



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA



THAIS SOARES VIEIRA

EFICÁCIA DE UM NOVO SISTEMA DE CIRURGIA GUIADA PARA A
TÉCNICA *ALL ON FOUR* EM MAXILA. ESTUDO *IN VITRO*

UBERLÂNDIA

2024

THAIS SOARES VIEIRA

**EFICÁCIA DE UM NOVO SISTEMA DE CIRURGIA GUIADA PARA A
TÉCNICA *ALL ON FOUR* EM MAXILA. ESTUDO *IN VITRO***

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de
Odontologia da UFU, como requisito
parcial para obtenção do título de
Graduado em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme José
Pimentel Lopes de Oliveira

Co-orientador: Msc. Mariana da
Silva Bonatto

UBERLÂNDIA

2024

SUMÁRIO

Resumo	3
Abstract	4
Introdução	5
Material e métodos	8
Resultados.....	14
Discussão.....	15
Conclusão	19
Referências	20

Resumo

O objetivo deste estudo foi de avaliar a eficácia de um novo sistema de cirurgia guiada para a técnica *all on four* em maxila. Para isso, foi utilizado 5 unidades de manequins de maxila edêntula, com tecido mole e seios maxilares. Os manequins foram inicialmente submetidos a tomografia computadorizada de feixe cônico e escaneamento digital para obtenção dos arquivos utilizados para o planejamento cirúrgico de instalação de quatro implantes através da técnica *all on four*. Após o planejamento cirúrgico virtual, foi confeccionado um guia para instalação dos implantes nas cirurgias dos modelos. Os manequins foram então submetidos a instalação dos implantes através da cirurgia guiada, e posteriormente foram realizados tomografia e escaneamento digital finais. A análise da eficácia do sistema de cirurgia guiada foi avaliada através da comparação da posição espacial dos implantes no planejamento cirúrgico inicial com a posição final após procedimento. Esta análise foi realizada por meio da sobreposição da tomografia e escaneamento do planejamento cirúrgico na tomografia e escaneamento final e, posteriormente, foram realizadas mensurações dos desvios do posicionamento dos mesmos. Foi verificado que não houveram diferenças entre as regiões dos implantes na avaliação de MexSB ($p=0.521$), MexFr ($p=0.100$), e SBxFr ($p=0.884$). Não houveram diferenças entre os parâmetros de MexFr, SBxFr e MexSB nas diferentes regiões de análises. O estudo demonstrou que o sistema de cirurgia guiada testado foi eficaz em reproduzir o planejamento cirúrgico para a técnica *all on four* em maxila edêntula com precisão *in vitro*.

Palavras chaves: implantes dentários; maxila edêntula; cirurgia guiada por imagem.

Abstract

The objective of this study is to evaluate the effectiveness of a new guided surgery system for the all-on-Four technique in the maxilla. For this purpose, 5 units of edentulous maxilla mannequins with soft tissue and maxillary sinuses were used. The mannequins were initially subjected to cone beam computed tomography and digital scanning to obtain the files used for surgical planning of the installation of four implants through the All-on-Four technique. After virtual surgical planning, a guide was created for the installation of the implants in the mannequin surgeries. The mannequins were then subjected to implant installation through guided surgery, followed by final tomography and digital scanning. The effectiveness of the guided surgery system was evaluated by comparing the spatial position of the implants in the initial surgical planning with the final position after the procedure. This analysis was performed by overlapping the tomography and scan from the surgical planning with the final tomography and scan, and measurements of the positional deviations were subsequently taken. It was found that there were no differences between the regions of the implants in the evaluation of MexSB ($p = 0.521$), MexFr ($p = 0.100$), and SBxFr ($p = 0.884$). There were no differences between the parameters of MexFr, SBxFr, and MexSB in the different analysis regions. The study demonstrated that the tested guided surgery system was effective in accurately reproducing the surgical planning for the all-on-four technique in an edentulous maxilla in vitro.

Keywords: dental implants; edentulous maxila; image-guided surgery.

Introdução

A perda dentária é um problema de saúde pública considerado grave pelos dados epidemiológicos do Brasil em 2002- 2003 e gera impactos negativos funcionais e estéticos na vida das pessoas, o que torna importante a atenção na necessidade de reabilitar esses indivíduos (Probst *et al.*, 2019; Felix *et al.*, 2023). Entre as diversas opções de reabilitação, a prótese implanto-suportada tem merecido destaque. A prótese implanto-suportada do tipo protocolo foi criada por Branemark na década de 60, e se tratava de uma prótese total fixada por parafusos sobre seis a oito implantes em maxila e de 4 a 6 implantes em mandíbula, de forma paralela uns aos outros e em que era aguardado de 4 a 6 meses para o carregamento desses implantes (Castilho, 2012).

Com os avanços tecnológicos na macroestrutura e microestrutura dos implantes dentários, os protocolos de espera para carregamentos dos implantes, bem como a quantidade de implantes necessários para suportar uma prótese fixa total foi modificado substancialmente (Morelli, 2019; Piovesana, 2015). Porém, mesmo com esses avanços, a instalação de implantes ainda apresenta limitações referentes ao problema de perda óssea comumente encontrada em pacientes edêntulos. Pacientes portadores de atrofia do rebordo alveolar podem necessitar de cirurgias de enxertia para aumentar a disponibilidade de tecido ósseo na área que será implantado implante dentário, no qual resulta em aumento do tempo, custo e morbidade da reabilitação (Albuquerque *et al.*, 2011; Zhao *et al.*, 2021). Essa dificuldade é ainda maior na maxila, visto que esse osso necessita de maiores quantidades de material de enxertia devido a presença do seio maxilar em sua região posterior e a maior grau de reabsorção que esse osso enfrenta na sua região anterior em relação a mandíbula (Alshamrani *et al.*, 2023).

Com o avanço da implantodontia foi-se aprimorando as técnicas de reabilitação com implantes em maxila atrófica, sendo uma delas a técnica *all on four*. Neste método são fixados 2 implantes anteriores orientados axialmente e dois implantes posteriores com inclinações estratégicas de forma a contornar o seio maxilar e não ser necessário a cirurgia de levantamento de seio e de enxertia óssea no paciente (Bhering, 2016). Estudos mostram que a técnica *all on four* apresenta resultados positivos a longo prazo, já que os implantes posteriores, por contornarem estruturas vitais, podem ser mais longos e, consequentemente, o cantiléver posterior e a tensão sobre os implantes serão menores (Rao *et al.*, 2023; Paes, 2024; Freitas *et al.*, 2020). Essas inclinações só são possíveis pelo

desenvolvimento de diferentes tipos de componentes protéticos que permite que o implante seja colocado em diferentes angulações sem que tenha prejuízos estéticos e funcionais ao paciente (Barcelos, 2023).

O fluxo digital representa uma outra evolução no tratamento odontológico que permite a execução de reabilitações com implantes dentários com maior precisão e facilidade de execução (Matos *et al.*, 2024). O planejamento cirúrgico possui uma grande importância para reabilitações com implantes, pois por meio dele é possível traçar uma estratégia prévia e definir qual será o implante a ser utilizado, sua posição, qual tipo de prótese, quais as limitações anatômicas de cada paciente e obter resultados mais fiéis ao que foi planejado (Flügge *et al.*, 2022). Este planejamento inclui a utilização da tomografia computadorizada e/ou escaneamento digital para realizar todas as mensurações ósseas e de tecido moles necessárias (Elgarba *et al.*, 2024). Além disso, por meio de um *software*, é possível confeccionar um guia cirúrgico com todas as informações obtidas no planejamento e tornar a instalação dos implantes mais precisa e com menor chance de intercorrências (Rodrigues *et al.*, 2024).

Apesar dos sistemas de cirurgia guiada terem resultados aceitáveis em relação à precisão cirúrgica após instalação dos implantes, estudos ainda demonstram que ocorrem falhas nessa precisão (Marques-Guasch *et al.*, 2023). Um estudo que envolveu a instalação de sessenta e dois implantes colocados em arcos edêntulos com guias cirúrgicos em 14 pacientes, quando comparados aos implantes planejados, os implantes instalados apresentaram medidas lineares médias e de desvio padrão nas porções cervical, média e apical do implante de 2,17 ($\pm$ 0,87), 2,32 ($\pm$ 1,52) e 2,86 ($\pm$ 2,17) mm, para a maxila, e 1,42 ($\pm$ 0,76), 1,42 ($\pm$ 0,76) e 1,42 ($\pm$ 0,76) mm, para a mandíbula, respectivamente. Os desvios angulares foram de 1,93 ($\pm$ 0,17) e 1,85 ($\pm$ 0,75) graus para a maxila e mandíbula, respectivamente (Francischone *et al.* 2013). Os resultados de uma revisão sistemática mostraram que o desvio global apical médio da cirurgia guiada utilizando guia cirúrgico estereolitográfico apoiado na mucosa foi de 0,67 (0,34) mm a 2,19 (0,83) mm, o desvio global coronal médio foi de 0,6 (0,25) mm a 1,68 (0,25) mm e o desvio angular médio foi de 2,6° (1,61°) a 4,67° (2,68°) (Van De Wiele *et al.*, 2015). Outros dois estudos que também analisaram a precisão da cirurgia guiada mostraram resultados de desvio coronal de 1,0mm e apical de 1,3mm (Smitkarn *et al.*, 2019) e o outro obteve desvio coronal de 0,97mm e apical de 1,28mm (Kaewsiri *et al.*; 2019).

Novos sistemas de cirurgia guiada precisam ser testados para avaliar se a incorporação de novos *softwares*, escâneres e aparelhos tomográficos irão sistematicamente reduzir os desvios de planejamento. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia de um novo sistema de cirurgia guiada para a técnica *all on four* em maxila edêntula, buscando encontrar resultados melhores em relação a precisão da instalação de implantes quando comparado o planejamento cirúrgico virtual e após a realização da cirurgia.

Material e métodos

Delineamento do estudo

Esse estudo *in vitro* laboratorial avaliou a eficácia de um novo sistema de cirurgia guiada para a técnica *all on four* em maxila.

Planejamento digital

Foi utilizada uma amostra de 5 manequins de maxila edêntula, com tecido mole, seio maxilar e que são passíveis de tomografia do modelo U-008A (BoneModelsTM®) (FIGURA 1). Para realizar este estudo, inicialmente foi confeccionado uma prótese para todos os manequins seguindo as etapas de moldagem e vazamento do gesso, base de acrílico, confecção do plano de cera, prova dos dentes e acrilização. (FIGURA 2).

Figura 1: manequim de maxila edêntula, com tecido mole, seio maxilar e que são passíveis de tomografia do modelo U-008A (BoneModelsTM®). Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

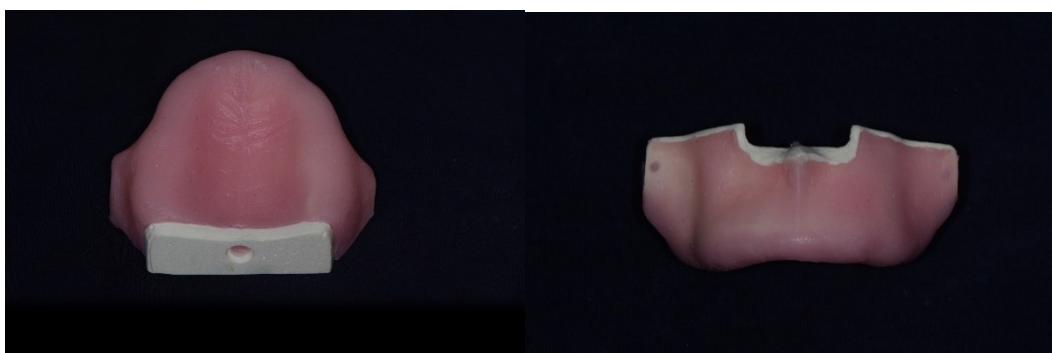


Figura 2: Confeção da prótese do manequim, imagem tirada na etapa da prova dos dentes. Fonte: Elaborado pelo autor (2024).



Para possibilitar o planejamento da cirurgia guiada digital, foi necessário a sobreposição do escaneamento executado no manequim, de imagem tomográfica do manequim e da prótese. A partir disso, foram realizadas marcações distribuídas em 3 a 5 pontos pela prótese já acrilizada, utilizando resina *flow*, para que fosse possível ter pontos de referência para o alinhamento do escaneamento e tomografia digital (FIGURA 3).

Figura 3: Imagem ilustrativa das marcações realizada com resina *flow* para que fosse possível ter pontos de referência para o alinhamento do escaneamento e tomografia digital. (a imagem indica 3 materiais distintos que podem ser usados para realizar essas marcações). Fonte: Meu planning center, Rio de Janeiro,



Duas tomadas tomográficas foram realizadas, a inicial com o manequim com a prótese (FOV 80 x 50mm, e exposição de 100 kV e 8 mA, MORITA) e a segunda tomada tomográfica apenas da prótese (FOV 80 x 50mm, e exposição de 95 kV e 6 mA), e foi realizado escaneamento digital intraoral inicial (Medit Scanner Intraoral I600, Seoul, República da Coreia) em um manequim para que fosse possível realizar o planejamento cirúrgico. Após a tomografia e o escaneamento digital concluídos, essas imagens obtidas foram exportadas em DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) juntamente com o STL (Standard Triangulation Language) do escaneamento intraoral para o *planning center* (Meu planning center, Rio de Janeiro- RJ, Brasil) para o planejamento cirúrgico virtual.

Por fim, foi utilizado o *software 3shape* (Copenhage, Dinamarca) para realizar o planejamento digital a partir da sobreposição das imagens da tomografia e escaneamento digital, onde foi estabelecido o tamanho dos implantes que foram inseridos na posição dos elementos dentários 14, 12, 22 e 24. Foram utilizados implantes com 13mm de comprimento, 3.8mm de diâmetro e 11,5° de angulação interna (Epikut CM, SIN Sistemas

de Implantes, São Paulo, Brasil). Após a coleta dessas informações, foi possível confeccionar o guia cirúrgico em impressão 3D para a instalação dos implantes (FIGURA 4).

Figura 4: Guia cirúrgico confeccionado para realizar a cirurgia nos manequins. Fonte: Elaborado pelo autor (2024).



Procedimento experimental

Antes da cirurgia nos manequins, foi realizado o escaneamento com o guia em posição para analisar a adaptação do guia em relação ao planejamento executado. Para realizar o escaneamento, foi aplicado um opacificador no guia com o objetivo de reduzir o brilho da superfície e ajudar na captura da imagem (FIGURA 5). Posteriormente, a cirurgia de instalação dos implantes nos manequins foi por meio do sistema Epikut® (SIN Sistemas de Implantes, São Paulo, Brasil) e o protocolo seguiu com a fixação do guia na maxila utilizando um fixador em 4 pontos (3 vestibulares e uma na palatina) para obter melhor precisão no momento da cirurgia (FIGURA 6), uso de extrator de mucosa, primeira fresa para furo da cortical com chave guia no diâmetro 2.0, segunda fresa com chave guia no diâmetro 2.7, terceira fresa com chave guia no diâmetro 3.0, quarta fresa com chave guia no diâmetro 3.3, quinta fresa com chave guia no diâmetro 3.6 (FIGURA 7), com posterior escaneamento com a última fresa em posição para comparar a posição do implante instalado em relação ao implante planejado. Por fim, o implante foi instalado e foi executado um escaneamento com *scan body* (*scan body unitite prime cm®*, SIN Sistemas de Implantes, São Paulo, Brasil) para avaliar se houve algum desvio durante a inserção dos implantes.

Figura 5: Guia cirúrgico tratado com opacificador para realizar o escaneamento. Fonte: Elaborado pelo autor (2024).



Figura 6: Fixação do guia no manequim A) Fixação do ponto anterior do guia no manequim. B) Fixação do ponto palatino do guia no manequim. C) Fixação do segundo ponto anterior do guia no manequim. D) manequim fixado nos três pontos anteriores e um ponto palatino. Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

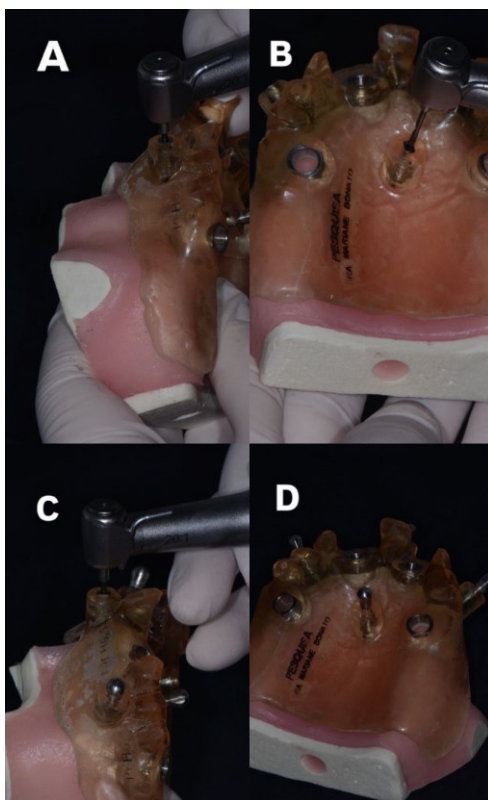
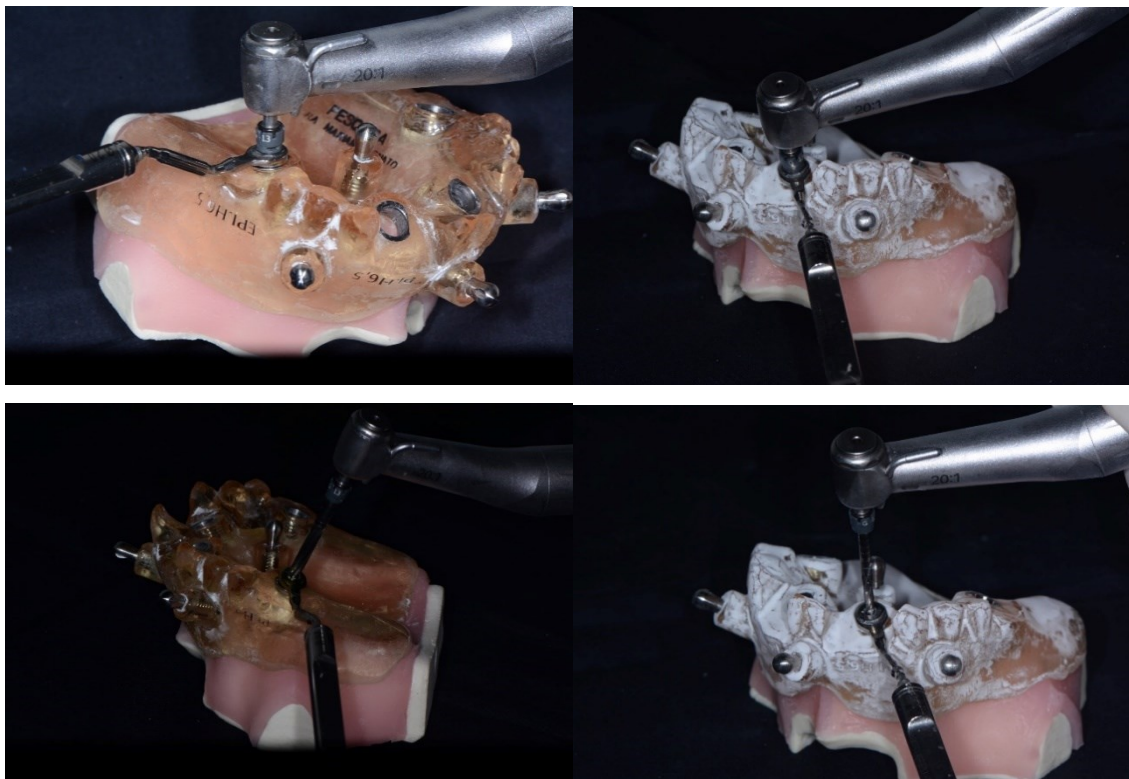


Figura 7: Procedimento de cirurgia guiada no manequim Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

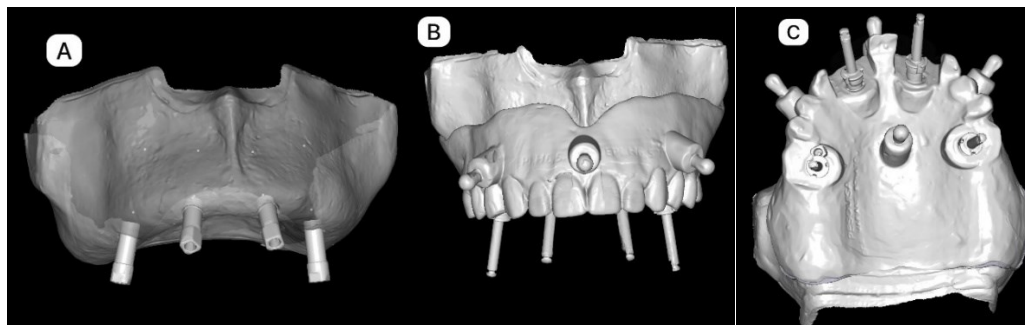


Análise da acurácia

Foi utilizado o *software* Medit para converter o arquivo dcm do planejamento digital em STL. Posteriormente todos os STLs foram exportados para um *software* de alinhamento (Exocad) e foram alinhados os escaneamentos para a posição dos arquivos de planejamento. Em seguida foi alinhado os STLs das fresas e *scanbodies*, que foram previamente preparados, seguindo a metodologia específica (Meneghetti *et al.*, 2023) (FIGURA 8). Por fim, os arquivos foram preparados no *software* Blender (Blender Foundation, Amsterdã, Países Baixos), onde os desvios lineares foram obtidos com a ferramenta *MeasureIt*.

Figura 8: Processo de alinhamento dos STLs. A) Alinhamento da maxila com o escaneamento do *scanbody* em posição. B) Alinhamento da prótese com o guia cirúrgico e a última fresa em posição. C) Sobreposição de todos os STLs (*scanbody*, última fresa e planejamento).

Elaborado pelo autor (2024).



A análise dos desvios de posição foi realizada em três pontos, sendo o ponto 01 referente à altura da coroa protética do implante; o ponto 02 referente ao ponto coronal do implante e o ponto 03 referente ao ponto apical do implante. Foi avaliado o desvio linear do planejamento digital com a posição do *scanbody* (MexSB), do planejamento digital com a posição da última fresa (MexFR) e da posição do *scanbody* com a última fresa (SBxFR).

Análise estatística

O *software* IBM SPSS 27 (IBM Corp. Released 2020. IBM SPSS *Statistics for Windows, Version 27.0*. Armonk, NY: IBM Corp) foi utilizado para a execução das análises estatísticas deste estudo. Os dados das variáveis quantitativas apresentaram normalidade em sua distribuição tal como identificado por meio do teste de normalidade de Shapiro-Wilk. A acuraria das diferentes fases do procedimento de fresagem e instalação de implantes foi comparada com o posicionamento planejado por meio do teste de anova para amostra repetidas complementado pelo teste de Tukey. Todos os testes foram aplicados ao nível de significância de 5%.

Resultados

Foi verificado que não houveram diferenças entre as regiões dos implantes na avaliação de MexSB ($p=0.521$), MexFr ($p=0.100$), e SBxFr ($p=0.884$). Não houveram diferenças entre os parâmetros de MexFr, SBxFr e MexSB nas diferentes regiões de análises. Os dados de média e desvio padrão do desvio em diferentes implantes em diferentes fases do preparo para instalação dos implantes nos manequins estão expostos na tabela 1.

Tabela1: Dados de média e desvio padrão do desvio em diferentes implantes em diferentes fases do preparo para instalação dos implantes nos manequins.

Região do implante / Análise	MeXSB	MeXFr	SBxFR
Ponto 01	0.85 ± 0.66	0.80 ± 0.37	0.83 ± 0.69
Ponto 02	0.81 ± 0.50	0.77 ± 0.38	0.80 ± 0.53
Ponto 03	0.99 ± 0.89	1.03 ± 0.99	0.88 ± 0.85

Discussão

O presente estudo avaliou a eficácia de um novo sistema de cirurgia guiada para a técnica *all on four* em maxila edêntula, onde se teve como resultado que os desvios apresentados ao comparar o planejamento virtual com o resultado pós instalação dos implantes não foram estatisticamente significantes. As diferenças encontradas na precisão do sistema de cirurgia guiada foram semelhantes aos outros sistemas avaliados previamente, uma vez que os valores de desvio do sistema avaliado no presente estudo são semelhantes ou pouco menores que os desvios existentes na literatura (Tabela 2).

Tabela 2: quadro comparativo dos sistemas de cirurgia guiada existentes na literatura versus sistema estudado nesse artigo

Artigo	Desvio artigo	Sistema de cirurgia guiada utilizado neste estudo
Francischone <i>et al.</i> (2013)	Cervical: 0,87 Média: 1,52 Apical: 2,17	Cervical: 0.80 Média: 0.77 Apical: 1.03
Van de Wiele <i>et al.</i> (2015)	Média: 0,6 a 1,68 Apical: 0,67 a 2,19	Média: 0.77 Apical: 1.03
Smitkarn <i>et al.</i> (2019)	Coronal: 1,0 Apical: 1,3	Coronal: 0.80 Apical: 1.03
Kaewsiri <i>et al.</i> (2019)	Coronal: 0,97 Apical: 1,28	Coronal: 0.80 Apical: 1.03
Caitlyn <i>et al.</i> (2018)	Coronal: 1,33 Apical: 1,60	Coronal: 0.80 Apical: 1.03
Fürhauser <i>et al.</i> (2014)	Coronal: 0,84 Apical: 1,16	Coronal: 0.80 Apical: 1.03

É importante destacar que a reabilitação de pacientes com maxila atrófica apresenta um grande desafio para a odontologia e a técnica *all on four* é uma alternativa que permite a reabilitação sem que haja necessidade de procedimentos anteriores, como cirurgias de enxertia óssea e levantamento de seio, em grande quantidade dos casos de pacientes que apresentam essa condição (Moreira *et al.*, 2023). A cirurgia guiada também apresenta pontos positivos na reabilitação de pacientes com perda óssea acentuada, já que por meio dele é possível realizar um planejamento prévio de instalação estratégica dos implantes (Pereira *et al.*, 2019).

Apesar de não ser encontrado diferenças significativas, foi observado maior desvio na região apical (1.3mm), quando comparado com a região coronal (0.80mm). Esse achado poderia ser relacionado com a diferença de densidade óssea dessas regiões, visto que a região apical apresenta uma densidade óssea menor (Fontão *et al.*, 2018). Um estudo analisou a influência da densidade óssea na precisão da colocação de implante guiado, demonstrando que há uma relação entre a densidade óssea e a quantidade de desvios presentes, e que quanto maior a densidade óssea, maior será a precisão cirúrgica (Kivovics *et al.*, 2020). Outro fator que justificaria essa diferença seria a profundidade de perfuração, visto que o aumento da distância de perfuração além da anilha do guia resulta em um desvio global e angular na crista e no ápice do implante (El Kholi *et al.*, 2018; Shi *et al.*, 2023).

A busca por sistemas cada vez mais fiéis ao planejamento possui uma repercussão clínica positiva, já que a utilização de guias cirúrgicos é eficaz em diminuir o tempo cirúrgico, proporcionar uma menor morbidade pós-operatória e maior conforto ao paciente, diminuir intercorrências e obter melhores resultados (Couto *et al.*, 2021). Além disso, a técnica da cirurgia guiada permite que seja realizado um planejamento protético ideal para cada paciente de acordo com suas particularidades, para que assim seja orientado a posição de cada implante (Couto *et al.*, 2021). Uma reabilitação mal planejada reflete diretamente na distribuição de forças não axiais e, conseqüentemente, na má distribuição da carga mastigatória. A estética pode também ser prejudicada. Por isso, um sistema que consiga ser o mais fidedigno possível do planejamento resulta em uma reabilitação mais favorável (Dias *et al.*, 2014).

Em um estudo de revisão sistemática, foi observado que valores de desvio menores que 2mm são aceitáveis para a precisão da cirurgia de implante ser alcançada,

de forma que não causem danos estéticos e para a saúde do paciente (Shi *et al.*, 2023). Acima desses valores o paciente está propício a sofrer com problemas como fraturas, peri-implantite e afrouxamento de parafusos (Shi *et al.*, 2023). Também foi observado que os desvios coronais no sistema utilizado nesta pesquisa (0,80 mm) são menores em comparação com os valores observados em outros sistemas (Shi *et al.*, 2023).

O presente trabalho tem pontos fortes e limitações. Os pontos fortes destacados pelos autores consistem na precisão do sistema avaliado, uma vez que ao observar valores médios, foram encontrados valores abaixo de 1mm de desvio médio. Considerando as dificuldades do fluxo de trabalho digital para maxila edêntula, foi observado que houve elevada precisão na metodologia utilizada e, para além, demonstra que clinicamente é possível a simplificação do procedimento cirúrgico, evitando grandes retalhos e excisões em casos onde se tem espaço protético apropriado.

Quanto as limitações, as etapas de escaneamento, tomografia, prótese e planejamento virtual foram realizadas em apenas um manequim, sendo os guias replicados para os demais, considerando que o fabricante produz modelos similares. Embora um guia cirúrgico tenha sido utilizado para cada manequim e eles apresentaram adaptação no modelo que foi utilizado, é possível que pequenas distorções possam ter ocorrido, devido a diferença entre os manequins. Não é possível afirmar que eles sejam idênticos, apesar de sua similaridade. Ademais, há um risco de ter contração de polimerização das resinas durante a impressão dos guias, podendo causar alterações nas posições das fresagens, e consequentemente interferir na posição espacial do implante.

Outro ponto a ser considerado é que apesar de a precisão da cirurgia guiada ser menos dependente do operador do que na técnica convencional, o operador consegue levar diferenças na posição da fresa broca se forçar muito na região das anilhas, interferindo também na precisão da técnica. Por fim, em relação a análise empregada, ela depende muito da qualidade da obtenção dos escaneamentos, para garantir pontos de referência o suficiente para realizar o alinhamento dos STLs a fim de avaliar corretamente os desvios, o que foi difícil de ser realizado no presente estudo. No âmbito clínico, essa obtenção é dificultada por alguns fatores, como umidade, abertura de boca e até mesmo a radiopacidade dos guias cirúrgicos.

Apesar das limitações deste estudo, ressaltamos que consiste em um piloto, realizado com o objetivo de testar esse novo sistema de implantes, para entender as limitações existentes. Foi demonstrado que houve precisão na instalação do implante, comparado ao planejamento virtual prévio, podendo ser benéfico para reabilitação de casos complexos de maxila edêntula. Maiores investigações são necessárias para avaliar outros aspectos na precisão, como desvios angulares.

Conclusão

O estudo demonstrou que o sistema de cirurgia guiada testado foi eficaz em reproduzir o planejamento cirúrgico para a técnica *all on four* em maxila edêntula com precisão *in vitro*.

Referências

1. ALSHAMRANI AM, MUBARKI M, ALSAGER AS, ALSHARIF HK, ALHUMAIDAN SA, AL-OMAR A. Maxillary Sinus Lift Procedures: An Overview of Current Techniques, Presurgical Evaluation, and Complications. *Cureus*. 2023;15(11):e49553. Published 2023 Nov 28. <https://doi.org/10.7759/cureus.49553>
2. BARCELOS, BRUNO MACHADO. Técnica All-On-Four: revisão de literatura. Orientador: João Paulo Lyra e Silva. 2023. 18f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Odontologia) - Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos, 2023.
3. BHERING, CLÁUDIA LOPES BRILHANTE. Análise biomecânica de infraestruturas de próteses totais fixas maxilares confeccionadas de acordo com os conceitos all-on-four ou all-on-six= Biomechanical analysis of maxillary full-arch fixed prosthetic frameworks manufactured according to all-on-four or all-on-six concept. 2016. Tese de Doutorado.
4. BHOI S, BAGHEL AS, DEEPA E, REDDY RN, NADAKKAYUKARAN D, BORRA A, RAO K. Assessment of Stress Distribution Around Dental Implants Based on the All-on-Four Treatment Concept using Finite Element Analysis. *J Pharm Bioallied Sci*. 2023. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_55_23
5. CASTILHO, ANDERSON ALMEIDA. Estudo do comportamento biomecânico em protocolos modificados de Branemark (conceito All-on-Four): análise por extensometria linear elétrica. 2012.
6. COUTO, WILKER AMARAL et al. Cirurgia guiada em implantodontia: uma revisão integrativa da literatura. *International Journal of Development Research*, v. 11, n. 12, p. 52477-52483, 2021.
7. DE SOUZA ALBUQUERQUE, IVO et al. Prótese total implanto suportada mandibular: relato de casos clínicos. 2011
8. DIAS, MADALENA LUCIA PINHEIRO et al. O uso de guias no planejamento das próteses sobre implantes. 2014.
9. EL KHOLY K, JANNER SFM, SCHIMMEL M, BUSER D. The influence of guided sleeve height, drilling distance, and drilling key length on the accuracy of static Computer-Assisted Implant Surgery. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2019;21(1):101-107. <https://doi.org/10.1111/cid.12705>
10. ELGARBA BM, FONTENELE RC, TARCE M, JACOBS R. Artificial intelligence serving pre-surgical digital implant planning: A scoping review. *J Dent*. 2024;143:104862. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.104862>
11. FELIX, KARYSE TAYNE CANUDO et al. Biomecânica de próteses implanto-suportada: Uma breve revisão. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 14, p. e06121444383-e06121444383, 2023. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i14.44383>
12. FILHO SALES SANTOS, L.; KLÉBER DE PAULA SILVA, J.; MURILO ROCHA RODRIGUES. Cirurgia guiada em implantodontia: Uma Revisão bibliográfica. *Revista*

Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, [S. l.], v. 5, n. 1, 2024. Disponível em: <https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/2395>. Acesso em: 18 jun. 2024. <https://doi.org/10.61164/rmm.v5i1.2395>

13. FLUGGE T, KRAMER J, NELSON K, NAHLES S, KERNEN F. Digital implantology-a review of virtual planning software for guided implant surgery. Part II: Prosthetic set-up and virtual implant planning. BMC Oral Health. 2022;22(1):23. Published 2022 Jan 30. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02057-w>

14. FREITAS, DF de .; FREIRE, JCP; MELO, W. O. de S. .; FIGUEIRÊDO JÚNIOR, EC; COSTA, BP; FORMIGA FILHO, ALN; LIMA, SAN de .; PEREIRA, JV; RIBEIRO, ED . Tratamento all-on-four em implantodontia: conceito e atualizações. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento , [S. [1] , v. 9, n. 10, pág. e4079106045, 2020. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.6045>

15. KAEWSIRI D, PANMEKIATE S, SUBBALEKHA K, MATTHEOS N, PIMKHAOKHAM A. The accuracy of static vs. Dynamic computer-assisted implant surgery in single tooth space: A randomized controlled trial. Clin Oral Implants Res 2019;30:505-514. <https://doi.org/10.1111/clr.13435>

16. KIVOVICS, M.; PÉNZES, D.; NÉMETH, O.; MIJIRITSKY, E. The Influence of Surgical Experience and Bone Density on the Accuracy of Static Computer-Assisted Implant Surgery in Edentulous Jaws Using a Mucosa-Supported Surgical Template with a Half-Guided Implant Placement Protocol-A Randomized Clinical Study. Materials (Basel), v. 13, n. 24, p. 5759, 17 dez. 2020. <https://doi.org/10.3390/ma13245759>

17. MARQUES-GUASCH, J., BOFARULL-BALLÚS, A., GIRALT-HERNANDO, M., HERÁNDEZ-ALFARO, F., & GARGALHO-ALBIOL, J. (2023). Dynamic Implant Surgery-An Accurate Alternative to Stereolithographic Guides-Systematic Review and Meta-Analysis. Dentistry journal, 11(6), 150. <https://doi.org/10.3390/dj11060150>

18. MENEGHETTI PC, LI J, BORELLA PS, MENDONÇA G, BURNETT LH JR. Influence of scanbody design and intraoral scanner on the trueness of complete arch implant digital impressions: An in vitro study. PLoS One. 2023 Dec 19;18(12):e0295790. doi: 10.1371/journal.pone.0295790. PMID: 38113200; PMCID: PMC10729975.<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295790>

19. MOREIRA, TCA; COSTA, S.O.; SILVA JUNIOR, E.V. da.; QUIDUTE, LTC.; CRAVINHOS, J.C. de P.; FIRMIANO, CSC.; VALENTE, V. da S. . Reabilitação com implantes em maxila atrófica por meio de cirurgia guiada pela técnica "All-on-four". Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, [S. l.] , v. 12, n. 5, p. e27512541725, 2023. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i5.41725>

20. MORELLI, GUSTAVO. Reabilitação dos maxilares atróficos através da técnica all-on-four. Monografia apresentada a Facsete Faculdade Sete Lagoas como requisito para obtenção de título de especialista em implantodontia. 2019.

21. PAES, H. F. de S. Algumas limitações da técnica All-on-Four. Journal of Multidisciplinary Dentistry, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 56-62, 2024. <https://doi.org/10.46875/jmd.v13i2.916>

22. PEREIRA, RODOLFO AUAD; DA SILVA SIQUEIRA, LYNCOLN; ROMEIRO, ROGÉRIO DE LIMA. Cirurgia guiada em implantodontia: relato de caso. *Revista Ciência e Saúde On-line*, v. 4, n. 1, 2019.
23. PIOVESANA, ANUBA TIANA. Variedades e seleção de componentes protéticos para implantes. 2015. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. GRINGS, Jean Souza. Protocolo de Branemark: uma revisão de literatura. 2018.
24. PROBST, LIVIA FERNANDES et al. Custo-efetividade da prótese implanto-suportada comparada à prótese total convencional. *Revista de Saúde Pública*, v. 53, p. s1518-8787.2019053001066, 2019.
25. SANTOS, MARIA CLARA DE MELO; MATOS, MURILO. Planejamento digital de cirurgia guiada para implantodontia. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, [S. l.], v. 9, n. 10, p. 3638-3649, 2023. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/11887>. Acesso em: 18 jun. 2024. <https://doi.org/10.51891/rease.v9i10.11887>
26. SOUZA RIBEIRO, E. K.; LISBOA, L. R. .; PEREIRA, K. C. .; AZEVEDO, H. S.. Previsibilidade da cirurgia guiada em implantodontia. *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro*, [S. l.], v. 3, n. 3, 2024. Disponível em: <https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/2223>. Acesso em: 18 jun. 2024. <https://doi.org/10.61164/rmnm.v3i3.2223>
27. SHI Y, WANGANG J, MA C, SHEN J, DONG X, LIN D. A systematic review of the accuracy of digital surgical guides for dental implantation. *Int J Implant Dent*. 2023;9(1):38. Published 2023 Oct 25. <https://doi.org/10.1186/s40729-023-00507-w>
28. SMITKARN P, SUBBALEKHA K, MATTHEOS N, PIMKHAOKHAM A. The accuracy of single-tooth implants placed using fully digital-guided surgery and freehand implant surgery. *J Clin Periodont* 2019;46(9):949-57. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13160>
29. VAN DE WIELE, G. et al. The accuracy of guided surgery via mucosassupported stereolithographic surgical templates in the hands of surgeons with little experience. *Clinical Oral Implants Research*, 2015 Dec; 26(12):1489-94. PMID: 25318961. <https://doi.org/10.1111/clr.12494>
30. VIEIRA DM, SOTTO-MAIOR BS, BARROS CA, REIS ES, FRANCISCHONE CE. Clinical accuracy of flapless computer-guided surgery for implant placement in edentulous arches. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2013 Sep-Oct;28(5):1347-51. PMID: 24066327. <https://doi.org/10.11607/jomi.3156>
31. ZHAO R, YANG R, COOPER PR, KHURSHID Z, SHAYANDI A, RATNAYAKE J. Bone Grafts and Substitutes in Dentistry: A Review of Current Trends and Developments. *Molecules*. 2021;26(10):3007. Published 2021 May 18. <https://doi.org/10.3390/molecules26103007>