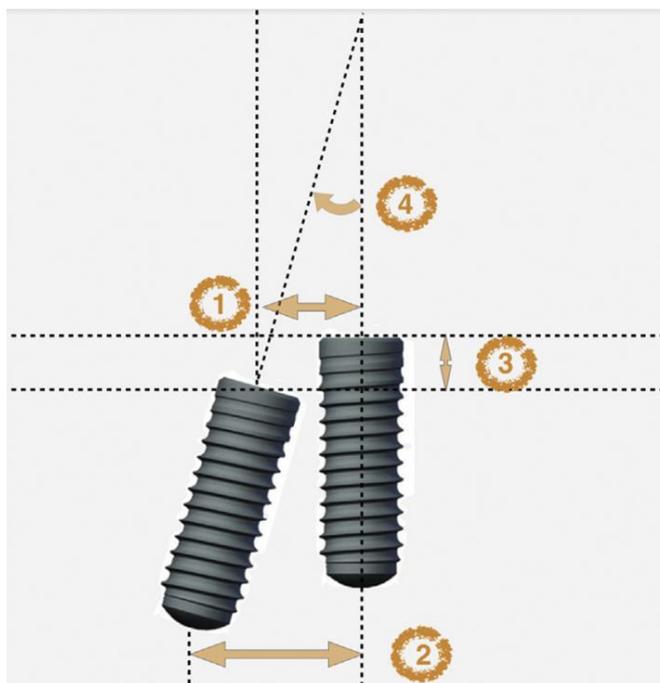


Figura 15: Medições de desvio: (1) Desvio do ponto da crista: a distância linear horizontal entre os implantes virtuais e reais no centro da plataforma do implante. (2) Desvio do ponto apical: a distância linear horizontal entre os implantes virtuais e reais no nível do ápice do implante. (3) Desvio de profundidade: a distância linear vertical entre o implante virtual e o real no centro da plataforma do implante. (4) Desvio angular: o ângulo formado entre o longo eixo do implante virtual e do real. (Al Yafi et al., 2019)

Tahmaseb et al. (2018) realizaram uma revisão sistemática de literatura e meta-análise para avaliar a precisão da cirurgia de implante guiada por computador estática. De um total de 372 artigos, foram selecionados oito estudos retrospectivos não controlados e onze estudos prospectivos não controlados. Foram avaliados um total de 2.238 implantes que foram colocados em 471 pacientes através de cirurgia guiada estática (Tahmaseb, Wu, Wismeijer, Coucke, & Evans, 2018).

Em relação à cirurgia de implante, 12/20 estudos relataram protocolos de colocação de implante cirúrgico sem retalho e 8/20 estudos realizaram a cirurgia com técnicas sem retalho e com retalho aberto. A comparação da posição planeada e final do implante foi realizada por meio de comparação de imagens de TC ou TCFC em 19/20 estudos com cinco sistemas de *software* diferentes a ser utilizados (Tahmaseb et al., 2018).

Em 2.238 implantes avaliados, que foram colocados usando as guias estáticas, observou-se um erro médio total de 1,2 mm (1,04 mm a 1,44 mm) no ponto de entrada, 1,4 mm (1,28 mm a 1,58 mm) no ponto apical ponto e desvio de 3,5° (3,0° a 3,96°). Houve uma

diferença significativa na precisão a favor dos desdentados parciais em comparação aos casos desdentados totais. Concluiu-se que a precisão da cirurgia de implante computacional estática está dentro da faixa clinicamente aceitável na maioria dos casos. No entanto, os autores recomendaram uma margem de segurança de pelo menos 2 mm (Tahmaseb et al., 2018).

3.4 Resultados

3.4.1 Cirurgia com retalho (*flapped*) versus sem retalho (*flapless*)

Há vantagens e desvantagens em ambos os tipos de cirurgia (Al Yafi et al., 2019). Na cirurgia guiada com retalho, a guia cirúrgica é suportada pela superfície óssea, o que requer abertura de um retalho total. Está indicada em casos de deficiências ósseas, nos quais são indicados procedimentos de aumento ósseo, ou em áreas com anatomia limitações anatómicas. A principal vantagem dessa abordagem é facilitar procedimentos de aumento ósseo, quando indicado, para superar insuficiências anatómicas (Gargallo-Albiol et al., 2019); outra vantagem do retalho aberto é permitir a visualização direta do campo operatório (Al Yafi et al., 2019; Gargallo-Albiol et al., 2019).

Uma das desvantagens da cirurgia com retalho é que ela está associada a maior dor no pós-operatório, maior consumo de analgésicos, maior tempo de cadeira e edema no pós-operatório. Consequentemente, também resulta numa menor satisfação do paciente em comparação com guias suportadas por mucosa ou dente (Gargallo-Albiol et al., 2019). Outra desvantagem relacionada com o posicionamento dos implantes, é que as guias apoiadas no osso são consideradas menos precisas que as demais (Al Yafi et al., 2019).

Guias suportadas por mucosa oral estão associadas à cirurgia sem retalho. Se a arquitetura óssea permitir a abordagem sem retalho, uma guia com suporte de mucosa deve ser a primeira escolha em pacientes totalmente desdentados. Em pacientes parcialmente desdentados, uma guia com combinação de suporte em dente e em mucosa melhorará a estabilização do modelo cirúrgico. As guias muco-suportadas fornecem maior precisão que as guias com suporte em osso (Pozzi, Tallarico, Marchetti, Scarfò, & Esposito, 2014; Ravidà et al., 2018).

A cirurgia sem retalho está associada a menor dor pós-operatória, menor edema e menor desconforto pelo paciente (Gargallo-Albiol et al., 2019; Tallarico, Esposito, Xhanari, Caneva, & Meloni, 2018). Por consequência, a abordagem sem retalho envolve maior satisfação do paciente (Gargallo-Albiol et al., 2019; Pozzi et al., 2014) e uma redução significativa no tempo

de cirurgia em comparação à cirurgia com retalho (Arisan, Bölükbaşı, & Öksüz, 2013). O tempo de cirurgia reduzido é especialmente relevante em tratamentos de casos complexos (com colocação de vários implantes na mesma cirurgia), resultando em melhores resultados com foco no paciente (por exemplo, menos desconforto pós-operatório) (Tatakis et al., 2019).

Além disso, Tallarico et al. (2018) observaram que após 5 anos de cirurgia houve uma diferença significativa na perda de osso marginal na região do implante entre as cirurgias com e sem retalho; na cirurgia sem retalho houve menos perda óssea (Tallarico et al., 2018). Como desvantagem pode-se destacar que a cirurgia sem retalho impossibilita que concomitantemente seja realizado um tratamento para aumento ósseo (Gargallo-Albiol et al., 2019). No entanto, vale salientar que a lesão de estruturas anatómicas críticas (como seios maxilares, nervos, vasos, dentes), uma das complicações potencialmente graves da cirurgia de implante, pode ser minimizada pela cirurgia de implante guiada. Ao mesmo tempo, a largura e a altura ósseas máximas disponíveis podem ser utilizadas neste tipo de cirurgia, permitindo a colocação de um maior diâmetro de implante e/ou um implante mais longo. Conseqüentemente, através do emprego deste tipo de cirurgia muitas vezes torna-se possível evitar técnicas de enxerto ou regeneração óssea mais complexas (Tatakis et al., 2019).

As guias suportadas por dentes ou coroas são usadas com intuito de aumentar a estabilidade em casos de pacientes parcialmente edentulos; pode ser aplicado simultaneamente suporte em mucosa ou suporte em osso (Gargallo-Albiol et al., 2019). A guia dento-suportada associado ao suporte em mucosa, nas cirurgias sem retalho, fornece a mais alta precisão no posicionamento 3D do implante. Porém, quando a guia dento-suportada é utilizada numa cirurgia com retalho aberto, ocorre a diminuição da precisão do posicionamento do implante (Gargallo-Albiol et al., 2019)

Uma técnica cirúrgica de implante sem retalho é minimamente invasiva em comparação com a cirurgia com retalho e tem sido demonstrado ter melhores taxas de cicatrização devido ao trauma cirúrgico reduzido e, com isso, apresenta uma redução das complicações pós-operatórias, como dor, infecção, inchaço e deiscência. Também foi sugerido que a hemorragia é reduzida tanto no momento da cirurgia, quanto no pós-operatório. Além disso, trabalhos que avaliaram a satisfação dos pacientes relatam que a satisfação do paciente foi mais alta quando a cirurgia foi realizada sem retalho (Lavery, Buglass, & Patel, 2018).

Vercruyssen et al. (2014), avaliaram num estudo aleatório sobre dois sistemas cirúrgicos guiados por computador (mucossuportado e apoiado por osso) em pacientes totalmente

desdentados; o grupo controle foi tratado com a cirurgia convencional de implantes (não-guiada). Cinquenta e nove pacientes com maxilas e / ou mandíbulas edêntulas foram recrutados distribuídos aleatoriamente num dos grupos de tratamento. Os resultados analisados foram dor (medidos através de escalas de dor e escala qualidade de vida relacionada à saúde), duração do procedimento cirúrgico e doses analgésicas tomadas diariamente (Vercruyssen, De Laat, et al., 2014).

Em relação ao tempo de duração do procedimento cirúrgico, houve uma diferença significativa entre as cirurgias que utilizaram as guias muco-suportadas e as suportadas por osso, sendo que com as primeiras o tempo cirúrgico foi menor. Neste estudo foi observada pouca diferença nos resultados das variáveis analisadas nos diferentes grupos de tratamento em relação à dor, porém, foi observada uma tendência dos pacientes tratados com a colocação convencional (não-guiada) de implante, com elevação de retalho, sofrerem de dor por períodos mais longos de tempo (Vercruyssen, De Laat, et al., 2014).

Na revisão de literatura feita por Yadav et al. (2019) foram avaliados comparativamente implantes colocados com e sem retalho em termos de sobrevivência dos implantes, perda de osso marginal, parâmetros de tecidos moles, além de resultados centrados no paciente. Em relação à taxa de sobrevivência dos implantes consideraram que a técnica sem retalho é tão previsível quanto a técnica convencional com retalho; porém o sucesso da cirurgia de implante sem retalho depende da precisão e experiência do cirurgião de implante, pois existe uma curva de aprendizagem que afeta a taxa de sucesso desta técnica; os cirurgiões devem ter conhecimento das indicações e técnicas utilizadas para o manejo, bem como para o aumento dos tecidos peri-implantares (Yadav, Verma, Parikh, & Dixit, 2018).

Em relação à perda óssea da crista marginal, a obtenção de um resultado final estético é um dos principais determinantes do sucesso na zona estética anterior; então deve-se considerar que na técnica convencional, o suprimento sanguíneo dessa área é dificultado após a elevação do retalho e a probabilidade de perda óssea marginal pós-operatória aumenta, em comparação com a cirurgia sem retalho minimamente invasiva, onde o suprimento sanguíneo ao osso não é interrompido (Yadav et al., 2018).

Concluíram que na abordagem sem retalho o tempo cirúrgico de colocação do implante reduz significativamente, além de aumentar o conforto do paciente no pós-operatório, ou seja, resultados como dor pós-operatória, inchaço e *score* visual analógico de dor são minimizados, aumentando a aceitação do paciente em relação ao procedimento (Yadav et al., 2018).

3.4.2 Vantagens e indicações da cirurgia guiada *flapless*

3.4.2.1 Precisão

A precisão é uma das principais vantagens da cirurgia de implante guiada por computador. Vários ensaios clínicos randomizados mostram que a cirurgia totalmente guiada é a que oferece a mais alta precisão com relação ao posicionamento do implante. Ao passo que vários trabalhos também demonstraram que a cirurgia não-guiada à mão livre é a que oferece menos precisão, sendo que o posicionamento incorreto do implante à mão livre é frequente (Gargallo-Albiol et al., 2019).

Younes e colaboradores (2018) realizaram um estudo controlado randomizado para investigar a precisão da cirurgia de implante à mão livre (FH) ou *mental navigation surgery*, da guiada por broca piloto (PG) e totalmente guiada (FG) em pacientes parcialmente desdentados (Younes et al., 2018).

Pacientes parcialmente desdentados com necessidade de 2 ou mais implantes na maxila posterior foram alocados aleatoriamente num dos grupos de tratamento: FH, PG e FG. Foram realizadas tomografias computadorizadas de feixe cônico. Para todos os pacientes, as mesmas configurações padronizadas foram usadas. Foram feitos um molde com poliéter da maxila e outro com alginato da mandíbula. Modelos de gesso foram produzidos e um enceramento protético foi realizado. Posteriormente, uma varredura digital dos modelos e do enceramento foi feita usando um *scanner* óptico em laboratório (Younes et al., 2018).

Os arquivos DICOM da TCFC e os arquivos STL das varreduras ópticas foram importadas no *software* de planeamento de implantes designado e o planeamento 3D virtual foi realizado para todos os implantes. Esse planeamento 3D virtual serviu como a “posição ideal” para cada implante (Younes et al., 2018).

Na análise de precisão, a posição de cada implante conforme realizado cirurgicamente foi comparada à sua "posição ideal". O desvio global apical (AGD) em milímetros (mm) foi o desfecho primário do estudo. As variáveis de desfecho secundário foram desvio angular (AD) em graus, desvio global coronal (CGD) em mm, desvio lateral coronal (CLD) em mm, desvio vertical coronal (CVD) em mm, desvio lateral apical (ALD) em mm e desvio vertical apical (AVD) em mm (Figura 16) (Younes et al., 2018).

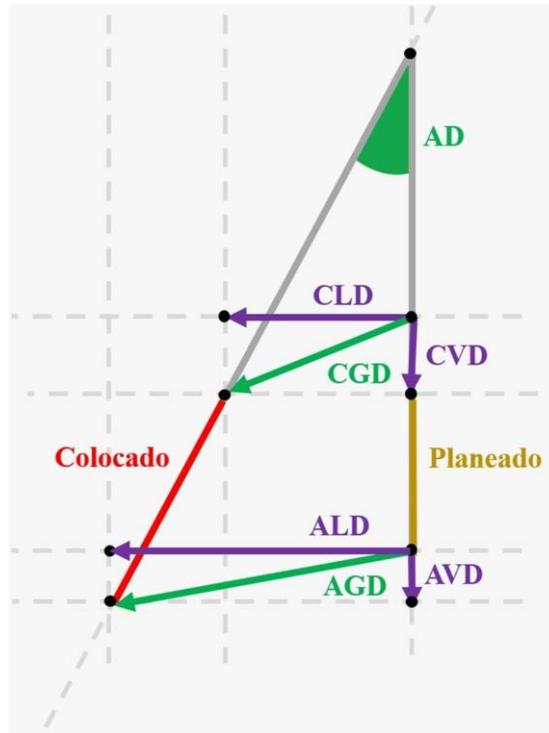


Figura 16 Parâmetros de desvio entre as posições planejadas do implante (amarelo) e as posições reais do implante (vermelho). AD, desvio angular; AGD, desvio global apical; ALD, desvio lateral apical; AVD, desvio vertical apical; CGD, desvio global coronal; CLD, desvio lateral coronal; CVD, desvio vertical coronal. Adaptado de Younes et al., 2018.

A cirurgia guiada por broca piloto foi realizada sem elevação do retalho. A primeira osteotomia foi realizada com a guia cirúrgica *in situ*, utilizando uma broca piloto de 1,95 mm. Um *stop* garantiu que a profundidade de perfuração correta fosse alcançada de acordo com o planejamento 3D virtual. As osteotomias subsequentes foram realizadas à mão livre, de acordo com as instruções do fabricante (Younes et al., 2018).

A cirurgia totalmente guiada (FG) foi realizada sem elevação do retalho. Todas as osteotomias foram realizadas com a guia cirúrgica *in situ*. Para cada broca escolhida, um tubo de perfuração correspondente removível foi inserido primeiro na guia para permitir uma orientação adequada da broca. Foram feitas marcações relacionadas à profundidade da osteotomia. Após o preparo, os implantes foram instalados, ainda com a guia cirúrgica *in situ*. As marcações semilunares no *driver* do implante e na própria guia garantiram um posicionamento vertical correto e um alinhamento correto do implante. Os implantes foram instalados num procedimento de um ou dois estágios, dependendo da sua estabilidade primária (Younes et al., 2018).

A análise dos parâmetros de cada grupo de tratamento é apresentada na Tabela 1. O AGD foi considerado o desfecho primário do estudo e revelou uma diferença estatisticamente

significativa entre a cirurgia FH e PG ($p = 0,037$) e entre a cirurgia FH e FG ($p < 0,001$) com maior precisão para a cirurgia FG (média de 0,97 mm) e menor precisão para a cirurgia FH (média de 2,11 mm). O desvio médio do planeamento virtual para a cirurgia de PG foi de 1,43 mm. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre a cirurgia de PG e FG para AGD ($p = 0,267$). O desvio máximo do planeamento virtual pode ser considerado o mais importante do ponto de vista clínico, gerando grandes disparidades entre os grupos que apontam para 4,84 mm para a cirurgia FH, 2,72 mm para a cirurgia PG e 1,98 mm para a cirurgia FG (Younes et al., 2018).

Tabela 1 Estatística descritiva para os grupos de estudo à mão livre (FH), guiada por broca piloto (PG) e totalmente guiada (FG). Adaptado de Younes et al., 2018.

	Mão Livre		Guiada por broca piloto		Totalmente guiada	
	Média	SE	Média	SE	Média	SE
AD	6,99	0,87	5,95	0,87	2,30	0,92
CVD	0,53	0,09	0,68	0,09	0,43	0,09
CLD	1,27	0,11	0,79	0,11	0,55	0,11
CGD	1,45	0,10	1,12	0,10	0,73	0,10
AVD	0,50	0,09	0,68	0,09	0,43	0,09
ALD	1,97	0,19	1,14	0,20	0,81	0,21
AGD	2,11	0,18	1,43	0,18	0,97	0,19

AD, desvio angular; AGD, desvio global apical; ALD, desvio lateral apical; AVD, desvio vertical apical; CGD, desvio global coronal; CLD, desvio lateral coronal; CVD, desvio vertical coronal; SE, standard error. Adaptado de Younes et al., 2018.

Os resultados deste estudo demonstram enormes disparidades entre os três grupos de tratamento em termos do resultado primário do estudo (AGD). A cirurgia de FG foi mais precisa conforme demonstrado pelo menor desvio do planeamento virtual, apontando para uma média de cerca de 1 mm com um máximo de quase 2 mm. A cirurgia de PG demonstrou uma precisão intermédia com um desvio médio e máximo do planeamento virtual de cerca de 1,5 mm e 3 mm, respectivamente. A cirurgia FH foi menos precisa com um desvio médio e máximo do planeamento virtual apontando para 2 mm e quase 5 mm, respectivamente (Younes et al., 2018).

Além do fato de que esta última pode causar complicações biológicas, quando dentes vizinhos são atingidos durante o preparo da osteotomia, o fato de 19,2% dos implantes do grupo FH terem que ser restaurados por meio de prótese cimentada pode enfatizar a relevância clínica destes achados. Foi demonstrado que os restos de cimento são comuns ao redor dos implantes e podem contribuir para o desenvolvimento de peri-implantite. Na prática diária, espera-se que

mais de 19,2% dos implantes instalados por *mental navigation* recebam uma prótese cimentada, levando-se em consideração que todos os casos do grupo FH foram meticulosamente preparados em *software* de planejamento com visualização clara do resultado protético durante cirurgia (Younes et al., 2018).

A cirurgia de PG foi capaz de reduzir a proporção de implantes que precisavam de próteses cimentadas para 4,2%. Isso indica que os profissionais devem estar cientes do fato de que alterações substanciais na posição do implante podem acontecer após a perfuração piloto. Então, deve-se ter cuidado ao usar uma guia de broca piloto para evitar que se desvie muito da osteotomia inicial. Cada broca subsequente à broca-piloto deve ser inserida passivamente para evitar desvios significativos do planejamento ideal. Curiosamente, os resultados na maioria das variáveis de desfecho secundário seguiram a mesma ordem, mostrando maior desvio do planejamento virtual para cirurgia FH e menor desvio para cirurgia FG; isso reforça a consistência dos resultados deste trabalho (Younes et al., 2018).

Conforme mostrado pelos resultados de Younes e colaboradores, uma cirurgia utilizando uma guia de broca piloto pode atingir maior precisão, quando comparada à cirurgia à mão livre, principalmente no plano horizontal, ou seja, no sentido mesiodistal ou bucolingual. Portanto, uma guia de perfuração-piloto indicada nos casos em que uma cirurgia totalmente guiada não é viável (por exemplo, uma crista alveolar fina), mas onde alguma orientação na preparação da osteotomia inicial é necessária (Younes et al., 2018).

Os autores deste trabalho concluem que a cirurgia totalmente guiada é a melhor abordagem quando o posicionamento perfeito do implante é necessário (Younes et al., 2018).

Zhou e colaboradores (2018) realizaram uma revisão sistemática de literatura para avaliar a precisão da cirurgia guiada por computador e analisar os fatores clínicos envolvidos; concluíram que a posição da guia, a fixação da guia, o tipo de guia e a abordagem do retalho podem influenciar a precisão da cirurgia de implante auxiliada por computador. Comparando a precisão da cirurgia guiada entre as abordagens sem retalho e com retalho aberto, os resultados indicaram que uma abordagem sem retalho é mais precisa do que uma abordagem com retalho aberto, que corrobora com os achados de Younes e colegas (Zhou, Liu, Song, Kuo, & Shafer, 2018).

3.4.2.2 Mitigação de sinais inflamatórios e desconforto

Vários estudos avaliaram sinais inflamatórios (como dor e edema) em pacientes submetidos à cirurgia guiada por computador sem retalho. Tsoukaki et al. (2013), compararam a colocação de implantes em 2 grupos, com retalho e sem retalho, medindo parâmetros clínicos, radiográficos, microbiológicos e imunológicos. Eles verificaram que a profundidade do sulco peri-implantar foi significativamente maior nos implantes realizados com retalho; que os implantes com retalho apresentaram perda de osso marginal, enquanto não foi detectada perda óssea nos implantes feitos sem retalho (Tsoukaki et al., 2013).

As amostras de fluido sulcular apresentaram quantidade significativamente maior de metaloproteinase de matriz-8 (MMP-8) nos implantes realizados com retalho 1 e 6 semanas após a colocação do implante. Nas primeiras semanas após a cirurgia foi detectada presença de *Porphyromonas gingivalis* e *Tannerella forsythia* em amostras do grupo sem retalho. Os pacientes relataram mais dor após a cirurgia de implante com retalho (Tsoukaki et al., 2013).

Este trabalho concluiu que a colocação do implante sem retalho resultou em melhores resultados clínicos, radiográficos e imunológicos em comparação com implantes com retalhos. Os implantes colocados numa abordagem sem retalho tiveram menor profundidade de sondagem peri-implantar; menor reação inflamatória após a cirurgia e menor reabsorção da crista óssea, comparado com implantes colocados com retalho (Tsoukaki et al., 2013).

Apontaram também que o número elevado de patógenos periodontais detectados ao redor dos implantes colocados sem retalho possivelmente indica formação e maturação mais precoce do sulco peri-implantar do grupo sem retalho. Além disso, completam que o implante sem retalho causou menos dor no pós-operatória e foi mais facilmente tolerado pelos pacientes (Tsoukaki et al., 2013).

Pozzi e colaboradores (2014) realizaram um estudo clínico controlado randomizado multicêntrico com objetivo de comparar a reabilitação de pacientes realizada através de cirurgia guiada *flapless* associada à instalação imediata de próteses, com a reabilitação convencional, com cirurgia com retalho (Pozzi et al., 2014).

Cinquenta e um pacientes total ou parcialmente desdentados, que necessitavam de pelo menos 2 implantes com uma única prótese, com pelo menos 7 mm de altura óssea e 4 mm de largura óssea, tiveram a reabilitação do implante planeada em 3D por meio de TCFC usando um *software* dedicado. Posteriormente, em três centros diferentes, os pacientes foram

randomizados em dois grupos: (1) grupo com cirurgia guiada por computador, com utilização de guias (grupo cirurgia guiada), e (2) cirurgia convencional de implantes sem guias (grupo convencional) (Pozzi et al., 2014).

Os parâmetros avaliados neste trabalho foram: falhas na prótese e no implante, complicações pós-operatórias, alterações dos níveis ósseos peri-implantes, número de sessões de tratamento, duração do tratamento, dor e edema pós-cirúrgicos, consumo de analgésicos, tempo de tratamento, tempo necessário para resolver complicações, custo adicional do tratamento, satisfação do paciente. O período de *follow-up* foi de 1 ano (Pozzi et al., 2014).

Os autores apontam que ambas as técnicas foram capazes de atingir as metas planejadas e não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na maioria dos parâmetros avaliados, contudo houve diferença significativa no desconforto pós-operatório, na dor e edema relatados de pacientes com implantes colocados de acordo com a técnica convencional, que foi maior que a do grupo de cirurgia guiada (Pozzi et al., 2014).

A razão para essas diferenças é provavelmente explicada pela observação de que os cirurgiões, quando operam à mão livre, elevam mais o retalho mucoperiosteal para visualizar melhor a área onde os implantes serão colocados. E na colocação de implantes orientados por guias, isso foi considerado desnecessário na maioria dos casos, uma vez que os cirurgiões confiaram na guia fornecida pelo modelo cirúrgico (Pozzi et al., 2014).

Pozzi e colaboradores concluíram que quando o planejamento do tratamento foi feito com a varredura TCFC, usando o *software* dedicado ao planejamento de implantes 3D, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre a cirurgia guiada por computador e à mão livre, com exceção de mais dor e inchaço no pós-operatório em locais tratados à mão livre, devido à elevação de retalhos (Pozzi et al., 2014).

Arisan e colaboradores realizaram um estudo clínico com objetivo de comparar os resultados cirúrgicos e pós-operatórios de uma cirurgia de implante auxiliada por computador realizada com guias suportadas por ossos e suportadas por mucosas com a técnica convencional (Arisan, Karabuda, & Özdemir, 2010).

Um total de 341 implantes foram colocados em 52 pacientes usando a técnica convencional (grupo controlo), guiada com guia suportada por osso (grupo BSG) e guiada com guia muco-suportada (grupo *flapless*) em 21, 16 e 15 pacientes, nesta ordem (Arisan et al., 2010).

A duração da cirúrgica (em minutos), o número de analgésicos ingeridos, a ocorrência de hemorragia, ou dificuldade em abrir a boca (trismo) e outros incidentes foram registados. A dor e o inchaço foram avaliados usando a escala visual analógica (EVA). Testes paramétricos e não paramétricos foram utilizados para análise estatística (Arisan et al., 2010).

Pacientes com espessura óssea alveolar e mucosa aderida suficientes foram alocados para serem operados com guias com suporte de mucosa (grupo *flapless*). Pacientes com mucosa aderida insuficiente (<4 mm sentido bucal/ lingual) foram alocados para serem operados com guias ósseas (grupo BSG). Os demais pacientes foram alocados para serem operados com a técnica convencional (grupo controlo). A distribuição dos pacientes entre os grupos foi igual (Arisan et al., 2010).

As imagens de TCFC de 31 pacientes foram convertidas e carregadas no *software* de planeamento de implantes. O volume ósseo e a prótese de varredura foram visualizados nos modelos tridimensionais reconstruídos. Os implantes foram planeados nos planos 3D reformatados em relação ao volume ósseo alveolar disponível e ao contorno protético da prótese de varredura. Os dados de planeamento foram enviados às instalações de produção e um total de 31 guias (16 guias com suporte ósseo e 15 com mucosa foram fabricadas). Todas as guias foram fabricadas de acordo com o princípio da estereolitografia (SLA) (Arisan et al., 2010).

Nos grupos controlo e BSG, a cirurgia iniciou-se com uma incisão sobre a crista e duas incisões de alívio verticais, distal e mesial. Um retalho de espessura total foi elevado bucal e lingualmente, expondo a área da superfície óssea planeada para a instalação do implante. No grupo BSG, o retalho foi estendido 2 a 3 mm além das margens da guia para evitar interferência. No grupo *flapless*, a guia foi posicionada sobre a mucosa com a ajuda de registros de mordidas obtidos anteriormente e fixado com parafusos de para impedir qualquer mobilidade (Arisan et al., 2010).

Um achado digno de nota foi que no grupo *flapless* ocorreu uma redução estatisticamente significativo da hemorragia no dia da cirurgia, em comparação com os grupos BSG e controlo. Mais de 20% dos pacientes nos grupos BSG e controlo tiveram sangramento oral no dia da cirurgia e o sangramento repetiu-se nos segundo e terceiro dias subsequentes. No entanto, no grupo *flapless*, isso foi relatado apenas por um paciente (6%) e no dia da cirurgia e no dia seguinte à cirurgia (Arisan et al., 2010).

Neste estudo, a duração média da cirurgia do grupo BSG foi apenas 8 minutos mais curta que o grupo controle. Entretanto, o tempo médio no grupo *flapless* foi de 23 minutos, o que foi significativamente menor do que os grupos BSG e controle. Obviamente, a ausência de fatores como incisão, reflexão do retalho, determinação da localização do implante, controle da profundidade da broca e procedimentos de sutura contribuíram para esse resultado (Arisan et al., 2010).

Trismo (ou dificuldade em abrir a boca) foi relatado em todos os grupos um dia após a cirurgia. Foi observado que o trismo era frequente em pacientes que também apresentaram edema. O grupo *flapless* apresentou menos casos de trismo e a diferença foi estatisticamente significativa. O encurtamento da duração da cirurgia no grupo *flapless* também deve ser benéfico para os pacientes com risco de trismo, e pode-se concluir que o método usado no grupo *flapless* pode ajudar a reduzir a dificuldade de abrir a boca no pós-operatório, principalmente um dia após cirurgia de implante (Arisan et al., 2010).

Apesar de nenhum paciente ter se queixado de dor intensa ou desconforto relacionado à cirurgia do implante, notou-se que a variação nos scores de dor entre os grupos no período pós-operatório foi estatisticamente significativo. Os scores de dor no grupo *flapless* foram significativamente menores do que os grupos BSG e controle (Arisan et al., 2010).

Também foi estatisticamente significativo a variação no número de analgésicos consumidos pelos pacientes no pós-operatório. O número de analgésicos consumidos pelos pacientes no grupo *flapless* foi significativamente menor que o dos grupos BSG e o controle. Não houve diferença significativa entre os grupos BSG e controle (Arisan et al., 2010).

A cirurgia guiada *flapless* com uso de guias de SLA com suporte de mucosa para colocação de implantes reduziu a duração da cirurgia, a intensidade da dor, o consumo de analgésicos e a maioria das outras complicações típicas no período pós-operatório (Arisan et al., 2010).

3.4.2.3 Custo-benefício

Os pacientes beneficiariam muito com a colocação de implantes dentários sem retalho. Dor, edema pós-operatórios podem ser significativamente reduzidos. Para alcançar esses resultados, a cirurgia deve ser cuidadosamente planejada com antecedência (Pozzi et al., 2014).

Ravidà et al. (2018) realizaram um estudo clínico retrospectivo cujo objetivo foi avaliar as taxas de sobrevivência e as complicações associadas à colocação de implantes guiados por

computador *versus* convencional em próteses híbridas retidas por implantes; e também, a eficiência económica a longo prazo dessa abordagem (Ravidà et al., 2018).

Esta investigação retrospectiva envolveu todos os pacientes tratados com implantes dentários entre janeiro de 1990 e setembro de 2017 na Faculdade de Odontologia da Universidade de Michigan. Os pacientes foram separados em dois grupos, de acordo com o protocolo de colocação do implante: (1) grupo teste (n=26), usando colocação guiada por computador e (2) grupo de controlo (n=19), usando colocação convencional. Radiografias calibradas foram usadas para medir a perda óssea ao redor dos implantes. Além disso, os custos do tratamento inicial e as complicações protéticas, quando ocorreram, foram padronizados e analisados (Ravidà et al., 2018).

No período da revisão, 222 pacientes foram examinados e os seus dados posteriormente avaliados com base nos critérios de inclusão e exclusão; um total, 45 pacientes (149 implantes no grupo de teste e 111 implantes no grupo de controlo) foram incluídos no estudo com *follow-up* mínimo de 5 anos e médio de 9,6 anos (Ravidà et al., 2018).

As seguintes complicações prostodônticas/peri-implantes e tratamento subsequente foram registradas nas consultas de *follow-up*: 1) fratura de dente protético, 2) prótese fraturada, 3) barra fraturada e 4) parafuso do pilar solto. Todas as complicações foram classificadas em: 1) complicações biológicas: mucosite peri-implantar, peri-implantite, falhas e hiperplasias do implante, úlceras de tecido conjuntivo fibroso induzidas por prótese, formação de fistula, dor ou infecção; 2) complicações protéticas precoces (surgiram no período de até um ano) ou tardias (ocorreram 1 ano após a instalação da prótese); 3) complicações protéticas menores, moderadas ou maiores, menores são aquelas resolvidas dentro de 24 horas após a apresentação do problema, moderadas são aquelas resolvidas entre 2 e 7 dias, enquanto complicações maiores exigiam mais de 7 dias para resolução (Ravidà et al., 2018).

A análise de custo neste estudo foi focada no paciente, com o objetivo de identificar todos os custos necessários dos procedimentos diagnósticos, terapêuticos e de acompanhamento. Os custos foram obtidos e categorizados da seguinte forma: 1) custo inicial (soma de taxas de colocação do implante e da prótese); 2) custo de tratamento de complicações (soma dos custos de complicações protéticas e de implantes); e 3) custo total (soma do custo inicial e custo de tratamento de complicações) (Ravidà et al., 2018).

Uma das virtudes de um acompanhamento de longo prazo é a capacidade de comparar

os custos da resolução de complicações protéticas e técnicas ao longo de um período relativamente longo. É sabido que uma abordagem guiada por computador é mais cara do que a colocação convencional de implantes devido à utilização de *software*, duplicação de próteses, digitalização de próteses de pacientes com TCFC, produção de guias cirúrgicas e tempo de planejamento. No entanto, este estudo revelou que embora a abordagem guiada por computador tenha gerado um custo inicial maior, não foi encontrada diferença significativa nos custos totais médios, ao considerar as complicações de curto e longo prazo nos dois grupos estudados (Ravidà et al., 2018).

Ravidà et al. concluíram neste estudo que os implantes colocados por cirurgia guiada demonstraram taxas de sobrevivência mais altas que os implantes realizados com a técnica convencional. Também verificaram que custo a longo prazo foi comparável aos custos com a colocação de implantes não guiados. Não verificaram diferença significativa nas complicações técnicas entre os dois grupos (Ravidà et al., 2018).

3.4.2.4 Menor risco de bacteriemia

Arısan e colaboradores (2013) realizaram um estudo clínico prospectivo observacional em que tinha como objetivo comparar: a incidência de bacteriemia após a cirurgia de implante (convencional e cirurgia guiada por computador *flapless*), a sua duração e o tipo de bactéria causadora. As características dos pacientes com e sem bacteriemia também foram analisadas. (Arısan, Bölükbaşı, et al., 2013).

Os pacientes foram divididos em 2 grupos: (1) grupo de cirurgia convencional e (2) grupo de cirurgia guiada por computador *flapless*. Um total de 377 implantes foram colocados em 68 arcadas edêntulas usando a técnica convencional (grupo convencional) ou uma técnica de cirurgia guiada por computador com guia SLA (grupo *flapless*). A bacteriemia foi monitorizada através de amostras de sangue recolhidas no pré e pós-operatório; as amostras foram recolhidas 15 e 30 min após a colocação do último implante e duas amostras pós-operatórias também foram coletadas. (Arısan, Bölükbaşı, et al., 2013).

A duração da cirurgia, o uso de anestésicos adicionais e complicações cirúrgicas foram registados em ambos os grupos. Como todos os pacientes tinham pelo menos uma arcada edêntula, o número de implantes colocados em cada arcada estava entre quatro e oito (Arısan, Bölükbaşı, et al., 2013).

Um estudo clínico foi conduzido para testar a seguinte hipótese nula: a incidência,

duração e a bactéria envolvida nas técnicas convencional e sem retalho relacionadas à cirurgia de implante não apresentam uma diferença estatisticamente significativa em relação aos 15 e 30 minutos pós-operatórios (Arisan, Bölükbaşı, et al., 2013).

Um total de 378 frascos de hemocultura aeróbia e anaeróbia foram retirados de 63 pacientes em três intervalos de tempo consecutivos (*baseline*, 15 e 30 minutos após a colocação do último implante) e processadas com sucesso. No início da intervenção cirúrgica (*baseline*), nenhuma bactéria foi isolada em nenhum dos grupos. Porém, 15 minutos após a colocação do último implante, bacteriemia foi detectada em 18 (62%) e quatro (12%) pacientes nos grupos convencional e *flapless*, respectivamente. Após 30 min, um paciente de cada grupo (3%) apresentou a mesma bactéria que também havia sido detectada na amostra anterior (Arisan, Bölükbaşı, et al., 2013).

A diferença na incidência da bacteriemia detectada entre a *baseline* e 15 minutos após a colocação do último implante foi estatisticamente significativa no grupo convencional ($p=0.0001$). No entanto, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada no grupo sem retalho ($p=0,1336$). A diferença de bacteriemia nas amostras de sangue colhidas 15 minutos após a cirurgia foi estatisticamente significativa entre os dois grupos ($p < 0,0001$) (Figura 17) (Arisan, Bölükbaşı, et al., 2013).

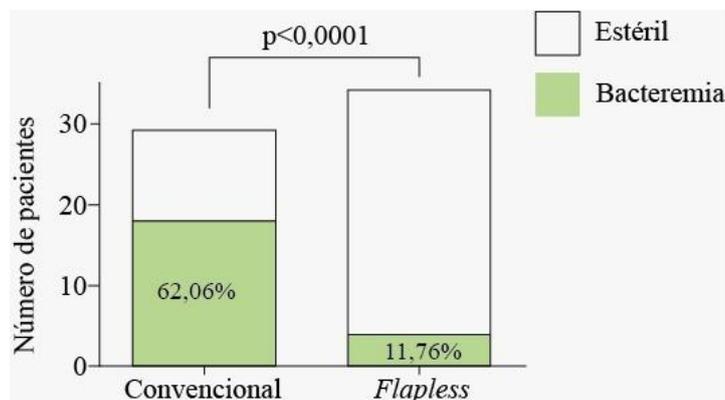


Figura 17 Gráfico da bacteriemia detectada 15 min após a colocação do último implante. Adaptado de Arisan et al., 2013.

No grupo sem retalho, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as características dos pacientes com ou sem bacteriemia 15 minutos após a colocação do último implante. No entanto, no grupo convencional, a duração média da cirurgia dos pacientes com bacteriemia foi significativamente maior do que a dos pacientes sem bacteriemia. Não

foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as demais variáveis dos pacientes com bacteriemia (Arısan, Bölükbaşı, et al., 2013).

No grupo convencional, também houve diferença estatisticamente significativa quando se comparou a percentagem de bacteriemia detetada no 15º e no 30º minutos. No entanto, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada no grupo *flapless* (Arısan, Bölükbaşı, et al., 2013).

Cinco espécies de bactérias foram isoladas. Em ambos os grupos, *Staphylococcus epidermidis* foi a bactéria mais frequentemente isolada, 31% no grupo convencional e 8,8% no grupo *flapless*. Bactérias comuns isoladas de ambos grupos foram: *S. epidermidis* e *Streptococcus viridans*. Além disso, *Bifidobacterium spp.* (13,8%), *Corynebacterium spp.* (10,3%) e *Streptococcus sanguinis* (3,4%) foram isoladas no grupo convencional. As espécies de bactérias *S. viridans*, isoladas no grupo convencional (3,4%), e *S. epidermidis*, isoladas no grupo *flapless* (2,9%), no 15º minuto também foram encontradas permanecendo na corrente sanguínea 30 minutos após a colocação do último implante (Arısan, Bölükbaşı, et al., 2013).

Tabela 2 Bactérias detectadas nas amostras colhidas 15 e 30 minutos após a colocação do último implante.

Bactéria isolada	Grupo convencional (n = 29)		Grupo <i>flapless</i> (n = 34)	
	Após 15 min	Após 30 min	Após 15 min	Após 30 min
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	9 (31 %)	0	3 (8,82 %)	1 (2,9 %)
<i>Bifidobacteria</i>	4 (13,8 %)	0	0	0
<i>Corynebacteria</i>	3 (10,3 %)	0	0	0
<i>Streptococcus viridans</i>	1 (3,4 %)	1 (3,4 %)	1 (2,9 %)	0
<i>Streptococcus sanguinis</i>	2 (3,4 %)	0	0	0

No grupo *flapless*, a prevalência de bacteriemia não foi estatisticamente significativa em nenhum dos intervalos de tempo, enquanto que no grupo convencional as diferenças foram extremamente significativas. Com base nesses resultados, pode-se concluir que a cirurgia de implante convencional leva a bacteriemia significativa, especialmente nos primeiros 15 minutos da cirurgia. O método usado no grupo *flapless*, no entanto, não produziu bacteriemia estatisticamente significativa (Arısan, Bölükbaşı, et al., 2013).

No meio bucal humano foram identificadas aproximadamente 700 espécies bacterianas nas quais predomina o grupo viridans. Entre essas bactérias, certos grupos, como estreptococos, estafilococos, enterococos e, especialmente, *Staphylococcus spp.*, (principalmente *S. aureus*) são comumente conhecidos por aderirem a trombos não bacterianos e causarem endocardite

infeciosa. A maioria dessas bactérias são comensais da microbiota gastrointestinal, da pele, da mucosa ou do trato respiratório superior. No presente estudo, a gama de bactérias isoladas foi semelhante à encontrada em estudos anteriores e, possivelmente, como resultado da seleção de voluntários saudáveis, nenhuma consequência adversa foi encontrada (Arısan, Bölükbaşı, et al., 2013).

Neste estudo, a colocação de quatro a oito implantes numa arcada desdentada produziu uma bacteriemia transitória. Em geral, a taxa de esterilidade das amostras obtidas no grupo *flapless* foi maior do que no grupo convencional, o que foi atribuído à realização de uma cirurgia menos invasiva, sem retalho, e em um tempo menor. De acordo com os presentes achados, pode-se concluir que, independentemente da técnica utilizada, a bacteriemia pode ocorrer na colocação de quatro a oito implantes. Entretanto, a probabilidade de bacteriemia para os pacientes operados pela técnica convencional é 3,05 vezes maior do que aqueles operados pela técnica sem retalho. Portanto, a cirurgia de implante *flapless* guiada por computador com guia SLA pode ser benéfica para os pacientes de risco, diminuindo a duração e invasividade da cirurgia (Arısan, Bölükbaşı, et al., 2013).

3.4.2.5 Menor perda de osso marginal

Tallarico e colaboradores (2018) realizaram um estudo clínico randomizado controlado em que compararam implantes colocados através de cirurgia convencional, com implantes colocados através de cirurgia guiada usando abordagem *flapless* ou *mini-flap*. Os dados obtidos neste trabalho são referentes a um período de 5 anos de *follow-up* após a colocação do implante (Tallarico et al., 2018).

Pacientes que necessitavam de pelo menos dois implantes para serem reabilitados com prótese única, com pelo menos 7 mm de altura óssea e 4 mm de largura óssea foram selecionados. Os pacientes foram divididos aleatoriamente em dois grupos: grupo guiado por computador ou grupo convencional à mão livre. Os implantes foram carregados imediatamente com uma prótese provisória, substituída por uma prótese definitiva 4 meses depois (Tallarico et al., 2018).

Os parâmetros avaliados por um avaliador independente foram: falhas de implante e prótese, quaisquer complicações, níveis ósseos marginais, número de sessões de tratamento, duração do tratamento, dor pós-cirúrgica e inchaço, consumo de analgésicos, tempo cirúrgico e protético, tempo necessário para resolver complicações e satisfação do paciente. Os pacientes foram acompanhados por até 5 anos após instalação da prótese (Tallarico et al., 2018).

Com relação à falha e às complicações de implantes, não foram observadas diferenças significativas entre os dois grupos. Além disso, o número de sessões desde o recrutamento do paciente até a entrega da prótese definitiva, número de dias desde a varredura inicial de TCFC até a colocação do implante, consumo de analgésicos, tempos médios cirúrgicos, protéticos e de complicações também não foram estatisticamente diferentes entre os grupos. Também não houve diferença com relação à satisfação com o tratamento, pois todos os pacientes envolvidos no estudo afirmaram satisfação com o tratamento realizado, tanto no aspecto funcional, quanto estético (Tallarico et al., 2018).

Entretanto, foi observada uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação ao desconforto pós-operatório; os pacientes do grupo da cirurgia convencional à mão livre reportaram mais dor e edema. Também foi observada uma diferença significativa entre os grupos com relação à reabsorção de osso marginal, sendo que o grupo de pacientes que realizou a cirurgia guiada *flapless* sofreu menor perda óssea no período de 5 anos de *follow-up*.

Outros trabalhos que incluíram investigação da perda óssea marginal também evidenciam que uma cirurgia sem retalho causou menos reabsorção óssea do que a cirurgia com retalho (Jeong et al., 2011; Laverty et al., 2018; Maier, 2016; Tsoukaki et al., 2013)

3.4.2.6 Satisfação do paciente

Youk et al. realizaram, em 2014, um estudo clínico com o objetivo investigar o grau de dor subjetiva e a satisfação de pacientes submetidos ao tratamento de implantes dentários por meio de cirurgia guiada por computador (Youk et al., 2014).

Neste trabalho, foi realizada uma pesquisa com 135 pacientes, entre 20 e 69 anos, que se submeteram à cirurgia de implante com e sem o uso do modelo guiado por computador durante o período de 2012 e 2013 em hospitais e clínicas que praticavam cirurgia de implante guiada por computador (Youk et al., 2014).

Pacientes que passaram por cirurgia de implante com o modelo guiado por computador preencheram um questionário sobre os motivos para a escolha, a satisfação com a escolha, as preocupações com o custo, se recomendariam a outras pessoas e se fariam novamente no próximo tratamento com implante. No final do questionário, o grau de dor durante a cirurgia de implante e a satisfação foram questionados independentemente do uso do modelo guiado por computador com intuito de comparar os pacientes que foram submetidos a cirurgia de implante com o modelo guiado por computador com os pacientes que não fizeram uso do modelo guiado

(Youk et al., 2014).

Os resultados mostraram que 28% dos pacientes estavam cientes da existência da cirurgia guiada por computador. O número de pessoas que foi operada através desta técnica foi de 27,4 %. Também mostraram que a maioria dos pacientes que tinham conhecimento desta técnica, optaram por ela. As principais razões que levaram estes paciente a optar por essa técnica foram: cirurgia "precisa e segura", seguida por cirurgia "sem retalho" e que ela "possibilitava vários implantes em uma cirurgia". A maioria dos pacientes também informou que recomendaria essa técnica a terceiros.

O grau de satisfação no momento da realização da cirurgia de implante a empregar o modelo guiado por computador está representado na Tabela 3. Quanto à resposta à pergunta se sentiram menos desconforto durante a cirurgia de implante usando o modelo guiado por computador, 19 pacientes (52,8%) responderam 'concordo', que foi a taxa mais alta, seguido por 'concordo totalmente' com 16 pacientes (44,4%). O maior número de pacientes, 22 (61,1%), "concordou" com a questão de estarem relaxados durante a cirurgia de implante guiada por computador, seguido por "concordo totalmente" com 13 pacientes (36,1%). As respostas à pergunta se eles estavam satisfeitos com a cirurgia de implante guiada por computador mostraram que 20 pacientes (55,6%) responderam 'concordo', que foi a taxa mais alta seguida por 'concordo totalmente' com 14 pacientes (38,9%) (Youk et al., 2014).

Tabela 3 Perguntas sobre a satisfação cirurgia guiada por computador com uso de guia de acordo com a pontuação da escala Likert.

Questão	Média (SD)	Discordo fortemente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo fortemente	p - valor
6	4,417 (0,554)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,8)	19 (52,8)	16 (44,4)	0,000*
5	4,333 (0,535)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,8)	22 (61,1)	13 (36,1)	0,000*
7	4,333 (0,586)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (5,6)	20 (55,6)	14 (38,9)	0,001*
1	4,200 (0,473)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,9)	26 (74,3)	8 (22,9)	0,000*
4	4,167 (0,507)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (5,6)	26 (72,2)	8 (22,2)	0,000*
2	4,139 (1,018)	0 (0,0)	3 (8,3)	7 (19,4)	8 (22,2)	18 (50,0)	0,004*
8	3,778 (0,832)	2 (5,6)	1 (2,8)	2 (5,6)	29 (80,6)	2 (5,6)	0,000*
3	3,694 (0,577)	0 (0,0)	0 (0,0)	13 (36,1)	21 (58,3)	2 (5,6)	0,001*

*: Estatisticamente significativo com $P < 0,05$;

6: Foi mais confortável quando fui submetido à cirurgia guiada por computador com guia; 5: Eu estava relaxado durante a cirurgia de implante guiada por computador; 7: A cirurgia de implante usando modelo guiado por computador foi satisfatória; 1: Antes da cirurgia de implante guiada por computador, fiquei satisfeito com a decisão; 4: Após a cirurgia de implante guiada por computador, eu estava menos ansioso; 2: O custo da cirurgia de implante empregando o modelo guiado por computador era mais caro; 8: Na próxima vez, gostaria de me submeter a uma cirurgia de implante guiada por computador novamente; 3: Entendo perfeitamente o processo de cirurgia de implante empregando o modelo guiado por computador.

Entre 37 pacientes que se submeteram à cirurgia de implante guiada por computador, 16 pacientes também tinham experiência anterior de cirurgia de implante tradicional sem a guia e 15 (93,8%) deles revelaram que tinham maior satisfação com a cirurgia guiada por computador do que com a cirurgia tradicional. Através desses resultados, pode-se considerar que a satisfação com a cirurgia de implante realizada com uma guia pode ser maior com a experiência (Youk et al., 2014).

Além disso, as pontuações na escala visual analógica de satisfação com a cirurgia de implante foram 7,66 de pacientes que se submeteram à cirurgia de implante convencional e 8,95 daqueles que receberam cirurgia de implante guiada por computador, indicando que a última gerou maior satisfação (Youk et al., 2014).

3.4.3 Limitações da cirurgia guiada *flapless*

Apesar dos excelentes resultados obtidos com a cirurgia totalmente guiada (*flapless*) algumas limitações têm sido atribuídas ao seu uso. As limitações de abertura da boca, particularmente nas áreas posteriores, podem inviabilizar o uso de guias cirúrgicas estáticas e das brocas cirúrgicas especiais utilizadas neste tipo de procedimento (Gargallo-Albiol et al., 2019).

Apesar de vários trabalhos mostrarem que a cirurgia guiada por computador oferece maior precisão na colocação dos implantes que a cirurgia à mão livre (Gargallo-Albiol et al., 2019), a cirurgia guiada não garante uma colocação precisa do implante (Sicilia et al., 2012).

Ao usar esta técnica, deve-se considerar na direção horizontal uma média erro de 1,2 mm e na vertical e na direção um erro de 0,5 mm. Contudo, o clínico deve estar ciente de que foram relatados desvios de até 6 mm (Sicilia et al., 2012). Fatores de desvio envolvidos foram relacionados às fases de planejamento, de laboratório e cirúrgica (Sigcho López, Garcíá, Da Silva Salomao, & Cruz Laganá, 2019). É claro que a precisão da cirurgia guiada por computador depende do efeito cumulativo e da interação dos erros reunidos ao longo de todo o processo de *workflow*, desde a aquisição da imagem até a execução do procedimento cirúrgico (Marlière, Demétrio, Picinini, Oliveira, & Netto, 2018).

O uso de várias guias durante colocação do implante pode introduzir mais imprecisão em comparação com o uso de apenas uma guia durante toda a intervenção. Além disso, guias suportadas por osso podem oferecer resultados menos precisos do que os modelos suportados por dentes e mucosas (Sicilia et al., 2012).

Os clínicos também precisam de estar cientes de que a cirurgia guiada por computador sem retalho geralmente negligencia a localização ideal da anatomia dos tecidos moles, como espessura, largura e posição do tecido queratinizado (Sicilia et al., 2012).

A cirurgia sem retalho não deve ser usada indiscriminadamente. Quando esta técnica cirúrgica é considerada, é vital garantir que haja mucosa queratinizada suficiente no local do implante, pois estudos demonstraram que a estabilidade e a sobrevida do implante são comprometidas, caso o tecido queratinizado seja pobre. Quando a gengiva queratinizada é pobre, a cirurgia sem retalho pode ser considerada imprudente, pois pode sacrificar o tecido saudável escasso presente. Nesses casos, uma técnica convencional com retalho, que permita a conservação e o reposicionamento da mucosa no lado vestibular do implante, pode ser mais favorável ao sucesso do implante a longo prazo (Amorfini, Migliorati, Drago, & Silvestrini-Biavati, 2017).

Deeb e colaboradores (2018) realizaram um estudo clínico retrospectivo para investigar a frequência com que a cirurgia guiada sem retalho, usando guias cirúrgicas, resultava em menos de 2 mm de tecido queratinizado ao redor do implante. Eles verificaram que tecido queratinizado adequado foi encontrado na maioria dos locais planejados nos implantes maxilares, enquanto a maioria dos locais de implante mandibular posterior tinha tecido queratinizado inadequado. Portanto, a elevação de um retalho para preservar e reposicionar o tecido queratinizado existente ao redor dos implantes deve ser considerada ao planejar o uso de guias cirúrgicas na região posterior de mandíbula. (Deeb et al., 2018).

Arisan et al. (2010) realizaram uma pesquisa clínica que comparou a cirurgia guiada *flapless* (com guia suportada por mucosa), com a cirurgia guiada com retalho (com guia suportada por osso) e a cirurgia convencional à mão livre, notaram que a largura da mucosa queratinizada foi preservada nos dois últimos grupos, porém foi removida quando a cirurgia *flapless* foi realizada (Figura 18) e consideraram que isso pode comprometer as condições de saúde peri-implantar a longo prazo (Arisan et al., 2010).

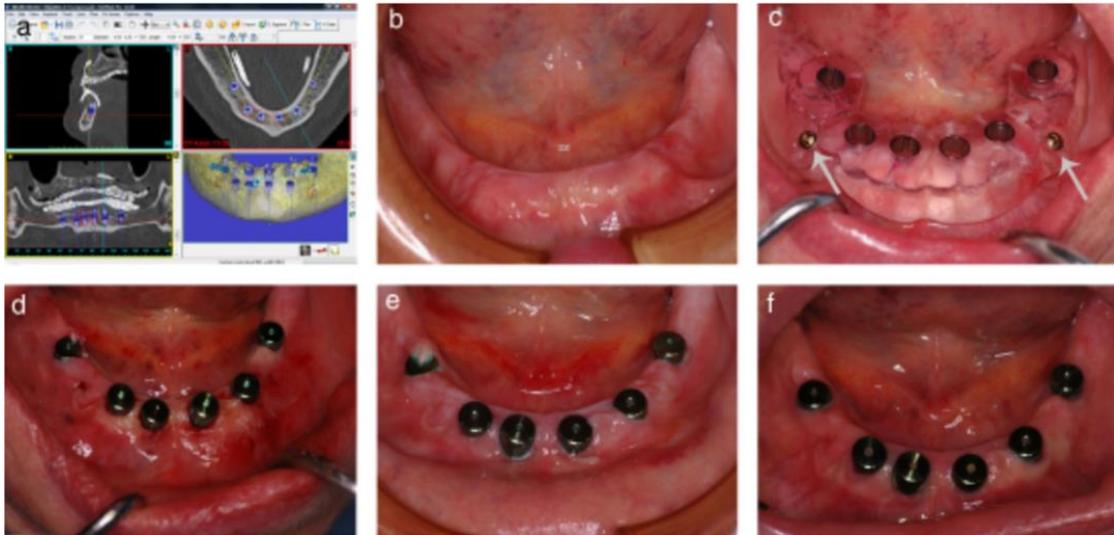


Figura 18 (a) Planeamento de seis implantes em *software*; (b) mandíbula desdentada com uma quantidade suficiente de mucosa queratinizada; (c) guia suportado por mucosa fixada com parafusos para (setas); (d) os implantes foram colocados sem abrir retalho; (e) A visão da cicatrização no terceiro dia mostra a rápida recuperação dos tecidos moles (f) A visão da cicatrização no sétimo dia. Observe a redução na quantidade de mucosa queratinizada, especialmente ao redor dos implantes posteriores (Arisan et al., 2010).

O planeamento que é realizado antes da cirurgia de colocação do implante leva a um tempo de cirurgia reduzido, quando se realiza uma cirurgia guiada por computador (Arisan et al., 2010; Arisan, Bölükbaşı, et al., 2013; Pozzi et al., 2014), porém devemos considerar que para realizar o planeamento pré-cirúrgico (planeamento virtual) é necessário maior investimento de tempo do que para realizar um planeamento cirúrgico convencional (Ravidà et al., 2018).

Várias complicações foram observadas na técnica guiada, tais como: fratura da guia (Figura 19), complicações relacionadas ao acesso e visibilidade (limitados devido à abordagem sem retalho) e falta de ajuste das guias. Portanto, as habilidades e o treino que os médicos dentistas necessitam não devem ser inferiores aos necessários para lidar com a cirurgia de colocação de implantes convencional (Sicilia et al., 2012).



Figura 19 Guia fraturada durante procedimento cirúrgico.

Outra preocupação do uso de uma técnica cirúrgica de implante sem retalho é o acesso cirúrgico mínimo e reduzido para irrigação do leito do implante necessário para arrefecer e impedir a geração de calor no local da cirurgia. Essa geração de calor pode levar ao risco de necrose induzida pelo calor do osso que pode subsequentemente levar à reabsorção óssea e falha do implante; principalmente quando é usado uma guia de perfuração cirúrgica que pode impedir e restringir ainda mais a entrega de irrigante ao local da osteotomia (Lavery et al., 2018).

Vários fatores podem contribuir para a geração de calor durante a preparação do leito do implante que incluem: a presença e a temperatura do irrigante, a quantidade de osso preparado, o *design* e o poder de corte da broca, o tempo de preparação, a profundidade da osteotomia, a pressão na broca, a velocidade da broca e a espessura do osso cortical. Na revisão de literatura relacionada à geração de calor durante a preparação do leito do implante usando uma técnica cirúrgica de implante sem retalho, notou-se que há pouquíssimos estudos a esse respeito (Lavery et al., 2018).

O uso das técnicas guiadas implica um aumento no tempo de planejamento e custos adicionais (Sicilia et al., 2012) relacionados ao investimento para aquisição de *hardware* e *software* de computador adequados e, também, para compra de instrumentos e brocas especiais necessários para executar a técnica (Tatakis et al., 2019). Isso deve ser considerado ao avaliar suas possíveis aplicações e pesquisas avaliando a relação custo / benefício destas técnicas são necessárias (Sicilia et al., 2012). Sistemas guiados por computador foram desenvolvidos para facilitar a colocação do implante nas posições ideais relação à prótese futura. No entanto, o tempo, o custo e a sensibilidade técnica envolvidos na cirurgia guiada por computador impedem

a sua prática rotineira (Ravidà et al., 2018).

Van de Wiele et al. avaliaram a precisão da colocação do implante com cirurgia guiada em mandíbulas edêntulas executada por cirurgiões inexperientes supervisionados por um colega experiente, comparando cirurgias executadas por profissionais experientes; foram utilizadas guias muco-suportadas prototipadas por estereolitografia. Neste estudo clínico, no grupo inexperiente, todos os passos foram executados por cirurgiões inexperientes, incluindo o planejamento pré-cirúrgico que após executado foi revisto por dois colegas experientes. Com base nos resultados, concluíram que a experiência cirúrgica não tem grande influência na precisão da colocação quando todas as etapas necessárias para o procedimento são supervisionadas por médicos 5dentistas experientes (Van de Wiele et al., 2015).

O principal fator de imprecisão que foi encontrado foi o mau posicionamento da guia. Entretanto, estes resultados podem ser decorrentes da supervisão pelos colegas treinados durante cada etapa da cirurgia guiada, ou pelo próprio sistema de orientação inerente à cirurgia guiada; concluem os autores que provavelmente ambos os fatores tiveram um papel significativo (Van de Wiele et al., 2015).

No entanto, alguns trabalhos destacam a experiência cirúrgica como um fator para evitar imprecisão no posicionamento do implante na cirurgia guiada (Arisan, Karabuda, Mumcu, & Özdemir, 2013; Gargallo-Albiol et al., 2019; Lavery et al., 2018), pois são necessárias habilidades de planejamento 3D e qualquer erro no planejamento pré-cirúrgico ou no sistema guiado pode resultar num posicionamento incorreto do implante; principalmente quando uma abordagem totalmente guiada é utilizada, pois as guias determinam o local de perfuração e colocação dos implantes, mas removem a possibilidade de realizar qualquer mudança durante a cirurgia (Gargallo-Albiol et al., 2019).

A conferência de consenso da EAO (2012) lançou o aviso de que a crença de que é necessário menos treino para realizar o tratamento com colocação de implantes guiada por computador está longe de ser exata. A habilidade e a experiência cirúrgica necessárias para a realização da cirurgia guiada é superior a da convencional (Sicilia et al., 2012). Portanto, não é sensato ver o planejamento de implante auxiliado por computador como uma ferramenta para compensar a falta de experiência clínica (Happe, Fehmer, Herklotz, Nickenig, & Sailer, 2018).

4. Conclusões

Vários trabalhos destacam a precisão como sendo uma das principais vantagens da cirurgia guiada, que é considerada a mais precisa entre as cirurgias de implantes pela maioria dos trabalhos pesquisados na presente revisão de literatura. Devido a sua precisão é possível posicionar múltiplos implantes garantindo maior paralelismo entre os implantes, possibilitando melhores resultados estéticos e funcionais; isto torna-se particularmente útil na reabilitação de pacientes totalmente edêntulos ou de regiões com alta exigência por estética.

Apesar disso, um dos artigos mostra que cirurgia guiada por computador necessita ser mais divulgada para os pacientes pelos profissionais. Mostrou também que entre as principais razões de um paciente procurar esse tipo de cirurgia é a possibilidade de realizar uma cirurgia *flapless*. Apesar deste trabalho não ter investigado especificamente a cirurgia guiada sem retalho, a motivação de escolha do paciente por uma cirurgia *flapless* foi um dado interessante para ser acrescentado na presente revisão de literatura.

Considerando as vantagens e limitações discutidas na presente revisão de literatura a respeito da cirurgia guiada sem retalho, concluímos que as vantagens prevalecem, pois entregam ao tratamento maior precisão no posicionamento do implante, menor risco de causar danos às estruturas anatómicas, menor desconforto pós-operatório do paciente, menor tempo de cirurgia, menor perda óssea em redor do implante, menor ansiedade do paciente (por tratar-se de uma cirurgia menos invasiva), menor risco de bacteriemia e com maior satisfação do paciente.

Com relação às limitações gostaríamos de enfatizar algumas: a dificuldade de irrigação durante a cirurgia e a impossibilidade de realizar simultaneamente regularização do rebordo ou técnicas de aumento ósseo, redução de tecido queratinizado ao redor do implante, o custo da técnica e a experiência do profissional.

A produção excessiva de calor durante a colocação do implante é uma preocupação, pois pode aumentar o risco de falha do implante em decorrência de reabsorção óssea. Na cirurgia totalmente guiada sem retalho existe uma dificuldade de irrigação do leito do implante durante a cirurgia devido à presença da guia cirúrgica. No entanto acreditamos que mais pesquisas são necessárias para elucidar este assunto.

A impossibilidade de realizar simultaneamente a regularização do rebordo e/ou técnicas de aumento ósseo, constituem uma limitação da técnica sem retalho. A presença de pouca

quantidade de tecido queratinizado no local planejado para a colocação do implante é outro fator que pode levar à indicação de uma técnica com retalho aberto.

Relativamente ao custo da técnica atualmente ainda pode ser uma preocupação para médicos dentistas e para pacientes, no entanto, a exemplo do que ocorre com muitas tecnologias utilizadas em diferentes áreas, existe a tendência de mercado para redução do preço em virtude do aumento de oferta.

Alguns autores recomendam que o médico dentista seja um profissional experiente para executar a cirurgia guiada, principalmente a totalmente guiada (*flapless*), devido à maior complexidade no planejamento deste tipo de cirurgia, que envolve domínio de certas tecnologias, interpretação correta de exames de imagem em 3D, e a capacidade de executar uma cirurgia sem visualização do campo operatório para evitar que erros cumulativos possam comprometer o posicionamento ideal do implante. Entretanto, a experiência também é um requisito importante na cirurgia não guiada; quanto mais experiente o cirurgião, maior será a possibilidade de sucesso do procedimento. Finalmente, acreditamos que a familiarização com o tema cirurgia guiada por computador contribui para que futuros médicos dentistas desenvolvam esta competência e este foi um dos objetivos deste trabalho.

5. Bibliografia

- Al Yafi, F., Camenisch, B., & Al-Sabbagh, M. (2019). Is Digital Guided Implant Surgery Accurate and Reliable? *Dental Clinics of North America*, 63(3), 381–397. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2019.02.006>
- Amorfini, L., Migliorati, M., Drago, S., & Silvestrini-Biavati, A. (2017). Immediately Loaded Implants in Rehabilitation of the Maxilla: A Two-Year Randomized Clinical Trial of Guided Surgery versus Standard Procedure. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 19(2), 280–295. <https://doi.org/10.1111/cid.12459>
- Arisan, V., Karabuda, C. Z., & Özdemir, T. (2010). Implant surgery using bone- and mucosa-supported stereolithographic guides in totally edentulous jaws: Surgical and post-operative outcomes of computer-aided vs. standard techniques. *Clinical Oral Implants Research*, 21(9), 980–988. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2010.01957.x>
- Arısan, V., Bölükbaşı, N., & Öksüz, L. (2013). Computer-assisted flapless implant placement reduces the incidence of surgery-related bacteremia. *Clinical Oral Investigations*, 17(9), 1985–1993. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0886-y>
- Arısan, V., Karabuda, C. Z., Mumcu, E., & Özdemir, T. (2013). Implant Positioning Errors in Freehand and Computer-Aided Placement Methods: A Single-Blind Clinical Comparative Study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 28(1), 190–204. <https://doi.org/10.11607/jomi.2691>
- Azari, A., & Nikzad, S. (2008). Computer-assisted implantology: historical background and potential outcomes – a review Abbas. *International Journal*, (March), 95–104. <https://doi.org/10.1002/rcs.188>
- Block, M., Emery, R., Lank, K., & Ryan, J. (2017). Implant Placement Accuracy Using Dynamic Navigation. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 32(1), 92–99. <https://doi.org/10.11607/jomi.5004>
- Block, M. S., & Emery, R. W. (2016). Static or Dynamic Navigation for Implant Placement - Choosing the Method of Guidance. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 74(2), 269–277. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2015.09.022>
- Bornstein, M. M., Horner, K., & Jacobs, R. (2017). Use of cone beam computed tomography in implant dentistry: current concepts, indications and limitations for clinical practice and research. *Periodontology 2000*, 73(1), 51–72. <https://doi.org/10.1111/prd.12161>
- Boulanger, A. (2005). Open-source versus proprietary software: Is one more reliable and secure than the other? *IBM Systems Journal*, 44(2), 239–248. <https://doi.org/10.1147/sj.442.0239>
- Cullum, D. R., & Deporter, D. (Eds.). (2016). *Minimally Invasive Dental Implant Surgery*. Singapore.
- D'haese, J., Ackhurst, J., Wismeijer, D., De Bruyn, H., & Tahmaseb, A. (2017). Current state of the art of computer-guided implant surgery. *Periodontology 2000*, 73(1), 121–133. <https://doi.org/10.1111/prd.12175>
- De Almeida, E. O., Pellizzer, E. P., Goiatto, M. C., Margonar, R., Rocha, E. P., Freitas, A. C., & Anchieta, R. B. (2010). Computer-guided surgery in implantology: Review of basic

- concepts. *Journal of Craniofacial Surgery*, 21(6), 1917–1921. <https://doi.org/10.1097/SCS.0b013e3181f4b1a0>
- Deeb, J. G., Bencharit, S., Loschiavo, C. A., Yeung, M., Laskin, D., & Deeb, G. R. (2018). Do Implant Surgical Guides Allow an Adequate Zone of Keratinized Tissue for Flapless Surgery? *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 76(12), 2540–2550. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2018.07.006>
- Gargallo-Albiol, J., Barootchi, S., Salomó-Coll, O., & Wang, H. lay. (2019). Advantages and disadvantages of implant navigation surgery. A systematic review. *Annals of Anatomy*, 225, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2019.04.005>
- Happe, A., Fehmer, V., Herklotz, I., Nickenig, H.-J., & Sailer, I. (2018). Possibilities and limitations of computer-assisted implant planning and guided surgery in the anterior region. *International Journal of Computerized Dentistry*, 21(2), 147–162. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29967906>
- Jeong, S. M., Choi, B. H., Kim, J., Xuan, F., Lee, D. H., Mo, D. Y., & Lee, C. U. (2011). A 1-year prospective clinical study of soft tissue conditions and marginal bone changes around dental implants after flapless implant surgery. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 111(1), 41–46. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2010.03.037>
- Joda, T., & Gallucci, G. O. (2015). The virtual patient in dental medicine. *Clinical Oral Implants Research*, 26(6), 725–726. <https://doi.org/10.1111/clr.12379>
- Laverty, D. P., Buglass, J., & Patel, A. (2018). Flapless dental implant surgery and use of cone beam computer tomography guided surgery. *British Dental Journal*, 224(8), 1–12. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2018.268>
- Loubele, M., Bogaerts, R., Van Dijck, E., Pauwels, R., Vanheusden, S., Suetens, P., ... Jacobs, R. (2009). Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. *European Journal of Radiology*, 71(3), 461–468. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2008.06.002>
- Maier, F.-M. (2016). Initial Crestal Bone Loss Af ter Implant Placement with Flapped or Flapless Surgery—A Prospective Cohort Study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 31(4), 876–883. <https://doi.org/10.11607/jomi.4283>
- Marlière, D. A. A., Demétrio, M. S., Picinini, L. S., Oliveira, R. G. De, & Netto, H. D. D. M. C. (2018). Accuracy of computer-guided surgery for dental implant placement in fully edentulous patients: A systematic review. *European Journal of Dentistry*, 12, 153–160. https://doi.org/10.4103/ejd.ejd_249_17
- Orentlicher, G., Horowitz, A., & Kobren, L. (2019). Computer-Guided Dental Implant Treatment of Complete Arch Restoration of Edentulous and Terminal Dentition Patients. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 31(3), 399–426. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2019.03.004>
- Pozzi, A., Tallarico, M., Marchetti, M., Scarfò, B., & Esposito, M. (2014). Computer-guided versus free-hand placement of immediately loaded dental implants: 1-year post-loading results of a multicentre randomised controlled trial. *European Journal of Oral Implantology*, 7(3), 229–242.

- Ravidà, A., Barootchi, S., Tattan, M., Saleh, M. H. A., Gargallo-Albiol, J., & Wang, H. L. (2018). Clinical outcomes and cost effectiveness of computer-guided versus conventional implant-retained hybrid prostheses: A long-term retrospective analysis of treatment protocols. *Journal of Periodontology*, *89*(9), 1015–1024. <https://doi.org/10.1002/JPER.18-0015>
- Ribeiro-Rotta, R. F., de Oliveira, R. C. G., Dias, D. R., Lindh, C., & Leles, C. R. (2014). Bone tissue microarchitectural characteristics at dental implant sites part 2: Correlation with bone classification and primary stability. *Clinical Oral Implants Research*, *25*(2), 47–53. <https://doi.org/10.1111/clr.12046>
- Rosenfeld, A. L., Mandelaris, G. A., & Tardieu, P. B. (2006). Prosthetically directed implant placement using computer software to ensure precise placement and predictable prosthetic outcomes. Part 1: diagnostics, imaging, and collaborative accountability. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, *26*(3), 215–221. <https://doi.org/10.11607/prd.00.0692>
- Sgrott, E. A., & Moreira, R. S. (2013). *Anatomia aplicada à implantodontia* (2. ed.). São Paulo: Santos.
- Sicilia, A., Botticelli, D., Cordaro, L., De Bruyn, H., Derks, J., Hultin, M., ... Wismeijer, D. (2012). Computer-guided implant therapy and soft- and hard-tissue aspects. The Third EAO Consensus Conference 2012. *Clinical Oral Implants Research*, *23*(SUPPL.6), 157–161. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02553.x>
- Sigcho López, D. A., Garcíá, I., Da Silva Salomao, G., & Cruz Laganá, D. (2019). Potential Deviation Factors Affecting Stereolithographic Surgical Guides: A Systematic Review. *Implant Dentistry*, *28*(1), 68–73. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000853>
- Tahmaseb, A., Wismeijer, D., Coucke, W., & Derksen, W. (2014). Computer Technology Applications in Surgical Implant Dentistry: A Systematic Review. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, *29*(Supplement), 25–42. <https://doi.org/10.11607/jomi.2014suppl.g1.2>
- Tahmaseb, A., Wu, V., Wismeijer, D., Coucke, W., & Evans, C. (2018). The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*, *29*(December 2017), 416–435. <https://doi.org/10.1111/clr.13346>
- Tallarico, M., Esposito, M., Xhanari, E., Caneva, M., & Meloni, S. M. (2018). Computer-guided vs freehand placement of immediately loaded dental implants: 5-year postloading results of a randomised controlled trial. *European Journal of Oral Implantology*, *11*(2), 203–213.
- Tatakis, D. N., Chien, H. H., & Parashis, A. O. (2019). Guided implant surgery risks and their prevention. *Periodontology 2000*, *81*(1), 194–208. <https://doi.org/10.1111/prd.12292>
- Tsoukaki, M., Kalpidis, C. D. R., Sakellari, D., Tsalikis, L., Mikrogiorgis, G., & Konstantinidis, A. (2013). Clinical, radiographic, microbiological, and immunological outcomes of flapped vs. flapless dental implants: A prospective randomized controlled clinical trial. *Clinical Oral Implants Research*, *24*(9), 969–976. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2012.02503.x>
- Van de Wiele, G., Teughels, W., Vercruyssen, M., Coucke, W., Temmerman, A., & Quirynen,

- M. (2015). The accuracy of guided surgery via mucosa-supported stereolithographic surgical templates in the hands of surgeons with little experience. *Clinical Oral Implants Research*, 26(12), 1489–1494. <https://doi.org/10.1111/clr.12494>
- Vercruyssen, M., De Laat, A., Coucke, W., & Quirynen, M. (2014). An RCT comparing patient-centred outcome variables of guided surgery (bone or mucosa supported) with conventional implant placement. *Journal of Clinical Periodontology*, 41(7), 724–732. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12257>
- Vercruyssen, M., Fortin, T., Widmann, G., Jacobs, R., & Quirynen, M. (2014). Different techniques of static/dynamic guided implant surgery: Modalities and indications. *Periodontology 2000*, 66(1), 214–227. <https://doi.org/10.1111/prd.12056>
- Yadav, M. K., Verma, U. P., Parikh, H., & Dixit, M. (2018). Minimally invasive transgingival implant therapy: A literature review. *National Journal of Maxillofacial Surgery*, 9(2), 117–122. https://doi.org/10.4103/njms.NJMS_52_17
- Youk, S. Y., Lee, J. H., Park, J. M., Heo, S. J., Roh, H. K., Park, E. J., & Shin, I. H. (2014). A survey of the satisfaction of patients who have undergone implant surgery with and without employing a computer-guided implant surgical template. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 6(5), 395–405. <https://doi.org/10.4047/jap.2014.6.5.395>
- Younes, F., Cosyn, J., De Bruyckere, T., Cleymaet, R., Bouckaert, E., & Eghbali, A. (2018). A randomized controlled study on the accuracy of free-handed, pilot-drill guided and fully guided implant surgery in partially edentulous patients. *Journal of Clinical Periodontology*, 45(6), 721–732. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12897>
- Zhou, W., Liu, Z., Song, L., Kuo, C. ling, & Shafer, D. M. (2018). Clinical Factors Affecting the Accuracy of Guided Implant Surgery—A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 18(1), 28–40. <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2017.07.007>