



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA



LARISSA LOPES CORDEIRO

**ACURÁCIA DA CIRURGIA GUIADA NA
INSTALAÇÃO DE IMPLANTES DENTÁRIOS
EM ALVÉOLOS DE PÓS EXTRAÇÃO:
ESTUDO IN VITRO**

UBERLÂNDIA

2024

LARISSA LOPES CORDEIRO

**ACURÁCIA DA CIRURGIA GUIADA NA
INSTALAÇÃO DE IMPLANTES DENTÁRIOS
EM ALVÉOLOS DE PÓS EXTRAÇÃO:
ESTUDO IN VITRO**

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

Orientador: Profº. Drº. Guilherme José
Pimentel Lopes de Oliveira

Co-orientador: Profº. Msº Ricardo Alves
Silva

UBERLÂNDIA

2024

SUMÁRIO

Resumo	4
Abstract	5
Introdução	6
Material e Métodos	8
Resultados	11
Conclusão	16
Referências	17

Resumo

O presente estudo in vitro avaliou a acurácia da técnica de cirurgia guiada em alvéolos artificiais de pós extração em área anterior de maxila através da comparação dos desvios lineares da cirurgia guiada com a cirurgia digitalmente planejada. Um manequim especial passível de ser tomografado, foi utilizado para fazer o planejamento digital após ser tomografado e escaneado. Com o guia confeccionado, foi realizado a instalação de implante com o protocolo de instalação na região anterior de maxila utilizando o sistema Epikut® guiado, com a sequência de lança e fresas com as colheres redutoras específicas previamente planejadas para permitir adequado preparo para instalação do implante. Foi realizado escaneamento da posição da última fresa em posição, da posição do implante após instalação por meio do scanbody. Realizou-se a análise dos desvios de posição em três pontos: ponto 01- altura da coroa protética do implante; ponto 02 – ponto coronal do implante; ponto 03 – 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). Foi verificado que não houveram diferenças entre as regiões dos implantes na avaliação MexFr ($p=0.475$), e SBxFr ($p=0.983$). Entretanto, na análise de MexSB foi verificado uma diferença entre as regiões 1 e 3 ($p= 0.024$). Pode-se concluir que os desvios do planejamento digital com a posição real final do implantes não foram significativos, o que indica uma consistência na precisão da técnica em várias regiões do arco maxilar.

Palavras Chaves: Navegação Cirúrgica, Implantes Dentários, Estética Dentária

Abstract

The present in vitro study evaluated the accuracy of guided surgery techniques in artificial post-extraction sockets in the anterior maxilla region by comparing the linear deviations of guided surgery with digitally planned surgery. A special CT-scannable mannequin was used for digital planning after being scanned and CT scanned. With the surgical guide, the implant was installed using the guided Epikut® system in the anterior maxilla region, following the installation protocol with the sequence of lance drills and specific reduction spoons that were pre-planned to allow for proper preparation for implant installation. The position of the last drill was scanned in position, as well as the position of the implant after installation via the scan body. Positional deviations were analyzed at three points: Point 01 - the height of the implant's prosthetic crown; Point 02 - the coronal point of the implant; Point 03 - the apical point of the implant. The linear deviation was assessed between the digital plan and the scan body position (MexSB), the digital plan and the position of the final drill (MexFR), and the scan body position and the final drill (SBxFR). It was found that there were no differences between the implant regions in the MexFr ($p=0.475$) and SBxFr ($p=0.983$) evaluations. However, in the MexSB analysis, a difference was found between regions 1 and 3 ($p=0.024$). No statistically significant differences were found in the comparisons between the digital planning and the final actual position, indicating consistency in the accuracy of the technique across various regions of the maxillary arch.

Keywords: Computer assisted surgery, dental implants, dental esthetics

Introdução

Reabilitação com implantes unitários na área anterior de maxila é um grande desafio para o cirurgião dentista, por estarem intimamente ligados à área estética (Singh et al, 2023). O posicionamento ideal do implante e a estética rosa são determinantes para resultados favoráveis da prótese definitiva. A instalação de implante imediato em alvéolo pós extração é uma das alternativas para manutenção da mucosa peri implantar (Cardaropoli et al., 2019), porém apresenta desafios para os profissionais, pois essa região apresenta pouca estrutura óssea para a ancoragem do implante e dificuldades com o manuseio dos tecidos moles (Negri et al, 2016).

Dessa forma, a cirurgia guiada representa uma alternativa para diminuir os níveis de insucesso nesse tipo de condição clínica, pois é uma técnica que aplica o planejamento digital da posição implante antes da cirurgia, avaliando a quantidade e qualidade óssea, tecidos moles e as demandas funcionais (Girolamo et al, 2021). Ademais, para a confecção do guia cirúrgico personalizado, é necessária uma tomografia computadorizada do arco dental a ser operado e escaneamento intraoral completo das duas arcadas dentárias. Os arquivos desses exames são submetidos a estudo num software de planejamento virtual tridimensional que une essas duas imagens digitais e assim realiza o planejamento virtual da instalação do implante (Tali et al, 2022). Posteriormente é confeccionado o guia cirúrgico que é confeccionado em impressora 3D, que pode permitir uma perfeita adaptação do guia aos arcos dentários para que então possa ser utilizado na cirurgia guiada possibilitando assim a instalação de implantes imediatos de acordo com as estruturas ósseas disponíveis, (D’Haese et al., 2016).

Porém, a cirurgia guiada ainda necessita de evoluções técnicas para obtenção de uma precisão absoluta, visto que em algumas situações percebe desvios de posição dos implantes instalados em relação a posição dos implantes prevista no planejamento. (Tahmaseb et al, 2018). A acurácia da técnica é sensível a erros cumulativos, tais como falhas técnicas durante o exame de tomografia computadorizada, confecção do guia e a cirurgia propriamente dita (Putra et al, 2022). Contudo, estudos mostram que apesar dessas imprecisões, o fluxo digital de cirurgia guiada proporciona maior acurácia nas posições dos implantes comparado a instalação com a técnica convencional em um

único espaço edêntulo. (Smitkarn et. al 2019, Gargallo-Albiol et al 2020, Lysenko et al 2024). Diante dos fatos supracitados, os possíveis erros precisam ser levados em consideração, para que os desvios sejam minimizados e consequentemente alcance a acurácia perfeita (Tali et al, 2022; Meneghetti et al, 2023).

O presente estudo tem como objetivo avaliar a acurácia da técnica da cirurgia guiada em alvéolos artificiais pós-extração em área anterior da maxila com o uso de manequins que apresentam radiopacidade óssea e alvéolo de pós-extração. Ao realizar esse estudo in vitro será possível compreender os padrões de desvio e a magnitude de possíveis erros na técnica de cirurgia guiada, permitindo identificar áreas de imprecisão e propor estratégias de correção e aprimoramento.

Material e Métodos

Delineamento do estudo

O presente estudo laboratorial avaliou a acurácia e precisão da técnica de cirurgia guiada em alvéolos artificiais de pós-extração em área anterior de maxila através da comparação dos desvios lineares da posição dos implantes planejados com os instalados por meio da cirurgia digitalmente planejada.

Elaboração do planejamento digital

Um manequim especial passível de ser tomografado (BoneModels, Castellón, Espanha), foi utilizado para fazer o planejamento digital, que inicialmente teve o seu escaneamento feito com scanner intraoral (Medit Scanner Intraoral I600, Seoul, República da Coréia). Em seguida foi realizada a tomografia computadorizada do manequim com FOV 80 x 50mm, e exposição de 100 kV e 8 mA. Posteriormente os arquivos foram exportados em DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) junto com o STL (standard triangulation language) do escaneamento e enviado ao planning center (Rio de Janeiro, RJ, Brasil) para o planejamento virtual.

O planejamento digital da cirurgia foi realizado pelo software 3shape (3shape, Copenhagen, Dinamarca) onde foi realizado o posicionamento ideal dos implantes no manequim a partir da sobreposição da tomografia com o escaneamento e assim sendo realizado o planejamento virtual da instalação do implante. Foi definido o uso do implante Epikut de 3.5mm de diâmetro e 13mm de comprimento, com uma anilha de 5mm de comprimento. A partir dessas definições foi confeccionado o guia cirúrgico em impressão 3D, onde foram feitos 4 guias (em caso de intercorrências) para serem utilizados para a cirurgia de 5 manequins.

Procedimento experimental

Inicialmente foi realizado um escaneamento com o guia em posição no manequim, possibilitando a observação da adaptação do guia relativo ao posicionamento digital pretendido. O protocolo de instalação de implante na região anterior de maxila utilizou o sistema Epikut®, com a sequência de lança e fresas com as colheres redutoras específicas previamente planejadas para permitir adequado preparo

para instalação do implante. Após a realização da última fresagem, foi realizado o escaneamento da posição da última broca em posição no guia, a fim de avaliar alguma alteração da posição final da fresagem com a posição final de instalação do implante. Em sequência foi instalado o implante pretendido de 3.5mm de diâmetro por 13mm de comprimento. Em seguida, posicionado o scan body (scan body unitite prime cm®, SIN Sistemas de Implantes, São Paulo, Brasil) e realizado o escaneamento da posição do implante instalado.

Análise de acurácia

O arquivo dcm do planejamento digital inicialmente foi convertido em STL pelo software Medit, em seguida todos os STLs foram exportados para um software de alinhamento (Exocad), onde foram alinhados os escaneamentos para a posição dos arquivos de planejamento (figura 1 e 2). Em seguida foi alinhado os STLs das fresas e scanbodies, que foram previamente preparados, seguindo a metodologia específica (Meneghetti et al, 2023). Assim todos os arquivos foram preparados no software Blender (Blender Foundation, Amsterdã, Países Baixos) onde os desvios lineares foram obtidos com a ferramenta *MeasureIt* (Figura 04).

Foi realizada a análise dos desvios de posição em três pontos: ponto 01- altura da coroa protética do implante; ponto 02 – ponto coronal do implante; ponto 03 – ponto apical do implante (Figura 3). 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 (Armonk, Nova Iorque, Estados Unidos) 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 acurácia das diferentes fases do procedimento de fresagem e instalação de implantes foi comparado 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%.

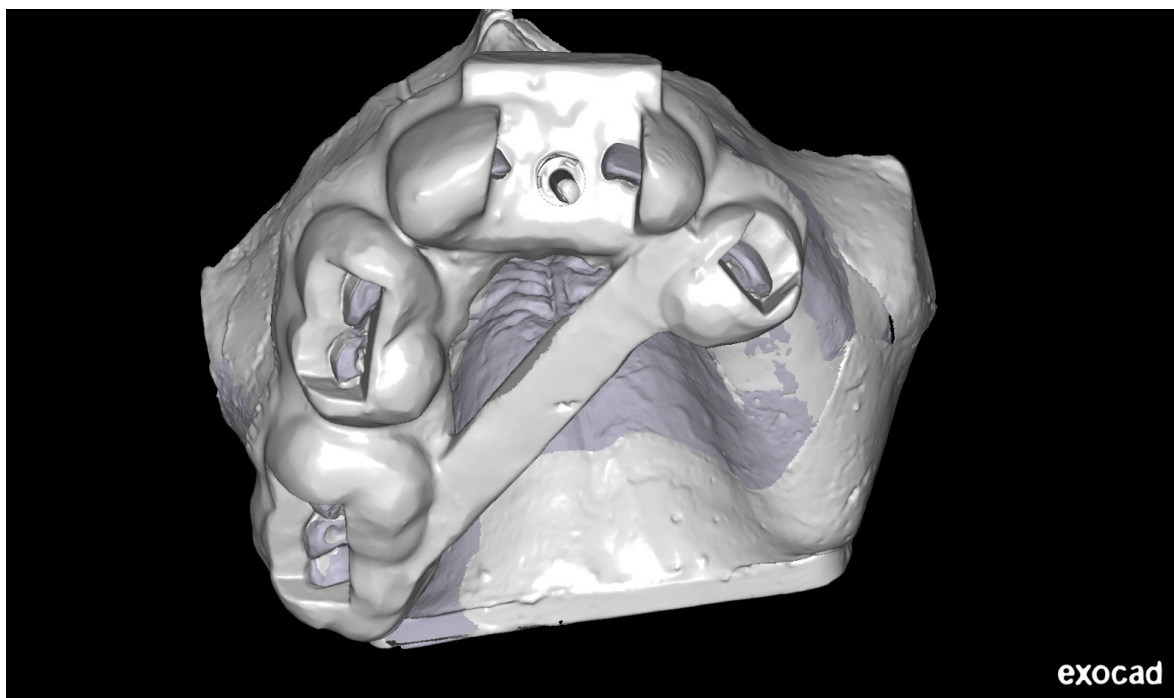


Figura 1: Alinhamento do STL proveniente de escaneamento com a posição de referência do planejamento cirúrgico.

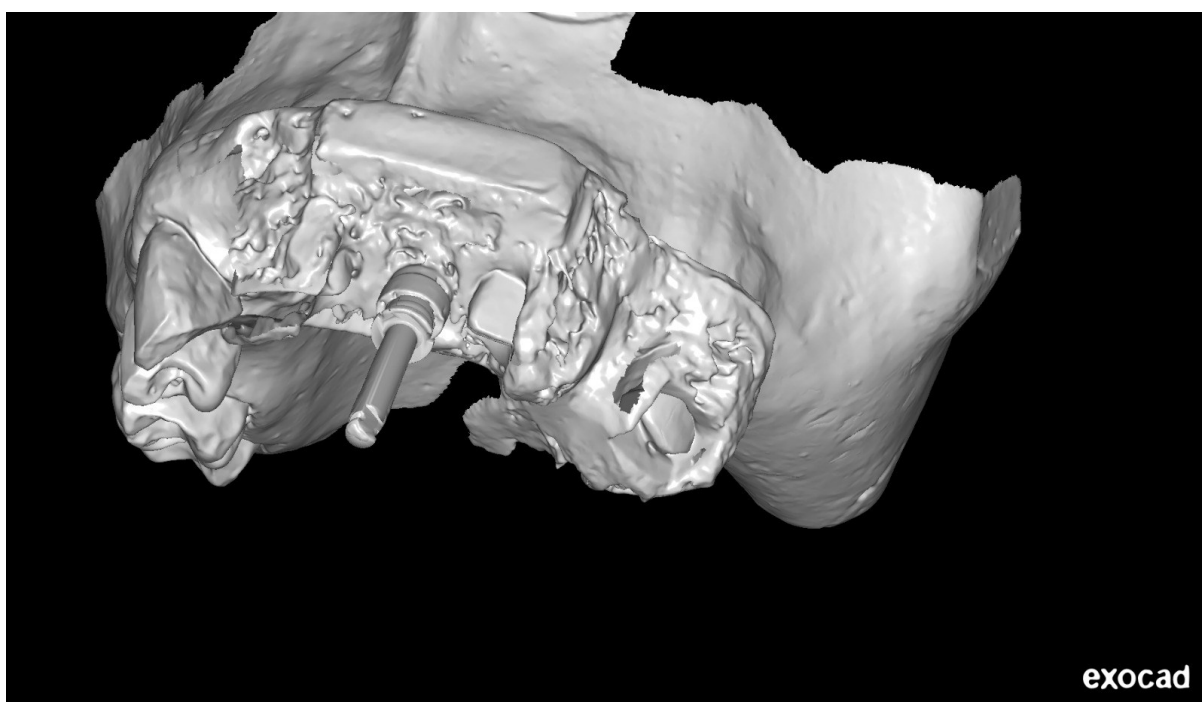


Figura 2: STL de escaneamento do Manequim com guia em posição e a última fresa do procedimento.

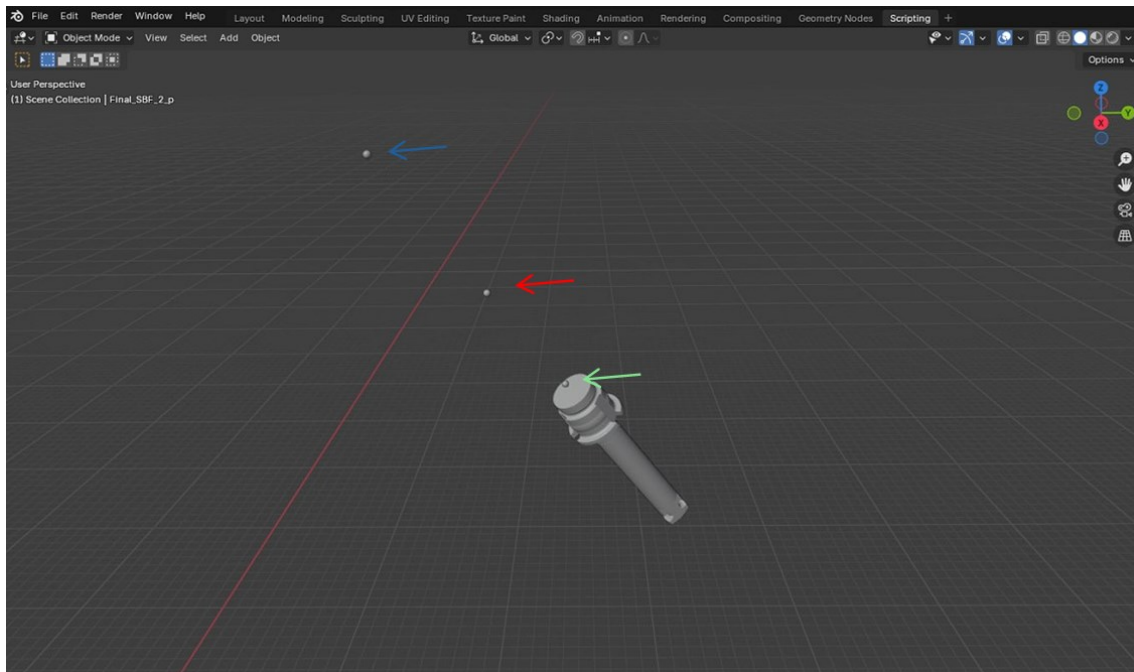


Figura 3: Fresa com pontos de alinhamento que posteriormente são utilizados para fazer análise de desvio linear. As setas apontam os pontos 01 (verde), 02 (vermelho) e 03 (azul).

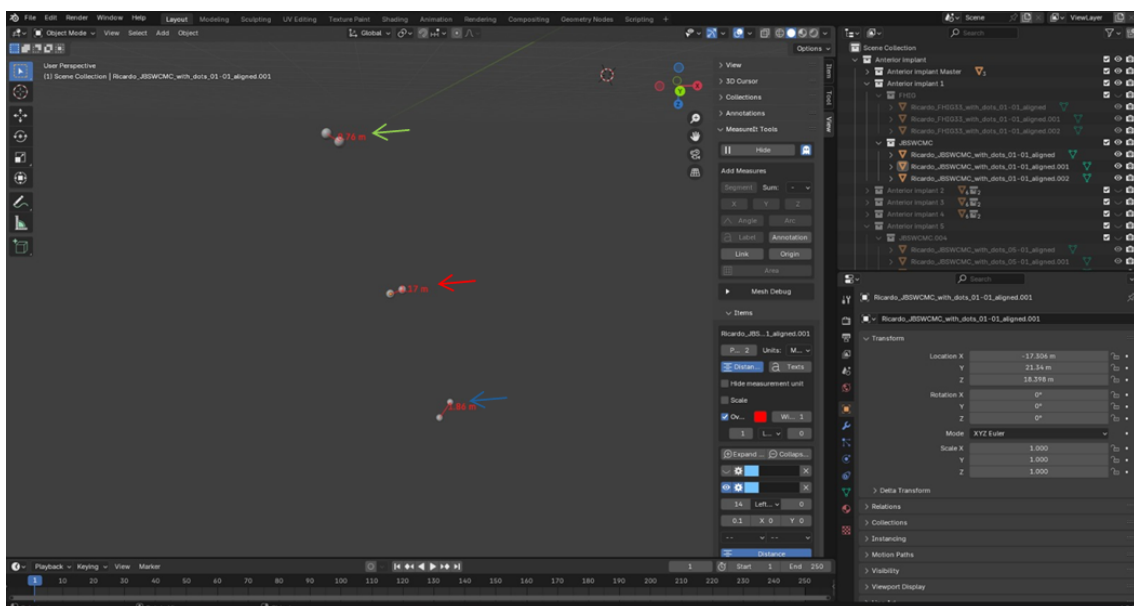


Figura 4: Análise da medida linear sendo realizada no Blender, comparando a posição do planejamento com o que foi alinhado. As setas apontam os pontos 01 (verde), 02 (vermelho) e 03 (azul).

Resultados

Foi verificado que não houve diferenças entre as regiões dos implantes na avaliação MexFr ($p=0.475$), e SBxFr ($p=0.983$). Entretanto, na análise de MexSB foi

verificado uma diferença entre as regiões 1 e 3 ($p= 0.024$). Não houve diferenças entre os parâmetros de MexFr, SBxFr e MexSB nas diferentes regiões de análises. Os dados de média e de 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	1.20 ± 0.66	1.24 ± 1.25	1.34 ± 1.14
Ponto 02	1.57 ± 0.33	1.58 ± 1.02	1.36 ± 1.15
Ponto 03	2.37 ± 0.68	2.15 ± 1.18	1.46 ± 1.17

(SB: posição do scanbody, ME: modelo mestre, FR: posição da última fresa)

Discussão

O objetivo principal deste estudo foi avaliar a acurácia da técnica da cirurgia guiada em alvéolos artificiais de pós extração na região anterior de maxila. Os resultados demonstraram que não houveram desvios significativos, em termo geral, na avaliação das medidas MexFr ($p=0,475$) e SBxFr ($p=0,983$), indicando consistência na precisão da técnica em diversas áreas do arco maxilar.

Porém, uma análise do MexSB revelou uma diferença significativa entre as regiões 1 e 3 ($p=0,024$), diminuindo uma variação na precisão da técnica ao longo de diferentes regiões. O desvio apical foi maior em comparação com as regiões da coroa protética e coronal do implante, especificamente na análise MexSB, onde a diferença foi maior ($2,37 \pm 0,68$ na região apical em comparação com $1,20 \pm 0,66$ na região coronal).

O estudo atual apresentou desvios lineares maiores quando comparado a outros similares, especialmente na região apical, indicando desafios na técnica e necessidade de melhorias para atingir precisão comparável aos estudos mencionados. Desta forma, o estudo de Reiff (2024) em um estudo in vitro apresentou desvios angulares entre $1,90^\circ$ e

2,29° e desvios lineares no ápice de 0,68 mm a 0,89 mm em modelos de resina. Além deste estudo, Guentsch et al (2023) avaliaram diferentes sistemas de cirurgia guiada em réplicas de mandíbulas, encontrando desvios angulares entre 0,88° e 3,97° e destacando que a precisão varia conforme o sistema utilizado, sendo maior em sistemas com *drill-handles*. O estudo de Fontão et al (2018) que avaliou a transferência do planejamento virtual usando modelos CAD 3D pré e pós-operatórios sobrepostos, demonstrou resultados menores ($2,13 \pm 1,32$ mm). Um fato que pode justificar esses menores valores nesses estudos, está no fato de que foram realizados em região edêntula enquanto que no presente estudo foi utilizado em região de alvéolo de extração, sendo assim um defeito mais desafiador com menos paredes ósseas remanescentes, sendo mais suscetível a desvios, uma vez que a redução da densidade óssea leva a um aumento de desvios, consequentemente em alvéolos de extração onde há ausência de todas as paredes ósseas, um desvio aumentado pode ser justificado (Kivovics et al., 2020).

Por outro lado, em comparação com o estudo de Rodrigues et al (2023), que avaliou o posicionamento de implantes Cone Morse instalados com guias cirúrgicos em áreas estéticas da maxila, o valor médio do desvio linear apical foi de $2,50 \pm 1,67$ mm, ligeiramente superior ao encontrado na presente pesquisa, que registrou um desvio linear apical de $2,37 \pm 0,68$ mm. O estudo clínico de Kraft et al., 2020 que avaliou a instalação de implantes em alvéolos pós-extração em cirurgia totalmente ou parcialmente guiada apresentou resultados de desvios bem semelhantes ao observado nesse estudo, onde foi observado um desvio na região do ápice de 2.50 ± 1.67 mm quando o implante foi instalado pela técnica totalmente guiada, tal qual os implantes no presente estudo clínico. Uma observação interessante nesse estudo é que a inserção dos implantes sem os guias em posição reduziu os desvios, e esse achado pode ser devido a melhor sensibilidade tátil na inserção dos implantes no alvéolo pós-extração. Essa ato pode evitar a vestibularização dos implantes, que pode ser a fonte dos desvios observados nesses situações clínicas e que podem ter impacto os resultados desse estudo (Kraft et al., 2020).

As implicações clínicas relacionadas aos desvios finais foram consideradas por estudos anteriores, que ressaltam que, quando a prótese for realizada após a instalação do implante, há redução de chances de erro (Kraft et al., 2020; Lou et al., 2021). Essa redução de risco de erros está relacionada justamente pela possibilidade do acúmulo de

distorções na aquisição das imagens, impressões de guia e nos fatores inerentes da cirurgia e densidade óssea que podem levar ao acúmulo de desvios (Spinato et al., 2022; Chandran et al., 2023). Assim, ressalta-se que discrepâncias entre a posição planejada e a real da instalação do implante podem estar associadas a várias complicações, como desajuste da restauração, ajustes oclusais extensos, aumento de complicações biomecânicas e sobrecarga no osso marginal (Vieira et al., 2013; Marliere et al., 2018).

Quanto às implicações biológicas dos desvios relatados, a literatura demonstra que a posição coronal do implante é mais importante que a posição do ápice, de forma que a variação na posição coronal do implante mostrou estar ligeiramente associada a um impacto negativo na manutenção do nível ósseo ao longo do tempo, embora essa associação não tenha sido estatisticamente significativa (Lou et al., 2021). Por outro lado, a posição apical do implante não teve um efeito significativo nos resultados clínicos, como o nível ósseo peri-implantar e a profundidade de sondagem. Isso sugere que, para garantir a saúde peri-implantar a longo prazo, a precisão na instalação da parte coronal do implante deve ser priorizada em relação à posição apical, especialmente na região estética anterior (Naeini et al., 2023).

No atual estudo houveram limitações, como o planejamento virtual para confecção de guia realizado em apenas um dos manequins, visto que são fabricados da mesma maneira, mas podem haver diferenças entre si, então apesar de semelhantes não são idênticos, o que pode introduzir variações entre eles e influenciar os resultados. Essa diferença entre os manequins pode ter contribuído para as variações nos desvios observados, uma vez que pequenas inconsistências na morfologia poderiam afetar a precisão do posicionamento dos implantes.

Outra hipótese, se dá através da possível deformação do guia cirúrgico, podendo criar divergências entre a posição virtualmente planejada e a posição real dos implantes. Um fator a ser considerado é a contração de polimerização das resinas utilizadas na impressão 3D dos guias cirúrgicos. Esse processo de polimerização pode causar pequenas alterações nas dimensões dos guias, resultando em mudanças nas posições planejadas dos implantes e, conseqüentemente, na precisão do procedimento, conforme apontado anteriormente na literatura (Son e Lee, 2021).

A técnica cirúrgica, apesar de guiada, também pode ser uma fonte de variação. O operador pode influenciar a posição da fresa ao aplicar força excessiva nas anilhas, o que pode resultar em desvios indesejados. Essa variação na execução da técnica é um fator limitante, uma vez que a precisão da cirurgia guiada depende não apenas do planejamento, mas também da habilidade do operador em seguir o protocolo de forma rigorosa. Nesse sentido, foi demonstrado previamente que a experiência do operador é capaz de reduzir o erro de posicionamento em um grau estatisticamente significativo (Cassetta e Bellardini, 2017).

Distorções na obtenção das imagens também representam uma limitação significativa. Embora o escaneamento e a obtenção dos STLs sejam métodos eficazes, há a possibilidade de ocorrerem alterações dimensionais durante o processo de digitalização, o que pode resultar em discrepâncias entre as medidas reais e as virtuais. Essas distorções podem comprometer a precisão do alinhamento e, por consequência, a acurácia das medições realizadas. Desta forma, mesmo o padrão ou técnica de escaneamento empregado pode afetar a precisão final (Wu et al., 2024).

O alinhamento dos modelos digitais é outro desafio, especialmente devido às possíveis distorções mencionadas. Garantir um alinhamento perfeito é difícil, e mesmo o melhor alinhamento possível pode ainda apresentar um certo grau de distorção nas malhas digitais, impactando as medidas finais e a interpretação dos resultados. Neste quesito, relata-se que a precisão da sobreposição de imagens CBCT é bastante influenciada pela qualidade da imagem, que é afetada pelo tamanho do voxel, artefatos relacionados a metais, movimento do paciente e parâmetros de escaneamento (Yi et al., 2022).

Também houve fratura de guia durante a cirurgia do modelo 2, após remoção de uma das chaves de instalação de implante, como descreveu Merli et al. (2008), a possível causa da fratura foi que a guia não teve força para conter o desvio do implante e portanto a chave de instalação forçou a guia até que se rompesse. Um guia danificado pode ter comprometido a acurácia da técnica em alguns casos, introduzindo erros que não seriam observados se todos os guias estivessem em perfeitas condições. Esta é uma das complicações mais comuns de cirurgias guiadas, conforme apontado anteriormente por Ashtiani et al (2021).

Por fim, é importante ressaltar que este estudo foi concebido como um estudo piloto. O objetivo principal era testar as metodologias e identificar as limitações e dificuldades inerentes a esse tipo de pesquisa. Assim, os resultados obtidos servem como base para refinamentos futuros nas técnicas e nos protocolos utilizados, visando melhorar a precisão e a confiabilidade das cirurgias guiadas em estudos subsequentes.

Conclusão

Os resultados deste estudo sugerem que a técnica de cirurgia guiada em alvéolos artificiais de pós-extração na região anterior da maxila apresentou uma precisão global adequada. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nas comparações entre o planejamento digital com a posição real final. Contudo, foi observada uma variação significativa entre o ponto coronal e o ponto apical do implante. Esta diferença ressalta a necessidade de um planejamento cirúrgico mais cuidadoso e específico para cada região do arco maxilar, especialmente ao considerar as variações de precisão entre as diferentes partes do implante.

Referências

Ashtiani, R. Eftekhar et al. Accuracy of static digital surgical guides for dental implants based on the guide system: A systematic review. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 122, n. 6, p. 600-607, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2020.10.010>

Cardaropoli, Daniele et al, Preservation of Peri-implant soft tissues following immediate postextraction implant placement. Part II: Clinical evaluation, *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, v. 39, n. 6, p. 789-797, 2019. <https://doi.org/10.11607/prd.4318>

Chackartchi, Tali et al, Reducing errors in guided implant surgery to optimize treatment outcomes, *Periodontology* 2000, v. 88, n. 1, p. 64-72, 2022. <https://doi.org/10.1111/prd.12411>

Chandran K R S, Goyal M, Mittal N, George JS. Accuracy of freehand versus guided immediate implant placement: A randomized controlled trial. *J Dent*. 2023 Sep;136:104620. doi: 10.1016/j.jdent.2023.104620. Epub 2023 Jul 15. PMID: 37454788. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104620>

D'haese, Jan et al, Current state of the art of computer-guided implant surgery, *Periodontology* 2000, v. 73, n. 1, p. 121-133, 2017. <https://doi.org/10.1111/prd.12175>

Di Girolamo, M. et al, Critical investigation of the pre-surgical anatomic factors that influence the aesthetic result in post-extractive implantology and immediate prosthetic, *Journal of biological regulators and homeostatic agents*, v. 35, n. 3 Suppl. 1, p. 127-137, 2021.

Fonseca, Catarina Mendes et al, Analyzing linear and angular deviations after guided surgery for dental implant placement: A preliminary study, *The international journal of oral & maxillofacial implants*, v. 0, n. 0, p. 1-16, 2024. <https://doi.org/10.11607/jomi.10787>

Fontão, Flávia Noemy Gasparini Kiatake et al, Real versus virtual position of single implants installed in premaxilla via guided surgery: A proof of concept analyzing positional deviations, *The journal of oral implantology*, v. 44, n. 6, p. 463-469, 2018. <https://doi.org/10.1563/aaid-joi-D-17-00288>

Gargallo-Albiol, Jordi et al, Fully guided versus half-guided and freehand implant placement: Systematic review and meta-analysis, *The international journal of oral & maxillofacial implants*, v. 35, n. 6, p. 1159-1169, 2020. <https://doi.org/10.11607/jomi.7942>

Guentsch, Arndt et al. An in-vitro analysis of the accuracy of different guided surgery systems-They are not all the same. *Clinical Oral Implants Research*, v. 34, n. 5, p. 531-541, 2023. <https://doi.org/10.1111/clr.14061>

Kivovics, M.; Péntzes, 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. DOI: 10.3390/ma13245759.
<https://doi.org/10.3390/ma13245759>

Lou F, Rao P, Zhang M, Luo S, Lu S, Xiao J. Accuracy evaluation of partially guided and fully guided templates applied to implant surgery of anterior teeth: A randomized controlled trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2021 Feb;23(1):117-130. doi: 10.1111/cid.12980. Epub 2021 Feb 2. PMID: 33528110.
<https://doi.org/10.1111/cid.12980>

Lysenko, Anna V. et al, Comparison of dental implant placement accuracy using a static surgical guide, a virtual guide and a manual placement method - an in-vitro study, *Annals of maxillofacial surgery*, v. 13, n. 2, p. 158-162, 2023.
https://doi.org/10.4103/ams.ams_100_23

Marlière, Daniel Amaral Alves et al. Accuracy of computer-guided surgery for dental implant placement in fully edentulous patients: A systematic review. *European journal of dentistry*, v. 12, n. 01, p. 153-160, 2018.
https://doi.org/10.4103/ejd.ejd_249_17

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>

Merli M, Bernardelli F, Esposito M. Computer-guided flapless placement of immediately loaded dental implants in the edentulous maxilla: a pilot prospective case series. *Eur J Oral Implantol*. 2008;1(1):61-9.

Naeini, Emitis Natali et al. Long-Term Effect of Guided Implant Surgery on Clinical Outcomes and Peri-Implantitis of Maxillary Implants-An Observational Cohort Study. *Journal of Clinical Medicine*, v. 12, n. 13, p. 4432, 2023
<https://doi.org/10.3390/jcm12134432>

Putra, Ramadhan Hardani et al, The accuracy of implant placement with computer-guided surgery in partially edentulous patients and possible influencing factors: A systematic review and meta-analysis, *Journal of prosthodontic research*, v. 66, n. 1, p. 29-39, 2022.
https://doi.org/10.2186/jpr.JPR_D_20_00184

Reiff, Florian Sebastian et al. Influence of clinical expertise and practical experience on transfer accuracy in guided dental implant placement-an in vitro study. *Oral and Maxillofacial Surgery*, p. 1-10, 2024.
<https://doi.org/10.1007/s10006-024-01269-4>

Rodrigues, João Marcelo Meireles et al. Assessment of deviations of implants installed with prototyped surgical guide and conventional guide: in vitro study. *European Journal of Dentistry*, v. 17, n. 01, p. 039-045, 2023.
<https://doi.org/10.1055/s-0040-1718791>

Singh, Virendra; Bhagol, Amrish; Ashwin, Vetharatnam, Controversies in the dental implant treatment planning for anterior maxillary aesthetic zone - A review, *National journal of*

maxillofacial surgery, v. 14, n. 1, p. 3-8, 2023.
https://doi.org/10.4103/njms.NJMS_59_20

Smitkarn, Palita et al, The accuracy of single-tooth implants placed using fully digital-guided surgery and freehand implant surgery, Journal of clinical periodontology, v. 46, n. 9, p. 949-957, 2019.
<https://doi.org/10.1111/jcpe.13160>

Son, Keunbada; LEE, Kyu-Bok. A novel method for precise guided hole fabrication of dental implant surgical guide fabricated with 3d printing technology. Applied Sciences, v. 11, n. 1, p. 49, 2020.
<https://doi.org/10.3390/app11010049>

Spinato S, Bernardello F, Lombardi T, Soardi CM, Messina M, Zaffe D, Stacchi C. Influence of apico-coronal positioning of tissue-level implants on marginal bone stability during supracrestal tissue height establishment: A multi-center prospective study. Clin Implant Dent Relat Res. 2022 Oct;24(5):611-620. doi: 10.1111/cid.13128. Epub 2022 Aug 24. PMID: 36000363; PMCID: PMC9804736.
<https://doi.org/10.1111/cid.13128>

Tahmaseb, Ali et al, The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis, Clinical oral implants research, v. 29, n. S16, p. 416-435, 2018.
<https://doi.org/10.1111/clr.13346>

Vieira, Dalton Marinho et al. Clinical accuracy of flapless computer-guided surgery for implant placement in edentulous arches. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, v. 28, n. 5, p. 1347-1351, 2013.
<https://doi.org/10.11607/jomi.3156>

Wu, Hio Kuan et al. Effect of prefabricated auxiliary devices and scanning patterns on the accuracy of complete-arch implant digital impressions. Journal of Dentistry, v. 140, p. 104788, 2024.
<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104788>

Yi, Chun et al. Digital versus radiographic accuracy evaluation of guided implant surgery: an in vitro study. BMC Oral health, v. 22, n. 1, p. 540, 2022.
<https://doi.org/10.1186/s12903-022-02585-5>