



FACULDADE
ILAPEO

Francis Paulo Loss

**Análise de método de elementos finitos de implantes subperiostais
customizados para a reabilitação de maxilas atroficas**

CURITIBA
2022

Francis Paulo Loss

Implantes customizados sub periosteal análise de elementos finitos comparando tensões em regiões ósseas.

Dissertação apresentada a Faculdade ILAPEO como parte dos requisitos para obtenção de título de Mestre em Odontologia com área de concentração em Implantodontia

Orientador: Prof. Dr. Leandro Kluppel

CURITIBA
2022

Francis Paulo Loss

Implantes customizados sub periosteal análise de elementos finitos comparando tensões em regiões ósseas.

Presidente da Banca Orientador: Prof. Dr. Leandro Kluppel

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Tatiana Deliberador
Prof. Dr Davani Laturu Costa

Aprovada em: 28/09/2022

Dedicatória

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por direcionar meus passos e permitir a conclusão de mais uma etapa em minha jornada profissional.

A meus Pais, Delmar e Anaclete que sempre estão presentes em todos os momentos da minha vida. Se hoje eu estou onde estou, devo isso a vocês. Minha eterna gratidão. Amo vocês.

A minha querida esposa Cleide, esta etapa só foi possível devido ao seu apoio, o carinho que você cuida de nossos filhos, sempre me deixou muito tranquilo para poder me dedicar aos estudos. Obrigado por você estar ao meu lado, minha esposa e ser mãe dos nossos filhos. Te amo.

A meus Filhos queridos e amados, vocês vieram como Anjos em nossas vidas, sei o quanto vocês sofreram na minha ausência, mesmo longe meu coração sempre esteve presente ao lado de vocês, sou abençoado por ter vocês como filhos. Ama muito vocês.

Agradecimentos

Agradeço imensamente ao Professor Dr. Luis Eduardo Marques Padovan por me receber no curso de Mestrado em Odontologia com área de concentração em Implantodontia da Faculdade Ilapeo, por todo apoio recebido e por todas as suas valiosas palavras.

Ao Dr. Leandro Eduardo Klüppel meu orientador, toda minha admiração de um excelente Cirurgião, toda sua sua humilde, disposto a transmitir seus conhecimentos. Obrigado por toda sua ajuda e todas as dicas que sempre me passou ao longo desta jornada. Minha eterna amizade.

. Aos demais professores do Programa de Mestrado da Faculdade ILAPEO. Muito obrigado por todo aprendizado que vocês nos proporcionaram, sempre com muita cobrança, muita dedicação, muito respeito. Acredito que vocês conseguiram formar grandes Mestres. Muito obrigado a todos vocês.

Ao Trio, Drs. Fernando Lopes e Idalina Correia, pela amizade formada e companheirismo. Nossa parceria foi muito importante para esta realização. Estivemos sempre juntos enfrentando todas as dificuldades e comemorando cada desafio cumprido.

Aos colegas de Curso pelo companheirismo e amizade, pelas resenhas e convívio ao longo de toda jornada, ficaram as boas lembranças o que deixara uma grande saudade.

Agradeço a toda a equipe de funcionários da Faculdade Ilapeo. Cada um de vocês faz parte do arcabouço necessário para a realização destes trabalhos. Sinto-me muito honrada pelo apoio que recebi de cada um de vocês.

Agradeço ainda a todos os pacientes que me presentearam com sua confiança. Vocês alimentam minha paixão por esta profissão! A todos minha sincera gratidão

A Faculdade ILAPEO por ser a minha segunda casa inúmeras vezes, santuário de paz e muitas alegrias vividas. Minha história profissional caminhou efetivamente por aqui e sempre estará em meus pensamentos com muita admiração, carinho e respeito.

Sumário

1. Artigo científico 1	7
2. Artigo científico 2.....	26

1. Artigo científico 1

Artigo de acordo com as normas da Faculdade ILAPEO

IMPLANTES CUSTOMIZADOS SUB PERIOSTEAL ANÁLISE DE ELEMENTOS FINITOS COMPARANDO TENSOES EM REGIÃOES ÓSSEAS

Dr. Leandro Kluppel
Dr Francis Paulo Loss¹

¹Mestrando em Implantodontia, Especialista em Cirurgia e Traumatologia Buco Maxilo Facial, Especialista em Implantodontia

RESUMO

Com a evolução dos tomógrafos possibilitou a confecção de próteses 3d em diferentes materiais, proporcionando um retorno dos implantes subperiosteais através de ancoragens. Objetivo: este trabalho tem o objetivo realizar uma avaliação em elementos finitos de um implante subperiosteal customizado em maxila atrófica onde o mesmo sofre carga constante. Materiais e métodos: selecionamos um dicom de maxila atrófica, onde realizamos o desenho de um implante customizado onde foi submetido a força oclusal. Resultado: através de uma força continua de 110N podemos observar que tanto o implante como o tecido ósseo ao seu redor sofrem pouca dissipação de carga. Conclusão: concluimos que numa força continua os implantes customizados não sofreram muita tensão e nem dissiparam muita força ao tecido ósseo tornando se viável sua utilização no estudo, no entanto novos estudos devem ser realizados antes de sua indicação em pacientes.

Palavras-chave: Implante dentário subperiosteal; Elemento Finito; Implantação dentária.

ABSTRACT

With the evolution of the ct scans made it possible to make 3d prostheses in different materials, providing a return of subperiosteal implants through anchoring. Objective: this work aims to perform a finite element evaluation of a customized subperiosteal implant in atrophic maxilla where it suffers constant load. Materials and methods: we selected a dicom of atrophic maxilla, where we performed the design of a customized implant where it was submitted to occlusal force. Result: through a continuous force of 110N we can observe that both the implant and the bone tissue around it suffer little load dissipation. Conclusion: we conclude that in a continuous force the customized implants did not suffer much tension or dissipate much strength to the bone tissue making it feasible to use in the study, however new studies should be carried out before their indication in patients.

Keywords: Dental Implantation Subperiosteal; Finite Elemento; Dental Implant.

INTRODUÇÃO

Com o aumento da longevidade da população, conseqüentemente a perda dos dentes naturais tem impacto significativo na saúde da população idosa, social e funcional. A reabsorção dos rebordos residuais alveolares afeta milhões de pessoas edêntulas ao redor do mundo Surovas et al 2019. Trata-se de uma doença progressiva, irreversível, crônica e provavelmente de origem multifatorial Atwood DA 1971.. Buscando uma melhora na qualidade de vida, muitos idosos procuram substituir suas próteses móveis por próteses fixas sobre implantes dentais, proporcionando um aumento na qualidade e estabilidade mastigatória. Muitos destes pacientes apresentam ausência dental por longos anos, fazendo com que uma reabilitação nestes se torne algo desafiador para o cirurgião dentista. Nas atrofia severas de maxila encontramos baixa qualidade e quantidade óssea, com estruturas como seio maxilar e cavidade nasal pneumatizadas, conseqüentemente para instalação de implantes endósseos necessitamos de quantidade e qualidade ossea adequada. Na ausência de osso adequado, utilizamos alternativas para reabilitar os pacientes como reconstruções através de enxertos onlay Aloy-Prósper et al 2015, elevação seio maxilar Mangano et al 2015, proporcionando um tratamento mais longo e podendo ocorrer complicações intra operatórias e pos operatórias. Devido a complexidade do tratamento; outra alternativa seria a utilização de implantes inclinados e ou implantes zigomáticos, são técnicas que requer maior habilidade do cirurgião dentista.

Nos dias de hoje os tratamentos reconstrutivos estão sendo substituídos por tratamentos com ancoragem devido a diminuição de procedimentos cirúrgicos Asawa N et al 2015, Al-Thobity AM et al 2014, Bechara S, Kubilius R et al 2017.

O objetivo de uma reabilitação inclui, principalmente, a restauração de características funcionais, anatômicas e estéticas dos pacientes Kubilius R et al 2017.

Implante subperiosteal foi introduzido primeiramente pelo médico Gustav Dhal em 1937 na Suécia (Carl E. Misch (1993)); era uma alternativa para reabilitação de maxilas e mandíbulas atróficas. O tratamento era realizado em duas etapas cirúrgicas, primeiramente sob anestesia local, era realizado uma incisão no rebordo para descolamento mucoperosteal, após realizava-se uma impressão do tecido ósseo, com a impressão e modelos de gesso, seria confeccionado estrutura metálica fundida, numa segunda etapa cirúrgica era instalado no paciente a estrutura metálica junta óssea Surovas A et al 2019.

Com o surgimento da tomografia computadorizada (TC), novas alternativas de tratamento surgiram na odontologia. A tecnologia de prototipagem expandiu o uso da TC para além do diagnóstico e planejamento cirúrgico bem como na confecção de ferramentas e implantes específicos do paciente. Assim, tornou-se possível fazer modelos anatômicos e implantes específicos do paciente para diferentes locais anatômicos Moss JP et al 1988. Desde 1985 tem se tentado produzir próteses ortopédicas personalizadas, utilizando as imagens de tomografias computadorizadas. O primeiro caso documentado de um dispositivo ortopédico feito usando tecnologia digital 3D foi um implante subperiosteal mandibular feito por James RA Cohen DJ et al 2016. Os dados de TC foram utilizados para criar modelos anatômicos das mandíbulas dos pacientes, através dos modelos anatômicos realizou-se fundição metálica, posteriormente os dispositivos foram instalados em pacientes Cohen DJ et al 2016.

Em 1995 tornou-se disponível a tecnologia de sintetização a laser direct metal (DMLS), possibilitando a confecção virtual de objetos tridimensionais em metal, sendo possível a visualização da anatomia do paciente para realização de design digital e impressão direta em qualquer liga biologicamente compatível Surovas A et al 2019.

Com o desenvolvimento das tecnologias de prototipagem, podemos ampliar a utilização das tomografias, além de nos auxiliarem no diagnóstico e planejamento cirúrgico, tornou-se

possível a confecção de modelos anatômicos e ou implantes de estruturas anatômicas dos pacientes para utilização em regiões do corpo. Introduzido no campo odontológico, essas técnicas expandiram as formas em que implantes subperiosteais personalizados podem ser feitos. Atraves da tecnologia podemos revisar alguns conceitos antigos, como a colocação de implantes subperiosteais, e reinterpretá-los em um novo contexto tecnológico baseado em princípios anatômicos e fisiológicos consolidados [Cerea M, et all 2018; Cohen DJ, et all 2016].

A redução do tratamento para uma única sessão cirúrgica, menores custos para o paciente e, sobretudo, a precisão que torna o método mais previsível e mais seguro no curto prazo têm chamado a atenção proporcionando a volta dos implantes subperiosteais, principalmente em casos de atrofia mais severa [Cerea M, et all 2018; Cohen DJ, et all 2016].

Em reabsorções osseas severas onde o paciente não quer realizar regeneração óssea, a tecnologia digital pode apresentar uma alternativa de tratamento, com a possibilidade de fabricar implantes subperiosteais perfeitamente adaptados à sua anatomia [Cerea M, et all 2018; Cohen DJ, et all 2016]. Isso é de grande valia para pacientes idosos com necessidades especiais, onde não querem ou não podem se submeter a cirurgias regenerativas complexas, mas precisam de uma restauração protética fixa Gellrich NC et all 2017.

Na odontologia para analisarmos o desempenho biomecânico dos implantes dentáais ou das estruturas metálicas, utiliza-se muito a análise de elementos finitos que é uma técnica matemática que tem sido extremamente aplicada na engenharia e mecânica estrutural. Através da análise, podemos verificar a representações das forças e analisar como uma estrutura se comporta sofrendo forças incidentes em varias direções. Ela esta sendo utilizada para verificar as tensões dos materiais estruturais utilizados nos objetos. A análise por elementos finitos (AEF) é utilizada para determinar os valores de tensão de tração (σ_{max}), compressão (σ_{min}) e

cisalhamento (τ) para o tecido ósseo (osso cortical e medular) e os valores de deformação máxima (ϵ_{\max}) e da tensão de Von Mises (σ_{VM}) Selna LG et all 1975.

Esta dissertação tem como objetivo submeter implantes customizados sub periosteal em análise de elementos finitos comparando tensões em regiões ósseas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste estudo, utilizamos um modelo de maxila atrófica, gerado a partir de um arquivo DICOM através de uma tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), este arquivo retirado dos prontuários da Faculdade ILAPEO- Curitiba, não utilizamos nenhuma outra informação do paciente (FIGURA 1).

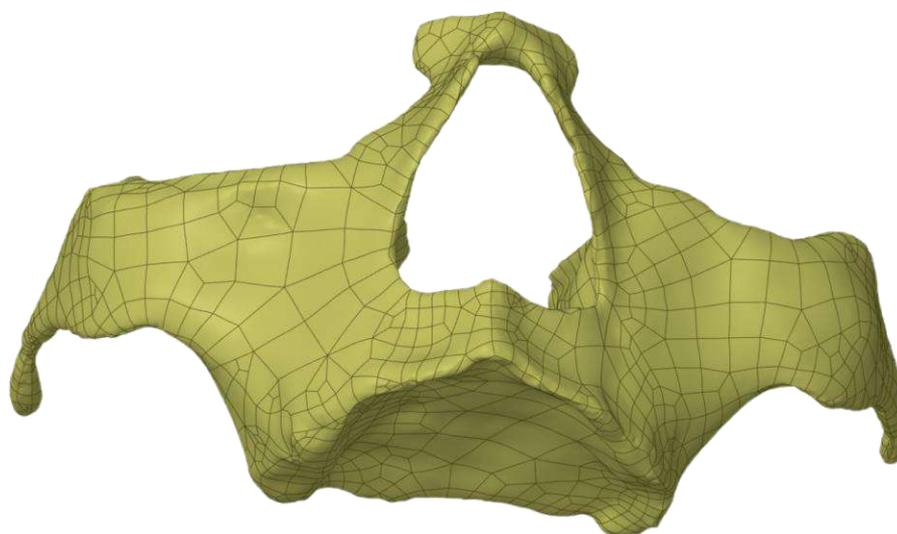


Figura 1 - Modelo 3D desenvolvido, com base em tomografia computadorizada tipo cone beam.

O estudo foi baseado em modelos tridimensionais, desenvolvidos e agrupados em software de desenho assistido por computador (CAD), Autodesk Inventor Professional (2013,

San Rafael, Califórnia, EUA) (FIGURAS 1,2,3), e as análises de elementos finitos realizadas com o auxílio do FEMAP (FEMAP with NX Nastran, v11.3.2 64-bits , Siemens, Texas, EUA).

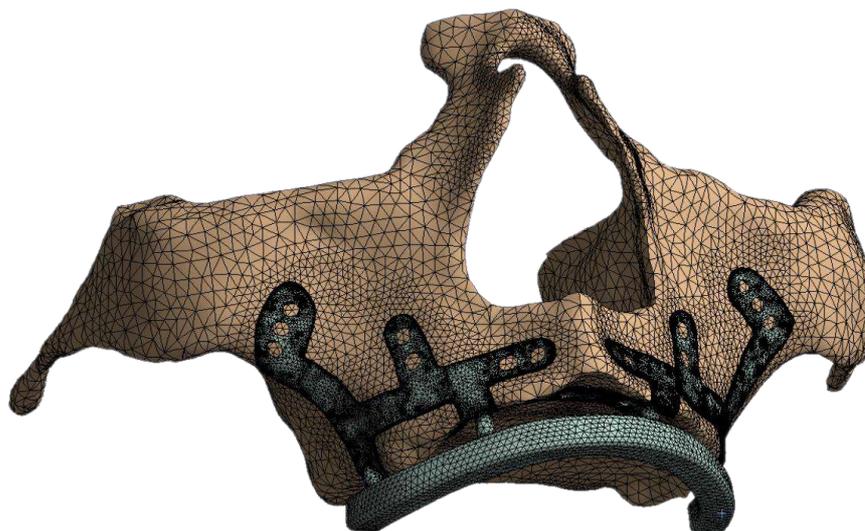


Figura 2 – Quantidade de elemento tetraedro Tet 756404 nós e 461160 elementos para formar a imagem

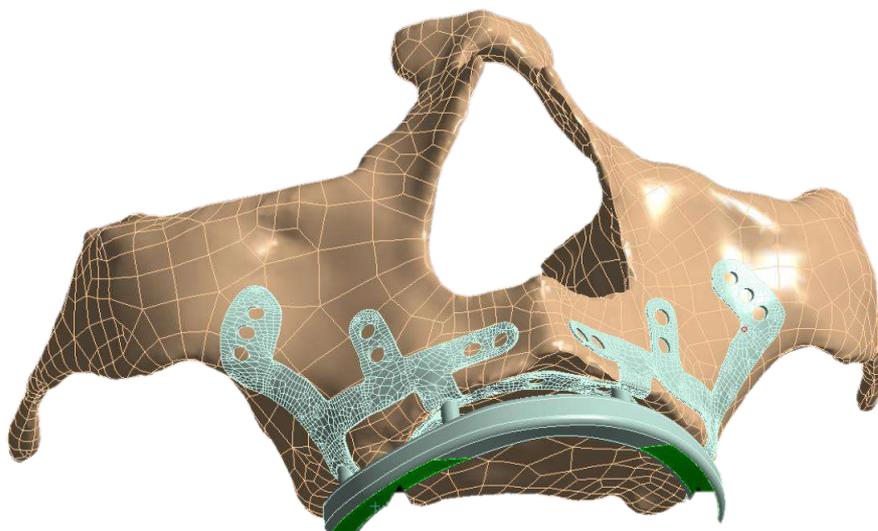


Fig 3 – Implante subperiosteal customizado em modelo 3D, desenvolvido através de software Autodesk Inventor Professional

Neste estudo de análise de elementos finitos consideramos três tipos de materiais: osso tipo II, titânio grau IV (implante customizado) e titânio grau V (barra metálica). Os materiais analisados foram considerados isotrópicos, homogêneos e linearmente elásticos. O coeficiente

de Poisson, refere-se ao valor absoluto entre a relação da carga e a deformação transversal e longitudinal em um eixo de atração axial. O módulo de elasticidade é definido como a relação entre a tensão e deformação do material, indicando sua rigidez. Tabela 1

Tabela da Propriedade dos Materiais

Propriedade dos Materiais			
Material	Modulo de Elasticidade (MPa) Rigidez	Coefficiente de Poisson	Referência
Osso Medular Tipo II	5500	0,3	Tada et al. (2003) (21), Almeida et al. (2010)(22)
Titanio Grau IV	103000	0,361	Conforme "ASTM F 67"
TI6AL4V-ELI (Liga Titânio)	105000	0,361	Conforme "ASTM F 136"

Para não interferir na distribuição de tensões na região de interesse, o modelo foi fixado na região do arco zigomático, região posterior do osso esfenóide e região frontal. (FIGURA 4,5).

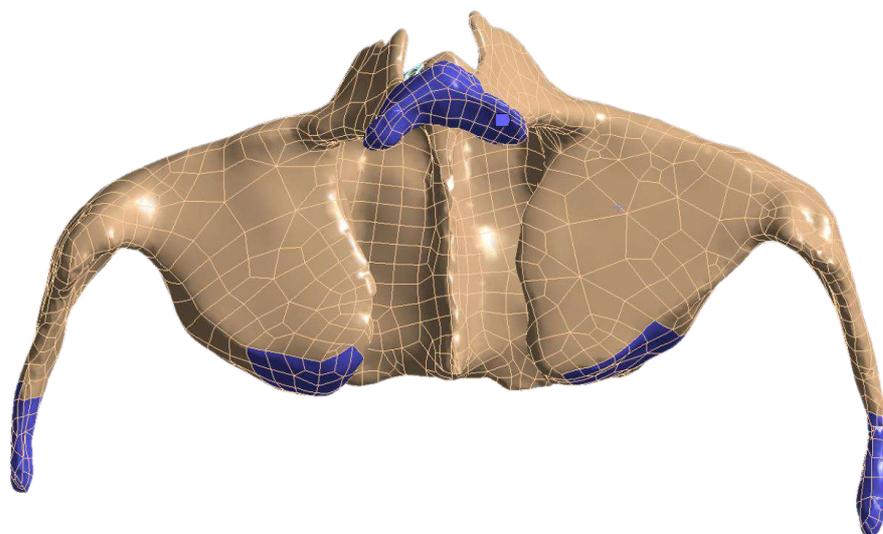


Figura 4, representando fixação do modelo

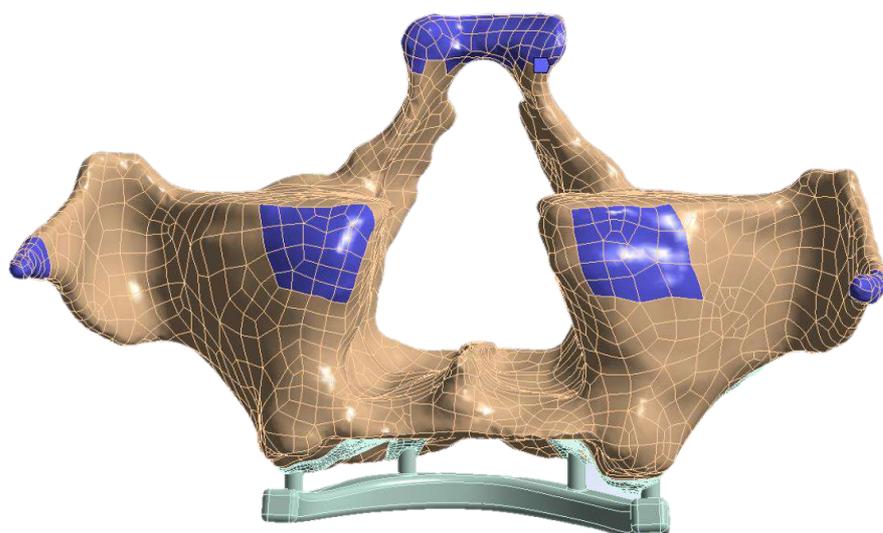


Figura 5, representando fixação do modelo

Os modelos simulados na análise de elementos finitos, foram submetidos a uma força perpendicular a barra metálica de 100N, em ambos os lados, totalizando 200N de força este valor representa as forças oclusais dos dentes pré molares e molares, a barra possui um cantilever de 10mm em ambos os lados (Figura 6).

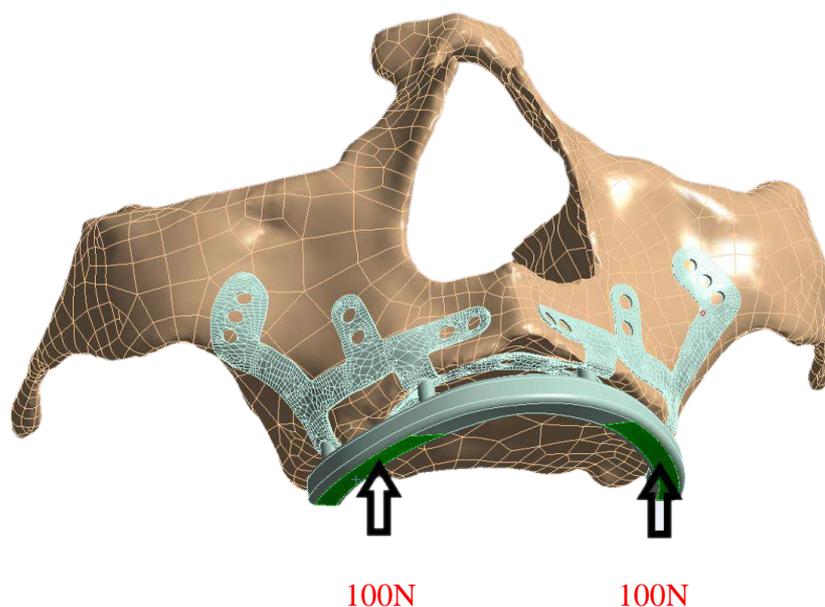


Figura 6, representando a localização das forças

RESULTADOS

Analisando os resultados das análises de elementos finitos (AEF), onde constatamos as tensões sofridas no tecido ósseo, (representadas por cores, cuja intensidade segue uma escala localizada ao lado esquerdo de cada modelo), foram maiores no rebordo alveolar em área onde a barra fica apoiada, bem como a distribuição desta força segue ao longo da estrutura óssea que recebe as fixações de titânio, sendo pilar canino e pilar zigomático maxilar. Os valores de tensões no leito ósseo não ultrapassam 6Mpa, as maiores tensões estão localizadas no rebordo alveolar, não excedendo o valor de resistência do osso cortical. (compressão= 170 e tração= 100 MPa, segundo Boskaya, 2004).

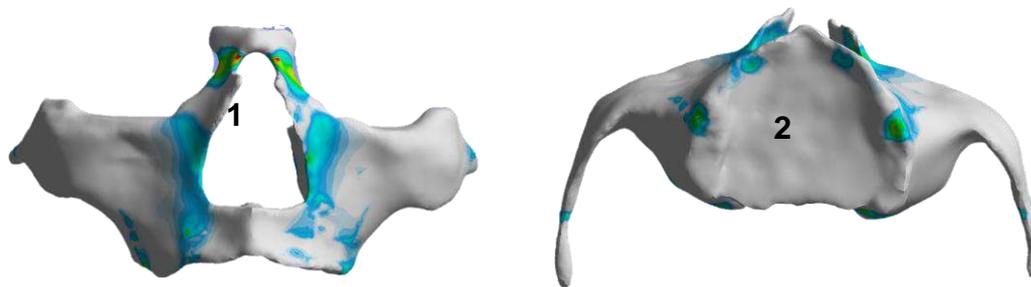


Fig 1 e 2 Distribuição das tensões no modelo 3D ósseo, reabilitado através de implantes customizados

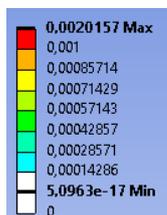
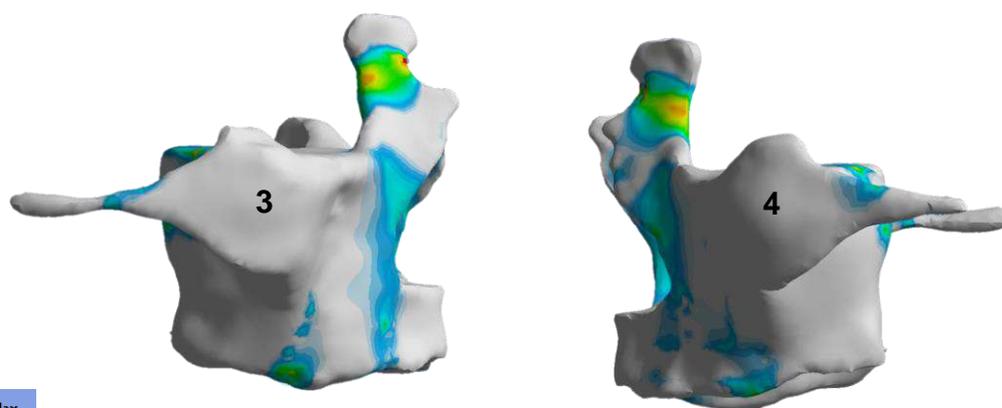


Fig 3 e 4 Distribuição das tensões no modelo 3D ósseo, reabilitado através de implantes customizados

Ao adicionarmos a customização de implantes, podemos observar que o stress maior gerado se localiza na região de aplicação das forças e a barra metálica absorve esta força evitando stress no tecido ósseo, os resultados maiores ficaram na região de pre e molar constatamos que este stress não ultrapassou 6Mpa.

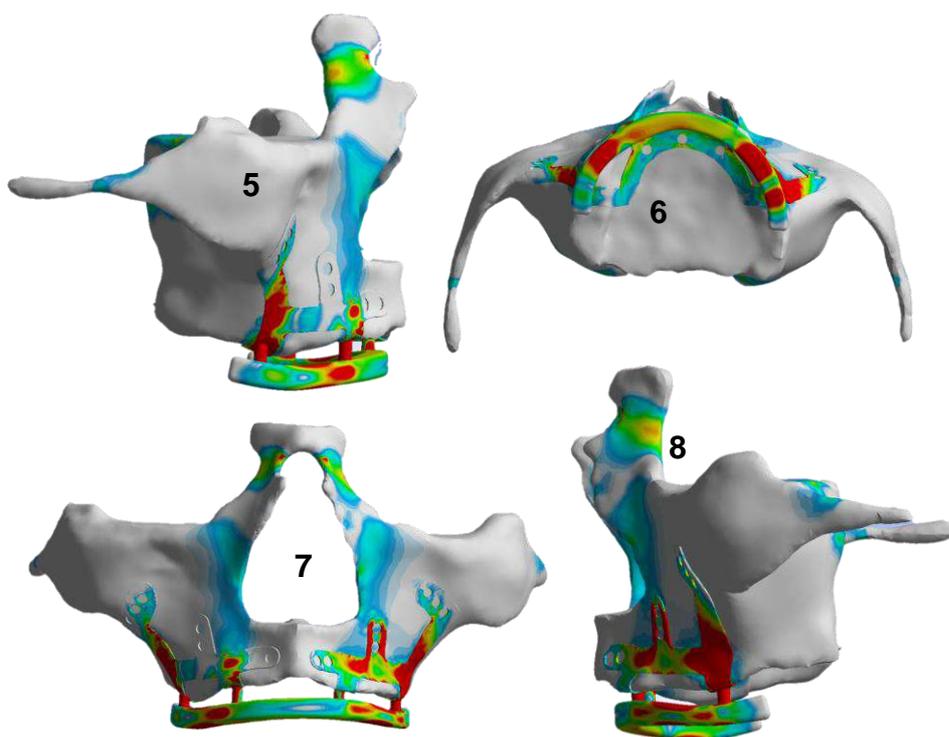


Fig 5 a 8 Distribuição das tensões de Von Mises nos implantes customizados e tecido ósseo

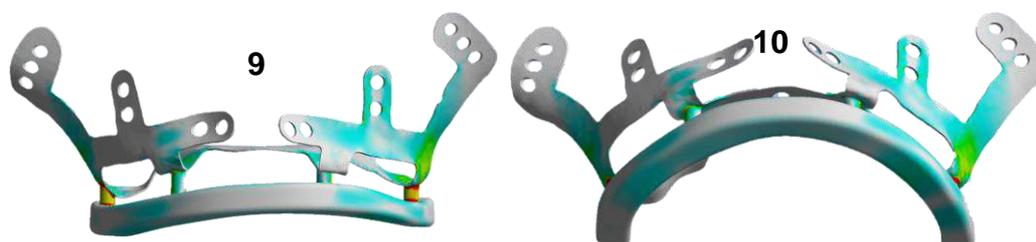


Figura 9 e 10. Distribuição das tensões de Von Mises no implante customizado

A análise em elemento finito da customização observamos boa distribuição de forças com um pico maior na conexão distal onde recebeu a força vertical de 100N, mesmo sofrendo maior incidência de carga se aproximou dos 30Mpa, é considerado abaixo do valor de escoamento do titânio grau IV

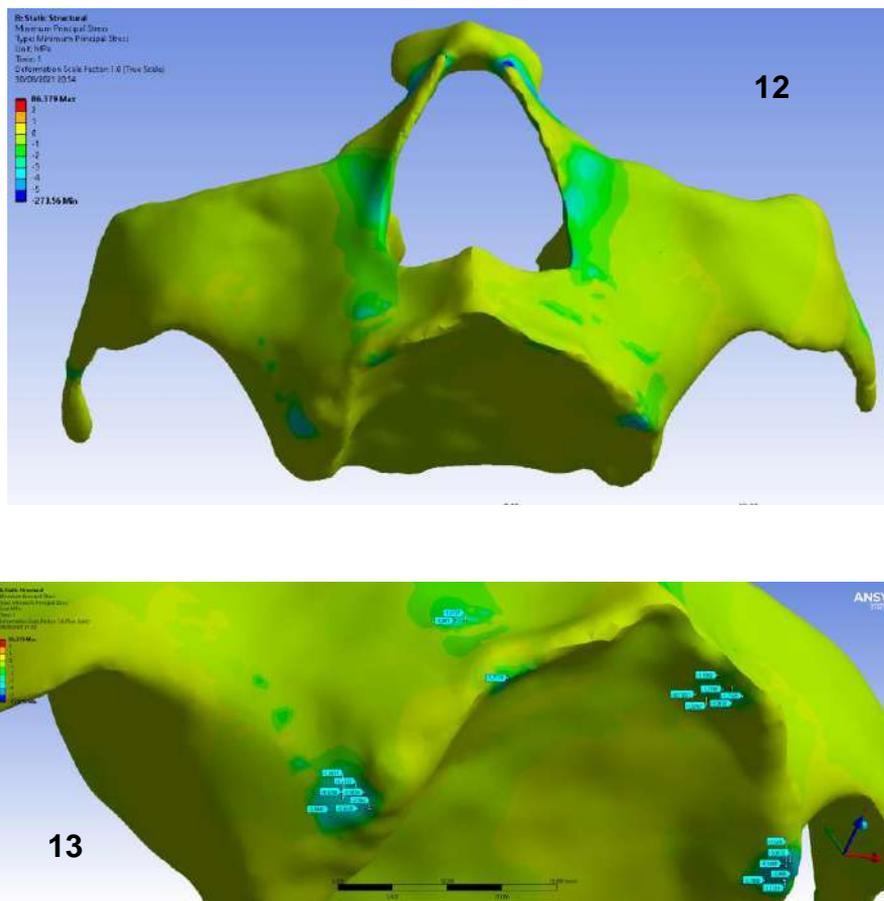


Figura 12 e 13 Distribuição das tensões mínimas principais

DISCUSSÃO

A técnica de elementos finitos tem sido utilizada desde 1956 na área da engenharia civil e aeroespacial, um dos primeiros estudos fotoelásticos aplicados à odontologia tratou da distribuição do estresse na estrutura dentária ao redor das restaurações; Selna et al. 1975, introduziu na odontologia a análise em elementos finitos, onde consiste num cálculo matemático de avaliação de tensões em um corpo, utilizando engenharia estrutural e mecânica estrutural. Através deste cálculo podemos simular as geometrias, cargas e heterogeneidades dos materiais. O conceito básico da análise de elementos finitos, consiste na subdivisão do corpo estudado em diversas e pequenas formas geométricas (são utilizados triângulos e quadrados para estudo em duas dimensões, tetraedros e hexaedros em estudos de três dimensões). A

representação matemática da deformação física e tensões do objeto pode ser utilizada em diferentes geometrias.

Os implantes subperiosteais são uma alternativa para reabilitação de pacientes com atrofia maxilar, ele nos traz algumas vantagens em relação aos implantes convencionais; possibilidade de realização de carga imediata após o procedimento cirurgico, segundo stefano N e Lorenzo V 2021, o implante subperiosteal em maxilla atrofica, proporciona um menor tempo cirurgico e um carregamento funcional provisorio imediato.

Mommarts et all 2018, através de estudo em pacientes pode concluir que o implante subperiosteal é uma alternativa valiosa para maxila atrofica devolvendo a função imediata, com uma intervenção cirúrgica que muitas vezes requer apenas anestesia local; a customização se mostra uma alternativa promissora, mas requer maior estudo e prazo de acompanhamento.

Com o objetivo de avaliar a reconstrução de maxilas atroficas utilizando implantes customizados, Casper et al. 2021, constatou que a customização oferece ao paciente uma restauração funcional imediata em uma única intervenção, utilizado em pacientes onde não permite a utilização de implantes endosseos do tipo parafusado.

Os implantes customizados nos trazem a possibilidade de evitar reconstruções ósseas, minimizando procedimentos cirúrgicos e devolvendo o paciente mais rápido a sociedade; de acordo com Cerea M. & Giorgio A. D. em 2018, em um estudo clinico retrospectivo customizado ofereceu as vantagens de minimizar as necessidades de tratamento de aumento do rebordo ósseo.

Mommarts et all 2017, através de um relato de caso onde teve como objetivo apresentar um conceito inovador de implantes subperiosteal manufacturados aditivamente (AMSJIs), concluiu que a técnica visa reabilitação de pacientes desdentados totais de maxila, defeitos

parciais e ou ambos além de defeitos pós-ressecção, tem como objetivo evitar o enxerto ósseo e fornecer restauração funcional imediata com uma sessão cirúrgica.

Atraves da customização podemos realizar a confecção da barra protética previamente ao procedimento cirurgico, diminuido etapas e tempo de tratamento, de acordo com Gellrich et al 2017, onde projetou um implante que permite ancoragem endóssea multivetorial ao redor do tecido osseo, atraves de fluxo digital, a orientação destes implantes se dão pela protese, apos duas peças são fundidas digitalmente com o implante de peça unica.

Com base nos resultados podemos constatar que a carga mastigatória sofrida pelo implante subperiosteal é dissipada pelas regiões do terço medioda face, pricipalemnte pilar canino e pilar zigomático onde as aletas de fixação encontram-se apoiadas, outra região que merece atenção é o rebordo alveolar que também absorve a dissipação da força gerada, a pesar de não ser muito significativa; ao longo prazo e em osso de baixa densidade pode causar uma perda tecidual óssea gradativa aumentando a instabilidade, sugerimos que ao analisar as áreas de fixação e assentamento da barra, elegemos de escolha áreas com maior densidade e largura óssea.

Ao analisarmos a estrutura do implante customizado, observamos que as aletas de fixação principalmente as posteriores fixadas no pilar zigomático absorvem uma maior intensidade de carga dissipada, os conectores protéticos tambem tendem a sofrer uma maior incidência de forças, estas regiões tendem a receber um reforço evitando danos estruturais futuros, quanto mais reforço na estrutura maior custo será gerado para fabricação do implante subperiosteal, pensando em melhorias e diminuição de custos num processo de topografia e elementos finitos Carnicero et all 2021, estudou 5 casos com padrões mastigatorios diferentes, desenvolve uma diminuição volumétrica em 28% no implante subperiosteal, proporcionando resultados promissores com diminuição de custos. O remanescente alveolar é uma outra região que absorve a força gerada, sendo assim devemos observar áreas de maior densidade e largura

óssea para acomodação da sela da estrutura customizada, pois a força absorvida com o tempo pode gerar instabilidades na customização, importante o implante customizado possuir tratamento de superfície na face interna para promover a osseointegração bem como nos parafusos de fixação, minimizando os efeitos da dissipação das cargas.

Ao nosso entender seria de extrema importância a realização de análise em elementos finitos nos casos de implantes subperiosteais, pois assim poderíamos prever uma melhor estrutura customizada, posicionando melhor as aletas, refinando a estrutura, equilibrando sua estrutura para que as distribuições das cargas oclusais sejam melhor dissipadas na estrutura, Mommarts et al 2018 em estudo com elementos finitos promoveu melhorias na estrutura melhorando o posicionamento das aletas e tirando as linhas de incisões.

O presente estudo é estatístico e verificou cargas verticais com força de 100N, temos estudos onde foram analisados ciclos de mastigação com intensidade de força diferente, mesmo com intensidade de força diferente continua sendo estático, necessitaríamos de estudos futuros com dinâmicas oclusais para um melhor entendimento do comportamento em vivo dos implantes subperiosteais.

Com a evolução dos softwares e das imagens em DICOM, os implantes subperiosteais obtiveram uma nova ascensão pois podemos realizar o trabalho através de tecnologia digital, diferentemente de anos anteriores que os pacientes passavam por dois procedimentos cirúrgicos, primeiramente para realização de uma moldagem óssea e posterior instalação do dispositivo, hoje dispomos das fixações do dispositivo no osso através de parafusos diferentemente do modelo anterior que era justa óssea, a customização atual também possui tratamento de superfície, bem como o seu parafuso de fixação, o que com o tempo ocorre uma osseointegração do material com a estrutura óssea.

Ao realizarmos o planejamento da customização devemos levar em consideração o local das incisões, se não forem bem planejadas corremos o risco de ocorrer exposição de uma

das aletas e conseqüentemente contaminação da customização, tendo a possibilidade de perda do tratamento, devemos optar por uma área de incisão que contenha uma boa quantidade de tecido queratinizado, minimizando os riscos de fenestração tecidual. Mommarts et al 2018, através de estudo em pacientes promoveu melhorias estéticas feitas no implante subperiosteal fabricado aditivamente (AMSJI), mudando a posição das aletas anteriores para fugir das áreas de incisões.

Um ponto negativo da customização é pelo fato de ser uma peça única, sendo assim se ocorrer alguma falha pode comprometer a estrutura toda, linhas de incisão mal planejadas pode comprometer o tecido e criar deiscências, soltura de parafusos da fixação podem comprometer toda estabilidade do implante subperiosteal.

CONCLUSÃO

Com base neste trabalho de elementos finitos podemos concluir que os implantes subperiosteais confeccionados via fluxo digital são uma alternativa viável pra tratamento de maxilas atroficas, o elemento finito é de extrema importância para um bom resultado da customização, estudos em pacientes são necessários para validar a técnica.

REFERÊNCIAS

1. Atwood DA. Reduction of residual ridges: A major oral disease entity. *J Prosthet Dent.* 1971;26(3):266–79.
2. Moss JP, Grindrod SR, Linney AD, Arridge SR, James D. A computer system for the interactive planning and prediction of maxillofacial surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;94(6):469-475.
- 3.Bozkaya D, Muftu S, Muftu A. Evaluation of load transfer characteristics of five different implants in compact bone at different load levels by finite elements analysis. *J Prosthet Dent.* 2004;92(6):523–30.
4. Cerea M, Dolcini GA. Custom-Made Direct Metal Laser Sintering Titanium Subperiosteal Implants: A Retrospective Clinical Study on 70 Patients. *Biomed Res Int.* 2018;2018:5420391.

5. Cohen DJ, Cheng A, Kahn A, et al. Novel Osteogenic Ti-6Al-4V Device For Restoration Of Dental Function In Patients With Large Bone Deficiencies: Design, Development And Implementation. *Sci Rep.* 2016;6:20493.
6. Selna LG, Shillingburg HT, Kerr PA. Finite element analysis of dental structures — axisymmetric and plane stress idealizations. *J Biomed Mater Res.* 1975;9(2):237–52.
7. Littuma GJS, Lopez CAV, Engler MLPD, Magini R de S, Meurer E. Análise tridimensional de elementos finitos da distribuição de tensões em implantes inclinados: uma revisão de literatura. *Rev Odontol Univ da Cid São Paulo.* 2016;29(1):48–56.
8. Gellrich NC, Zimmerer RM, Spalthoff S, et al. A customised digitally engineered solution for fixed dental rehabilitation in severe bone deficiency: A new innovative line extension in implant dentistry. *J Craniomaxillofac Surg.* 2017;45(10):1632-1638.
9. Casper Van den Borre, Marco Rinaldi, Björn De Neef , Natalie A. J. Loomans, Erik Nout , Luc Van Doorne, Ignace Naert , Constantinus Politis 9 , Hylke Schouten 10 , Geert Klomp 6 , Ludovic Beckers 11, Marshall M. Freilich 12 and Maurice Y. Mommaerts. 13,14 Radiographic Evaluation of Bone Remodeling after Additively Manufactured Subperiosteal Jaw Implantation (AMSJI) in the Maxilla: A One-Year Follow-Up Study; *J. Clin. Med.* 2021;10:3542.
10. Cohen DJ, Cheng A, Kahn A, et al. Novel Osteogenic Ti-6Al-4V Device For Restoration Of Dental Function In Patients With Large Bone Deficiencies: Design, Development And Implementation. *Sci Rep.* 2016;6:20493.
11. Van den Borre C, Rinaldi M, De Neef B, et al. Patient- and clinician-reported outcomes for the additively manufactured sub-periosteal jaw implant (AMSJI) in the maxilla: a prospective multicentre one-year follow-up study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2022;51(2):243-250.
12. Mommaerts MY. Evolutionary steps in the design and biofunctionalization of the additively manufactured sub-periosteal jaw implant 'AMSJI' for the maxilla. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2019;48(1):108-114.
13. Gellrich NC, Rahlf B, Zimmerer R, Pott PC, Rana M. A new concept for implant-borne dental rehabilitation; how to overcome the biological weak-spot of conventional dental implants?. *Head Face Med.* 2017;13(1):17.
14. John C Minichetti, Analysis of HA-coated subperiosteal implants *J Oral Implantol.* 2003;29(3):111-6
15. S Schou 1, L Pallesen , E Hjørting-Hansen , CS Pedersen , B Fibaek A 41-year history of a mandibular subperiosteal implant *Relatos de Caso Clin Implantes Orais Res .*2000 abril;11(2):171-8
16. Moore DJ, Hansen PA. A descriptive 18-year retrospective review of subperiosteal implants for patients with severely atrophied edentulous mandibles. *J Prosthet Dent.* 2004;92(2):145-150.

17. Mommaerts MY. Additively manufactured sub-periosteal jaw implants. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2017;46(7):938-940.
18. Stefano N, Lorenzo V. The Use of Digital Sub-Periosteal Implants in Severe Maxillary Atrophies Rehabilitation: A Case Report. *J Head Neck Spine Surg.* 2021;4(3):555636.
19. Dimitroulis G, Gupta B, Wilson I, Hart C. The atrophic edentulous alveolus. A preliminary study on a new generation of subperiosteal implants. *Oral Maxillofac Surg.* 2022;10.1007/s10006-022-01044-3.
20. Carnicero A, Peláez A, Restoy-Lozano A, Jacquott I, Perera R. Improvement of an additively manufactured subperiosteal implant structure design by finite elements based topological optimization. *Sci Rep.* 2021 Jul 28;11(1):15390.
21. Surovas A. A digital workflow for modeling of custom dental implants [published correction appears in *3D Print Med.* 2019 Aug 20;5(1):14]. *3D Print Med.* 2019;5(1):9. Published 2019 Jun 6. doi:10.1186/s41205-019-0046-y
22. Mangano C, Sinjari B, Shibli JA, et al. A Human Clinical, Histological, Histomorphometrical, and Radiographical Study on Biphasic HA-Beta-TCP 30/70 in Maxillary Sinus Augmentation. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;17(3):610-618. doi:10.1111/cid.12145
23. Aloy-Prósper A, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M. The outcome of intraoral onlay block bone grafts on alveolar ridge augmentations: a systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2015;20(2):e251-e258. Published 2015 Mar 1. doi:10.4317/medoral.20194
24. Asawa N, Bulbule N, Kakade D, Shah R. Angulated implants: an alternative to bone augmentation and sinus lift procedure: systematic review. *J Clin Diagn Res.* 2015;9(3):ZE10-ZE13. doi:10.7860/JCDR/2015/11368.5655
25. Al-Thobity AM, Wolfinger GJ, Balshi SF, Flinton RJ, Balshi TJ. Zygomatic implants as a rehabilitation approach for a severely deficient maxilla. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29(6):e283-e289. doi:10.11607/jomi.3662
26. Bechara S, Kubilius R, Veronesi G, Pires JT, Shibli JA, Mangano FG. Short (6-mm) dental implants versus sinus floor elevation and placement of longer (≥ 10 -mm) dental implants: a randomized controlled trial with a 3-year follow-up. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(9):1097-1107. doi:10.1111/clr.12923

2. Artigo científico 2

Artigo de acordo com as normas da Faculdade ILAPEO, para futura publicação no periódico
Revista Implant News

FLUXO DE TRABALHO DIGITAL COM GUIA E PRÓTESE SOBREPOSTOS MAGNETICAMENTE PARA REABILITAÇÃO IMPLANTOSSUPOORTADA DE ARCO TOTAL

Maria Aparecida da Silva¹
Roberto da Silva²

¹ Mestrando em Implantodontia, Especialista em Cirurgia e Traumatologia Buco Maxilo Facial, Especialista em Implantodontia

² Mestrando em Implantodontia, Especialista em Cirurgia e Traumatologia Buco Maxilo Facial, Especialista em Implantodontia

RESUMO

Com a evolução do sistema de escaneamento, melhora na precisão, tornou-se possível proporcionar aos pacientes uma maior agilidade nos tratamentos com implantes, este trabalho tem como objetivo descrever um caso clínico no qual o planejamento protético prévio foi realizado com os cuidados recomendados para permitir a instalação guiada dos implantes em maxila e a instalação imediata, no mesmo tempo cirúrgico, de uma reabilitação de arco total confeccionada previamente em PMMA fresada, em um fluxo totalmente digital, com o sistema magnético de encaixes. Paciente de 64 anos compareceu ao curso de mestrado da ILAPEO, com queixa de dificuldade mastigatória e estética, após diagnóstico e planejamento foi proposto reabilitação com implantes superiores e inferiores onde a prótese superior foi realizada totalmente em fluxo digital. Conclusão, a cirurgia guiada em implantes com instalação de prótese imediata fresada previamente e instalada no mesmo tempo cirúrgico é possível com o sistema de guias empilháveis por magnetos, desde que o planejamento protético prévio seja corretamente executado.

Palavras-chave: Fluxo de trabalho digital; Cirurgia auxiliada por computador; Cirurgia guiada por implante; Cirurgia assistida por computador; Implantes dentários.

ABSTRACT

With the evolution of the scan system, improved accuracy, it became possible to provide asos patients with greater agility in implant treatments, this work aims to describe a clinical case in which previous prosthetic planning was carried out with the recommended care to allow guided installation of maxilla implants and immediate installation, at the same surgical time, of a total arc rehabilitation previously made in milled PMMA, in a totally digital flow, with the magnetic system of fittings. A 64-year-old

patient attended the ILAPEO master's court, complaining of masticatory and aesthetic difficulty, after diagnosis and planning, rehabilitation was proposed with upper and lower implants where the upper prosthesis was performed entirely in digital flow. Conclusion, guided surgery in implants with immediate prosthesis installation previously milled and installed at the same surgical time is possible with the system of guides stackable by magnets, provided that the previous prosthetic planning is correctly performed.

Keywords: : Digital work Flow; Computer-aided surgery; Implant-guided surgery; Computer-assisted surgery; Dental implants

INTRODUÇÃO

A instalação de implantes osseointegráveis, apesar de fazer parte da rotina odontológica, segue objeto de estudos devido à busca por excelência estética e funcional. Nesse contexto ocorreu o desenvolvimento da técnica de cirurgia guiada, sendo considerada hoje uma excelente opção, por ser uma ferramenta que permite o estudo prévio da estética e do posicionamento dos implantes relacionado à prótese idealizada (Santana et al 2018)

A técnica CAD-CAM (Computer-Aided Design/ Computer-Aided Manufacturing) foi desenvolvida e é utilizada na engenharia desde a década de 1960 Davidowitz et al 2011, Melenikiotis et al 2022, mas só mais tarde passou a ser utilizada na odontologia Correia et al 2006. Teve seu início na produção de próteses odontológicas (escâner de bancada) e protótipos (impressos à partir de arquivos Dicom gerados em tomografias). As restaurações protéticas então se beneficiaram pelo desenvolvimento de novas técnicas e materiais, aumentando, assim, a rapidez na fabricação, precisão, previsibilidade e longevidade dos trabalhos reabilitadores. Com a evolução das tecnologias, escaners, fresadoras e impressoras a confecção de trabalhos protéticos sobre dentes e implantes de uma forma totalmente digital utilizando o sistema CAD/CAM apresentou alto crescimento (Hilgert et al 2010). Dentre as novas tecnologias pode-se ressaltar o escâner intraoral, por ter tornado possível o chamado fluxo digital completo, reduzindo o tempo clínico para confecção dos trabalhos (Stawarczyk, 2017). Novos materiais com propriedades físicas e mecânicas aprimoradas também surgiram. Os discos (blocos) de PMMA pré-polimerizados, a partir dos quais são fresadas as bases das próteses são um exemplo. O PMMA pré-formado é polimerizado por injeção, sob alta temperatura e pressão, o

que evita o encolhimento e tem revolucionado as possibilidades de confecção de próteses provisórias (Kattadiyi et al 2017).

A cirurgia de implante guiado pode ser dinâmica ou estática. Cirurgias guiadas dinâmicas envolvem o uso de um sistema de navegação auxiliado por computador para permitir a visualização do campo cirúrgico em tempo real. Os guias estáticos são os obtidos por impressão (ou fresagem) do desenho (CAD) idealizados em software de planejamento e continua sendo o método mais utilizado. O planejamento dos implantes na técnica da cirurgia guiada estática utiliza o alinhamento dos dados tridimensionais (3D) obtidos a partir da tomografia computadorizada do feixe cônico (CBCT) com os arquivos obtidos da varredura óptica da superfície, que gera o arquivo STL. Um software de desenho pode ser utilizado para montagem dos dentes (planejamento virtual da reabilitação) ou um guia obtido por duplicação de montagem em cera previamente aprovada pode ser utilizado no momento da tomada tomográfica. O software de planejamento permite o posicionamento dos implantes relacionados à posição protética e após aprovação pode ser realizada a fabricação do guia cirúrgico. A prótese que o paciente utiliza pode ser adotada como referência e auxiliar na confecção de uma prótese provisória ou definitiva em substituição à montagem em cera, desde que tenha sido planejada envolvendo estudos relacionados à estética labial que será obtida quando o paciente for reabilitado com a futura prótese fixa, Uhlendorf Y et al 2017, Papaspyridakos et al 2015; Ji-Hyeon 2017, Lepidi L et al 2020. O guia cirúrgico fabricado pode ser suportado por dente, mucosa ou osso

Apesar da confiabilidade descrita para a técnica de cirurgia guiada (Polizzi et al. 2013) e superioridade se comparada à técnica à mão livre (Varga 2020), são conhecidos desvios angulares e horizontais em cirurgias in vivo (Bover-Ramos 2018; Pyo 2019), principalmente em arcos totais nos quais os guias são mucossuportados (Seo et al. 2019), o que dificulta a confecção prévia das próteses e leva à necessidade de moldagens, ou escaneamento, da posição

final dos implantes e componentes para posterior confecção da reabilitação em arcos totais, havendo relatos de próteses confeccionadas previamente em casos parciais (Marchack et al. 2007; Dolcini et al. 2016). Pode-se assim dizer que há uma busca ainda latente: o desejo de trazer para o ambiente cirúrgico a prótese provisória totalmente pronta em arcos totais. Novos guias com a proposta de sobreposicionamento já foram descritos para permitir o preparo ósseo da área e a posterior instalação dos implantes guiados (referência). São também descritos guias empilháveis impressos com o formato da prótese previamente desenhada para serem utilizados como moldeiras e registro. No entanto, não foi descrito um método para trazer a prótese pronta já sobreposta ao guia cirúrgico. Frente a essa realidade, o objetivo deste trabalho é descrever um caso clínico no qual o planejamento protético prévio foi realizado com os cuidados recomendados para permitir a instalação guiada dos implantes em maxila e a instalação imediata, no mesmo tempo cirúrgico, de uma reabilitação de arco total confeccionada previamente em PMMA fresada, em um fluxo totalmente digital, com o sistema magnético de encaixes.

RELATO CASO

Paciente do gênero masculino, caucasiano, 64 anos de idade, compareceu á clínica do Curso de Mestrado da Faculdade ILAPEO, com queixa principal de mobilidade dental, dificuldade de mastigação e desejo de realizar implantes dentais para melhora da estética e função.

O exame clínico e radiográfico permitiu verificar que era portador de desgastes dentais e vários elementos dos dois arcos apresentavam mobilidade (figuras 1 e 2A). Foi realizada documentação fotográfica, moldagens e montagem dos modelos em articulador semi-ajustável (ASA) para estudo utilizando um JIG (figura 2B). Após o estudo, o plano de tratamento foi proposto e incluiu na primeira etapa: exodontia dos dentes remanescentes superiores e

instalação de uma prótese total imediata mucossuportada provisória. Numa segunda fase seriam removidos os dentes inferiores, instalados implantes e o paciente receberia uma prótese fixa implantossuportada mandibular e uma nova prótese total maxilar reabilitando funcional e esteticamente. Na terceira etapa seriam planejados os implantes maxilares e a reabilitação implantossuportada imediata. O paciente aceitou o plano de tratamento proposto. Então, no laboratório, foram executadas as remoções dos dentes maxilares no gesso e a confecção de uma primeira prótese mucossuportada provisória na DVO estabelecida na montagem do ASA. Foram realizadas as exodontias e essa primeira prótese total imediata foi instalada. Depois da cicatrização foi obtido um novo modelo do arco superior e esse foi montado em ASA. Para isso, os planos de cera foram ajustados em boca, estando o plano superior em uma base de prova sem flange no setor anterior, para permitir o estudo do suporte labial. Neste plano foram definidos os fatores estéticos como: comprimento do plano, curvatura incisal, corredores bucais, a dimensão vertical de oclusão (DVO) e o relacionamento entre arcos no sentido horizontal, na posição de relação de oclusão cêntrica. Foi realizada a escolha dos dentes, a montagem em cera e a prova funcional.

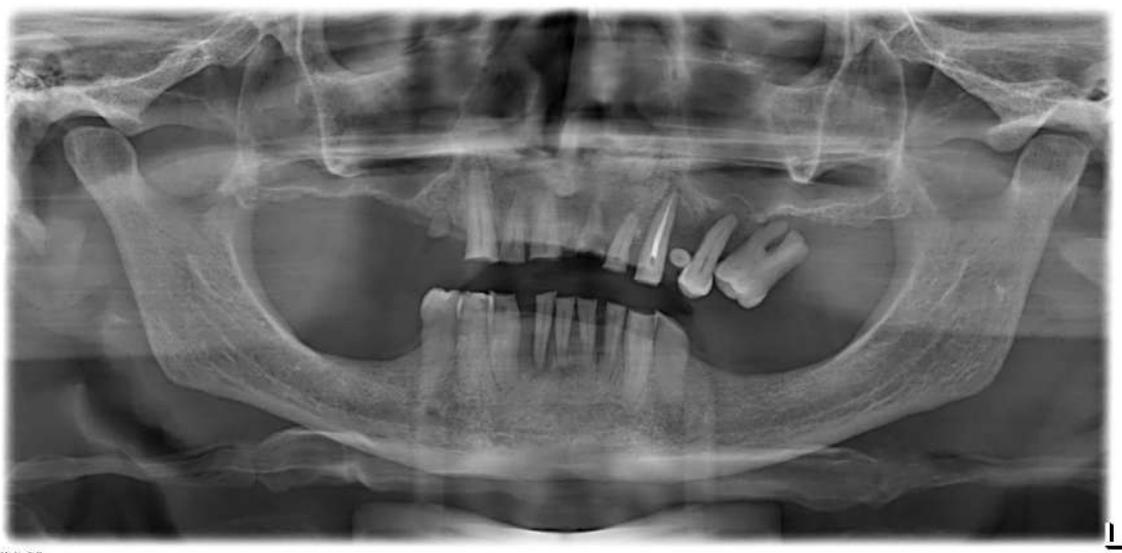


Figura 1- Radiografia panorâmica inicial



Figura 2. Foto frontal inicial. A. DVO do paciente. B. Com registro na DVO planejada em RC.

Na prova dos dentes foi possível confirmar a DVO planejada e também os contatos oclusais repetindo a oclusão estabelecida no ASA. O desenho do lábio superior foi considerado bom, tanto no repouso como no sorriso espontâneo e forçado, o que referendou a indicação de reabilitação maxilar implantossuportada com desenho dentogengival. A análise tomográfica permitiu confirmar boa disponibilidade óssea para instalação de 4 implantes mandibulares na região anterior e também na maxila. Assim sendo, procedeu-se ao planejado para a segunda etapa do tratamento. Os dentes inferiores foram extraídos, foram instalados 4 implantes (modelo, comprimento, diâmetro, Neodent, Curitiba, Brasil) sendo os dois distais intencionalmente inclinados. Como todos apresentaram estabilidade primária igual ou maior que 45Ncm, mini pilares cônicos foram escolhidos e instalados. Foi realizada a moldagem com guia multifuncional e as próteses foram entregues após 48 horas. Foram realizados os ajustes funcionais e o paciente revelou estar satisfeito com a reabilitação (figuras 3 e 4).



Figura 3. Prótese total mucossuportada maxilar e prótese híbrida implantossuportada instaladas.

Após um período de 2 meses de controle, passou-se ao preparo para a reabilitação implantossuportada do arco superior através da técnica de cirurgia guiada com confecção prévia de prótese dentogengival fresada em PMMA. Para isso, foi realizado escaneamento intraoral (Virtuo Vivo, Straumann) da prótese total instalada (escolhendo pré-tratamento no editor de planos do escâner); do rebordo edêntulo; arco antagonista e oclusão (figura 5). Para preparar a prótese para a tomada tomográfica, foram feitas 5 demarcações que foram preenchidas com guta percha (figura 6) e um registro interoclusal com silicone denso (marca, fabricante, país) com o objetivo de afastar os dentes inferiores. Com essa prótese preparada em boca foi realizada a tomada tomográfica cone beam. Uma segunda tomografia foi realizada somente da prótese fora da boca. As imagens da tomografia (em formato DICOM) e os arquivos virtuais (em formato STL) foram importados no software coDiagnostiX (Dental Wings, Chemnitz, Alemanha). Foram instalados nesse ambiente virtual quatro implantes Drive GM (Neodent, Curitiba, Brasil) conforme disponibilidade óssea, buscando melhor ancoragem, para permitir a obtenção da estabilidade primária. O melhor posicionamento espacial dos implantes foi estudado tomando como referência o desenho protético e a posição vertical foi definida a 2mm infra óssea, conforme indicação da filosofia cone Morse. Após aprovação do posicionamento dos implantes foram escolhidas as alturas dos minipilares cônicos GM (Neodent, Curitiba, Brasil) e as anilhas foram habilitadas (figuras 7 e 8).

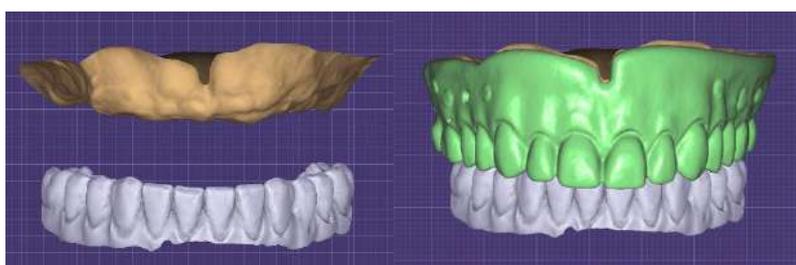


Figura 5. A. Imagens do rebordo e da prótese inferior escaneados. B. Com a PT superior em oclusão.



Figura 6. Prótese total com as demarcações preenchidas com guta percha.

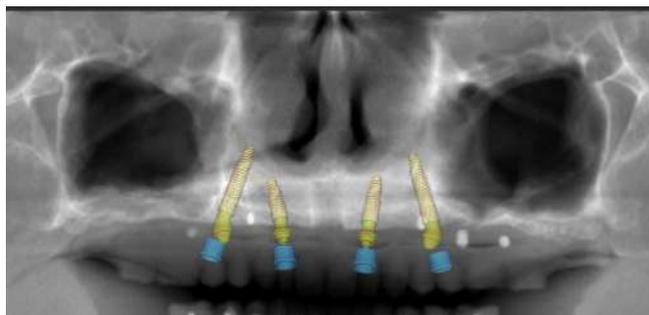


Figura 7. Reconstrução panorâmica com os implantes e mini pilares instalados e também anilhas habilitadas.

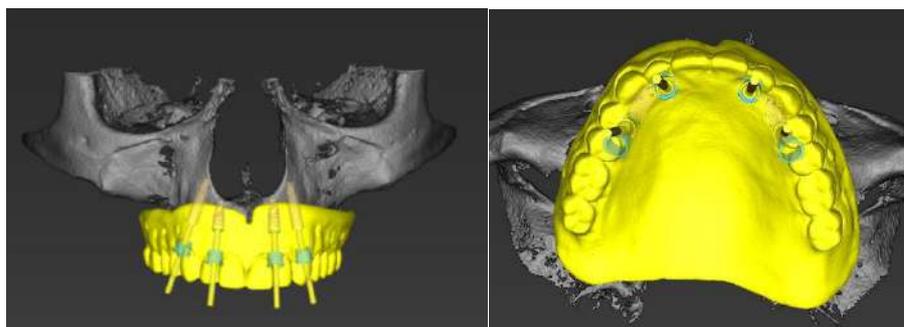


Figura 8. Implantes posicionados com as anilhas habilitadas. Estudo relacionado ao posicionamento dentário. A. Vista frontal. B. Vista oclusal.

Para obter a prótese, os arquivos aprovados foram encaminhados para um *planning center* (Digital Center Lab, Batatais, SP). O planejamento virtual com as coordenadas dos implantes foi exportado junto com o enceramento virtual para o enceramento do guia cirúrgico e da prótese fixa provisória, para o Exocad 3.0 Galway (Darmstadt, Alemanha). Foi realizado o desenho da prótese (Figura 9) e o desenho (CAD) do guia cirúrgico mucossuportado base (figura 10 A). Sobre ele foi projetado o desenho do guia cirúrgico trazendo o desenho da prótese, para que alguns dentes pudessem ser mantidos no desenho (figuras 10B e C). Então, o CAD da prótese foi trazido sobre o guia base para ser adaptado ao mesmo. O Meshmixer (Autodesk, Estados Unidos) foi empregado para projetar as ligações de corte e permitir a colocação de imãs na guia digital para fazer o encaixe da prótese fresada em polimetil metacrilato (PMMA) figura 11. Os guias base e cirúrgico foram impressos com a resina(Fabricante, cidade, país) na impressora(.....) e a prótese provisória foi fresada em PMMA na fresadora() figura 12.

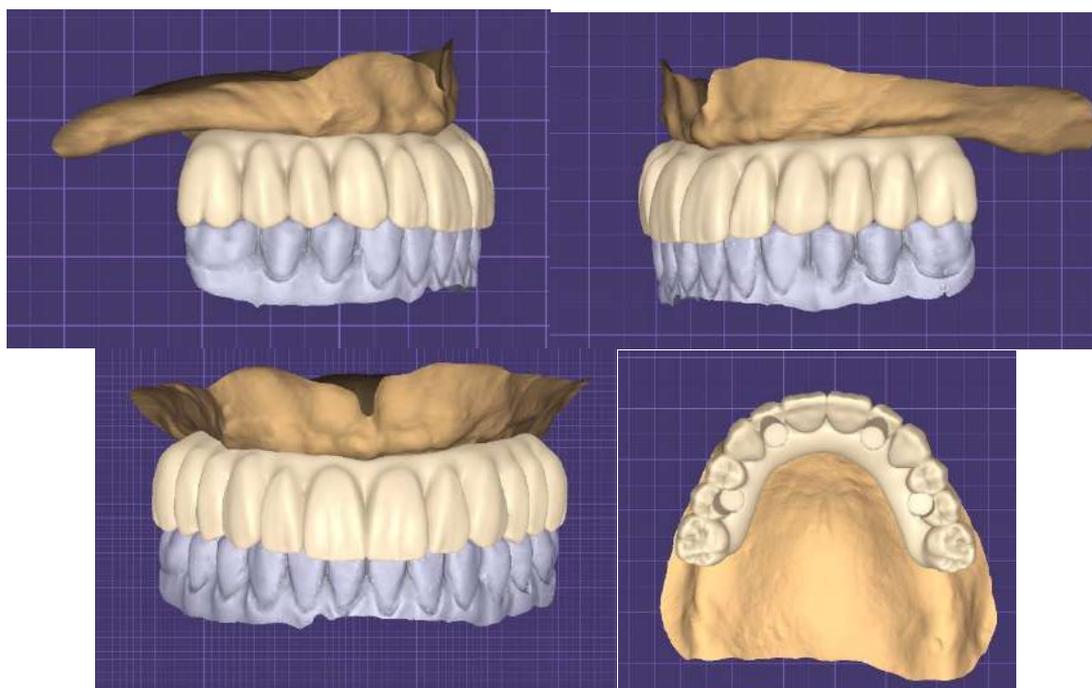


Figura 9 . CAD da prótese gerado à partir da prótese total do paciente.

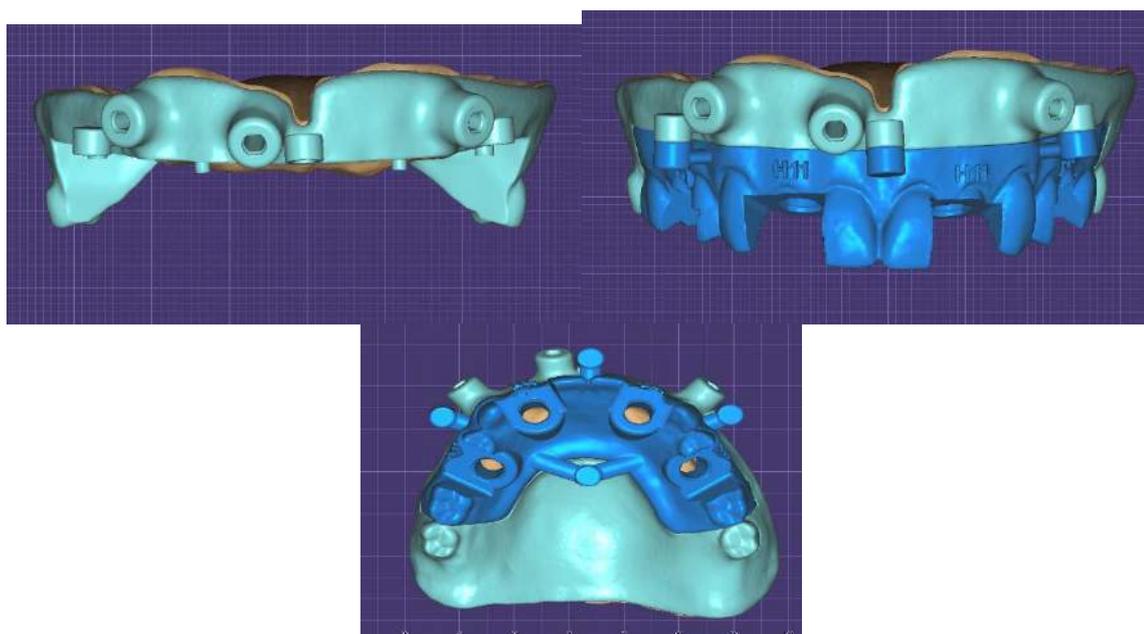


Figura 10. A. CAD do guia base que apoia no rebordo. B. Vista frontal do CAD do guia cirúrgico com desenho dentário mantidos em alguns pontos. C. Vista oclusal do CAD do guia.

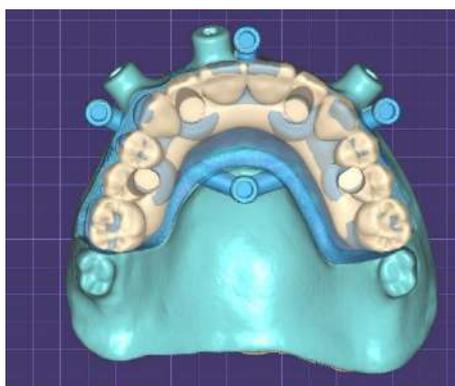


Figura 11. CAD da prótese sobre o guia base (que apoia no rebordo) com os encaixes já projetados.



Figura 12. Trabalhos que compuseram o pré-operatório: Guia base; guia cirúrgico e prótese fresada em PMMA e PT do paciente.

Procedimento cirúrgico:

O procedimento cirúrgico foi realizado sob anestesia local. O guia base, o guia cirúrgico e a prótese foram provados, antes da anestesia, analisando a oclusão e a adaptação do guia mucossuportado, aqui chamado de guia base (figura 13). A infiltração anestésica foi feita com mepivacaina 1:100.000 à distância, para evitar aumento de volume tecidual e deslocamento do guia. Utilizando-se o guia cirúrgico e o kit cirúrgico NGS GM (Neodent, Curitiba, Brasil), o guia base foi posicionado e a fresagem dos pinos fixadores foi executada com posterior instalação dos pinos. Então, o guia cirúrgico foi adaptado e a instrumentação cirúrgica seguiu

a sequência progressiva de brocas, com irrigação constante e abundante. Foram instalados quatro implantes HELIX GM (região do 15 e 25 implante de 3,75x16mm, região do 12 e 22 implante de 3,75x10mm ; Neodent, Curitiba, Brasil), tendo o torque de instalação se mostrado igual ou maior que 32 Ncm. As alturas, previamente selecionadas no software, dos minipilares retos dos implantes anteriores (3.5mm) foram confirmadas, assim como a angulação de 17° e alturas (2.5mm), dos posteriores (Neodent, Curitiba, Brasil) com kit de seleção protética GM (Neodent, Curitiba, Brasil). Após a instalação dos componentes, foram aplicados os torques recomendados pelo fabricante. Depois, foram instalados os cilindros de titânio para mini pilares e a prótese, previamente fresada em PMMA, foi provada posicionada pelos magnetos. A adaptação foi confirmada, assim como a oclusão. Então, foram realizadas as capturas dos cilindros com acrílico autopolimerizável (Alike GC, GC America inc., Estados Unidos), acabamento e polimento (figuras 14, 15 e 16). A prótese foi instalada no mesmo tempo cirúrgico. Os contatos oclusais foram verificados.

Foram prescritos ibuprofeno 600 mg e Paracetamol 750 mg e, após 24 horas, bochecho com BlueM. Foi realizada uma radiografia panorâmica pós-cirúrgica (figura 17).

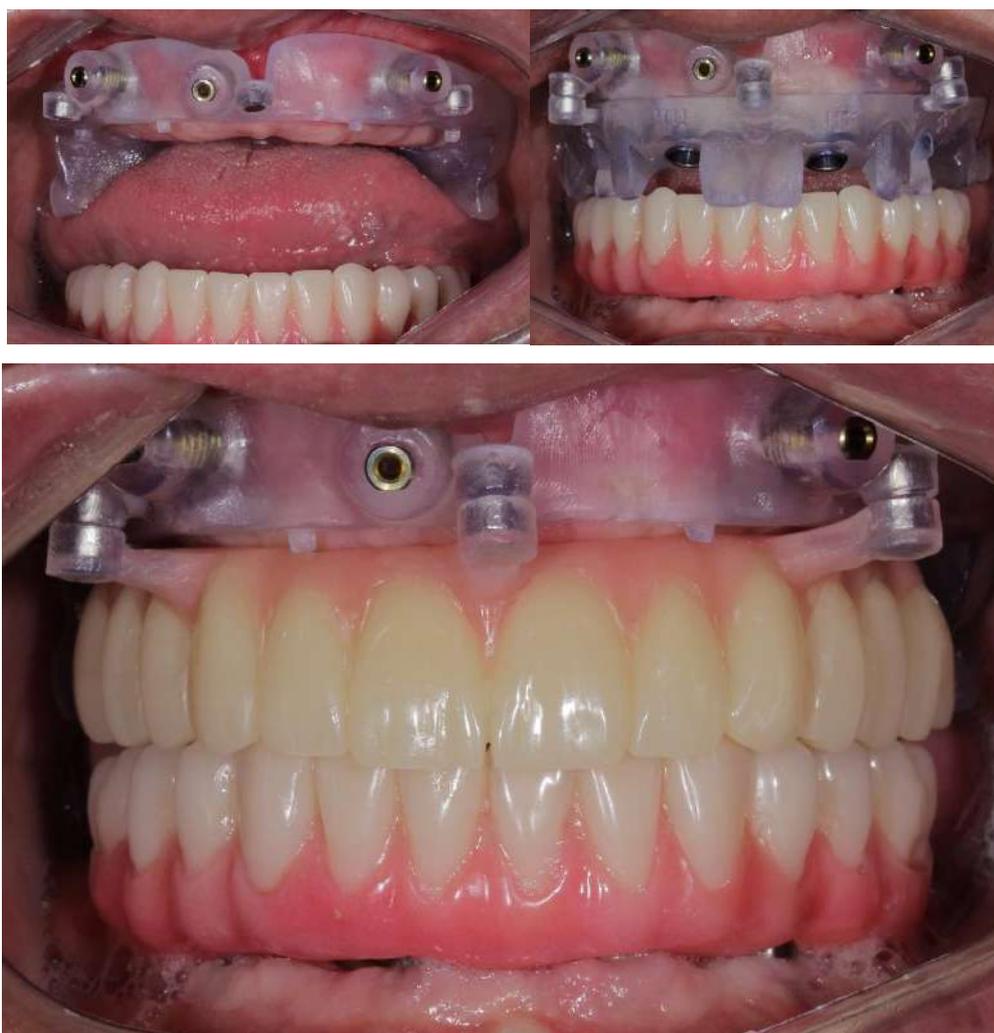


Figura 13. Prova clínica antes do procedimento anestésico. A. Prova do guia base mucossuportado. B. Prova do guia cirúrgico sobre o guia base. C. Prova da prótese provisória sobre o guia base.



Figura 14. Prótese posicionada no guia base retida pelos magnetos. A. Vista Frontal. B. Vista oclusal permitindo verificar os espaços para captura dos cilindros.



Figuras 15. A. Prótese removida após as capturas dos cilindros para acabamento fora da boca. B. Vista oclusal da prótese com os cilindros capturados ainda relacionada ao guia base.



Figuras 16- Prótese parafusada aos mini-pilares. A. Vista Frontal. B. Vista oclusal.



Figura 17 -Radiografia panorâmica obtida após instalação da prótese superior.

DISCUSSÃO

O presente relato de caso, descreve uma técnica que proporciona agilidade no trabalho clínico e já está totalmente disponível para uso clínico, sem necessidade de aparatos especiais.

Mostra a possibilidade de se fazer a instalação de implante e instalação de prótese provisória totalmente em fluxo digital, possibilitando em arcos totais o fluxo já descrito (Marchack et al. 2007; Dolcini et al. 2016) para reabilitações parciais.

Um ponto importante a ser considerado para a rapidez e eficiência do trabalho foi a existência de uma prótese total prévia com todas as características desejadas para a reabilitação, inclusive tendo sido no preparo protético prévio já estudado o suporte labial, como recomendado por estudos (Bidra,... Ulendorf, Y, et al....). Essa prótese pode ser escaneada e também ofereceu imagem tomográfica e os arquivos puderam ser alinhados. Esse arquivo funcionou também como o “padrão” para o CAD da prótese implantossuportada, o que tornou mais rápido o procedimento.

A utilização do escaneamento intra oral está sendo mencionada como ferramenta para melhorar o conforto do paciente, além de facilitar a impressão reduzindo o tempo de trabalho (Stawarczyk, 2017; Gallardo et al 2018), fato que pode ser confirmado neste caso clínico, uma vez que foi possível escanear uma prótese prévia e utilizar o arquivo como padrão para o CAD da prótese implantossuportada provisória, o que reduziu o número de passos clínicos necessários. Contudo, são relatadas limitações na realização de escaneamento em arco edentulo, como presença de mucosa móvel, reflexo de luz, distancia entre implantes além de dificuldade em se estabelecer um protocolo de digitalização (Ting-shu 2015; Li H 2017; Passos L 2019). A ausência de elementos dentais também é um fato colocado como dificultador (Joda T et al 2013) para registro e superposição de imagens do escaneamento intra oral. Essa dificuldade não foi detectada na execução desse caso, uma vez que o escaneamento do rebordo foi executado de maneira rápida. Foram associadas duas formas de confirmação do formato interno: o paciente fez a dupla tomografia, na qual a primeira é realizada com a prótese em boca com demarcações e a segunda é feita só da prótese fora da boca. Nessa primeira tomografia é possível confirmar a adaptação da base ao rebordo. Depois, essa imagem foi alinhada com o stl

advindo do escaneamento. Como os arquivos alinharam bem, pode-se afirmar a fidelidade do processo.

Trabalhos para avaliar a precisão de implantes guiados em arcos edentulos tem sido relatados considerando a técnica como confiável por apresentarem bons dados de acompanhamento (Polizzi et al. 2013) e por não haver alterações significativas em maxilas edentulas (Chochlidakis et all 2020, kola et all 2015). Esse fato parece ter sido observado neste caso clínico, uma vez que foi possível fazer a captura dos cilindros protéticos. Isso leva ao raciocínio de que pequenos desvios relatados como aceitáveis (Bover-Ramos 2018; Pyo 2019; Seo et al. 2019) podem sim ter ocorrido, erros esses que foram compensados pela captura dos cilindros no momento pós-cirúrgico. O planejamento virtual quanto à escolha dos intermediários pode ser seguido, corroborando com relato (Siqueira et all 2020) de semelhante precisão de fluxo digital indiferente se o arco for totalmente ou parcialmente edentulo.

Algumas das vantagens descritas para a técnica de cirurgia guiada como: maior previsibilidade em relação ao resultado, menor morbidade cirúrgica, ausência de retalho, menor sangramento, ausência de suturas, menor edema e dor e agilidade no procedimento (Kattadiyil et all 2017; Varga 2020), puderam ser confirmadas na execução desse caso clínico. O procedimento foi seguro, rápido e apresentou pouco sangramento, o que facilitou sobremaneira a captura da prótese fresada. O paciente não apresentou edema no pós-cirúrgico, o que permitiu o bom assentamento da prótese, possibilitando a instalação imediata da prótese, no mesmo tempo cirúrgico. Isso pode ser ressaltado como um diferencial importante para a satisfação do paciente com o tratamento.

No entanto, é necessário salientar que o sucesso da técnica estará também sempre na dependência dos cuidados recomendados para o procedimento cirúrgico. No momento das fresagens, como as brocas são mais longas, foi utilizada irrigação adicional com seringa hipodérmica para promover maior resfriamento nas brocas, cuidado esse já preconizado

(Markovic et al 2020). Também houve o cuidado de realizar movimentos de “vai e vem” para não gerar aquecimento ao tecido ósseo, permitindo que a água destilada chegasse em sua totalidade no leito de perfuração. O rebordo do paciente era de bom volume, isso facilitou a estabilidade do guia mucossuportado (guia base), o que pode ter contribuído para a diminuição do risco de desvios nas fresagens, aumentando a previsibilidade dos corretos posicionamentos. Não foram observadas desvantagens como aquecimento gerado pela pouca irrigação nem desvio angular e ou fenestrações dos implantes como mencionados em estudo realizado por Maeda e al. 1994.

Também parece importante mencionar a segurança que foi proporcionada pelos magnetos no empilhamento da prótese. Só com esse tipo de conector é possível trazer a prótese já fresada em PMMA. Conectores do tipo macho/fêmea não conseguiriam ser fresados e obrigariam a confecção da prótese por impressão. Como o PMMA é um material de mais alta resistência (Kattadiyi et all 2017), tem uma excelente indicação para a confecção de próteses provisórias de arco total. Poder trazer a prótese com desenho dento-gengival fresada em PMMA foi o grande diferencial para essa reabilitação.

CONCLUSÃO

Com base nas experiências coletas na condução deste caso clínico, parece lícito concluir que a cirurgia guiada em implantes com instalação de prótese imediata fresada previamente e instalada no mesmo tempo cirúrgico é possível com o sistema de guias empilháveis por magnetos, desde que o planejamento protético prévio seja corretamente executado.

REFERÊNCIA

1. Davidowitz G, Kotick PG. O uso de CAD/CAM em odontologia. *Clínicas Odontológicas da América do Norte* . 2011; 55 (3):559–570.

2. Joda T., Zarone F., Ferrari M. O fluxo de trabalho digital completo em prótese fixa: uma revisão sistemática. *BMC Saúde Bucal*. 2017;17(1):1–9.
3. Orentlicher G., Abboud M. Cirurgia guiada para terapia de implante. *Clínicas de Cirurgia Oral e Maxilofacial da América do Norte* . 2011; 23 (2): 239–256. doi: 10.1016/j.coms.2011.01.008.
4. Divakar TK, Gidean Arularasan S., Baskaran M., Packiaraj I., Dhineksh Kumar N. Avaliação clínica da colocação do implante pela técnica sem retalho sobre a técnica de retalho convencional. *Revista de Cirurgia Maxilofacial e Oral* . 2020; 19 (1):74–84
5. Sunitha RV, Sapthagiri E. Cirurgia de implante sem retalho: um estudo de acompanhamento de 2 anos de 40 implantes. *Cirurgia Oral, Medicina Oral, Patologia Oral e Radiologia Oral* . 2013; 116 (4):e237–e243
6. Chrcanovic BR, Albrektsson T., Wennerberg A. Cirurgia de implante dentário sem retalho versus retalho convencional: uma meta-análise. *PLoS Um* . 2014.
7. De Bruyn H., Atashkadeh M., Cosyn J., Van de Velde T. Resultado clínico e preservação óssea de implantes TiUnite™ simples instalados com cirurgia sem retalho ou com retalho. *Implantodontia Clínica e Pesquisa Relacionada* . 2011; 13 (3):175–183.
8. Melenikiotis AS, Vianna CP, Caldas W, Trojan LC, de Freitas RM. Using the Digital Flow to Increase Efficiency in Complex Partial Rehabilitation with Dental Implants. *Case Rep Dent*. 2022 Feb 9;2022:7525837. doi: 10.1155/2022/7525837.
9. Kattadiyil MT, AlHelal A, Goodacre BJ. Clinical complications and quality assessments with computer-engineered complete dentures: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2017 Jun;117(6):721-728. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.12.006. Epub 2017 Feb 20. PMID: 28222878.
10. Maeda Y, Minoura M, Tsutsumi S, Okada M, Nokubi T. A CAD/CAM system for removable denture. Part I: Fabrication of complete dentures. *Int J Prosthodont*. 1994 Jan-Feb;7(1):17-21. PMID: 8179777.
11. Al Yafi F, Camenisch B, Al-Sabbagh M. Is Digital Guided Implant Surgery Accurate and Reliable? *Dent Clin North Am*. 2019 Jul;63(3):381-397. doi: 10.1016/j.cden.2019.02.006. Epub 2019 Apr 12. PMID: 31097133.
12. Ji-Hyeon Oh, Xueyin An, Seung-Mi Jeong, Byung-Ho Choi, Digital Workflow for Computer-Guided Implant Surgery in Edentulous Patients: A Case Report. *Journal of oral and Maxillofacial Surgery*. 2017;75(12).
13. Siqueira, Rafael, et al. "Does a fully digital workflow improve the accuracy of computer-assisted implant surgery in partially edentulous patients? A systematic review of clinical trials." *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2020;22(6):660-671.

14. Papaspyridakos P, Gallucci GO, Chen CJ, Hanssen S, Naert I, Vandenberghe B. Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes. *Clinical Oral Implants Research*. 2015;27(4):465-472
15. Al-Haj Husain N, Molinero-Mourelle P, Janner SFM, Brägger U, Özcan M, Schimmel M, Revilla-Léon M, Abou-Ayash S. Digital workflow for implant-supported fixed complete dentures based on backwards planning in an edentulous patient. *Int J Comput Dent*. 2021 Feb 26;24(1):89-101. PMID: 34006066.
16. Beretta M, Poli PP, Tansella S, Aguzzi M, Meoli A, Maiorana C. Cast-free digital workflow for implant-supported rehabilitation in a completely edentulous patient: A clinical report. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2020;125(2):197-203.
17. Meneghetti P, Moura GF, Tavelli L, Li J, Siqueira R, Wang HL, Mendonça G. A fully digital approach for implant fixed complete dentures: A case report. *J Esthet Restor Dent*. 2021 Dec;33(8):1070-1076.
18. Chochlidakis K, Papaspyridakos P, Tsigarida A, Romeo D, Chen YW, Natto Z, Ercoli C. Digital Versus Conventional Full-Arch Implant Impressions: A Prospective Study on 16 Edentulous Maxillae. *J Prosthodont*. 2020 Apr;29(4):281-286. doi: 10.1111/jopr.13162. Epub 2020 Mar 24. PMID: 32166793.
19. Gallardo YR, Bohner L, Tortamano P, Pigozzo MN, Lagana DC, Sesma N. Patient outcomes and procedure working time for digital versus conventional impressions: a systematic review. *J Prosthet Dent*. 2018;119:214-21943
20. Ting-shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *Journal of Prosthodontics*. 2015;24(4):313-321. <http://doi.org/10.1111/jopr.12218>. 19.
21. Li H, Lyu P, Wang Y, Sun Y. Influence of object translucency on the scanning accuracy of a powder-free intraoral scanner: A laboratory study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017;117(1):93-101. <http://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.04.008>. 20.
22. Passos L, Meiga S, Brigagão V, Street A. Impact of different scanning strategies on the accuracy of two current intraoral scanning systems in complete-arch impressions: an in vitro study. *Int J Comput Dent*. 2019;22:307-319.
23. Joda T, Zarone F, Ferrari M. The complete digital workflow in fixed prosthodontics: a systematic review. *BMC Oral Health*. 2017;17(124). <http://doi.org/10.1186/s12903-017-0415-0>.
24. Patzelt SBM, Vonau S, Stampf S, Att W. Assessing the feasibility and accuracy of digitizing edentulous jaws. *J Am Dent Assoc*. 2013;144:914-920.
25. Sampaio BJM, Valadares OL, Andrade MG, Evangelista SRS. Fluxo digital com pacientes edêntulos totais em implantodontia. *RFO*. 2022;52(1):61-9.

26. Santana MTP, Ribeiro R.A, Rodrigues RQF, Silva RS, Campos RHN, Rodrigues RA. Importância do guia cirúrgico para correto posicionamento dos implantes. *Arch Health Invest.* 2018.
27. Hilgert LA, Schweiger J, Beuer F, Andrada MAC, A Élito. Odontologia Restauradora com Sistemas CAD / CAM : O Estado Atual da Arte Parte 3 – Materiais Restauradores para sistemas CAD/CAM. *Int J B Dent.* 2010;6(1):86-96.
28. Lepidi L, Galli M, Grammatica A, Joda T, Wang HL, Li J. Indirect Digital Workflow for Virtual Cross-Mounting of Fixed Implant-Supported Protheses to Create a 3D Virtual Patient. *J Prosthodont.* 2021 Feb;30(2):177-182. doi: 10.1111/jopr.13247. Epub 2020 Sep 9. PMID: 32865872.
29. Uhlendorf Y, Sartori IA, Melo AC, Uhlendorf J. Changes in Lip Profile of Edentulous Patients After Placement of Maxillary Implant-Supported Fixed Prosthesis: Is a Wax Try-in a Reliable Diagnostic Tool? *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2017 May/June;32(3):593–597. doi: 10.11607/jomi.4967. Epub 2016 Oct 5. PMID: 27706267.
30. Correia ARM.. CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa, *Rev Odontol UNESP.* 2006;35(2):183-89.
31. Davidowitz, Gary, and Philip G Kotick. “The use of CAD/CAM in dentistry. *Dental clinics of North America* vol. 55,3 (2011): 559-70. ix. doi:10.1016/j.cden.2011.02.011.
32. Stawarczyk BKC, Eichberger M., Figge D, ED, Lümke, N. Three generations of zirconia: From veneered to monolithic. Part I. *Quintessence international.* 2017;48(5).
33. Bover-Ramos F, Viña-Almunia J, Cervera-Ballester J, Peñarrocha-Diago M, García-Mira B. Accuracy of Implant Placement with Computer-Guided Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis Comparing Cadaver, Clinical, and In Vitro Studies. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2018 January/February;33(1):101–115.
34. Dolcini GA, Colombo M, Mangano C. From Guided Surgery to Final Prosthesis with a Fully Digital Procedure: A Prospective Clinical Study on 15 Partially Edentulous Patients. *Int J Dent.* 2016;2016:7358423..
35. Marchack CB. CAD/CAM-guided implant surgery and fabrication of an immediately loaded prosthesis for a partially edentulous patient. *The Journal of prosthetic dentistry.* 2007;97(6):389-394.
36. Pyo SW, Lim YJ, Koo KTL, J. Methods used to assess the 3D accuracy of dental implant positions in computer-guided implant placement: a review. *Journal of clinical medicine.* 2019;8(1):54.
37. Polizzi GCT. Five-Year Follow-Up of Immediate Fixed Restorations of Maxillary Implants Inserted in Both Fresh Extraction and Healed Sites Using the Nobel Guide™ System. *Clinical Implant Dentistry and Related Research.* 2015;17(2):221-233.

39. Varga Jr, E Antal, M Major, L Kiscsatári, R Braunitzer, G Piffkó. Guidance means accuracy: A randomized clinical trial on freehand versus guided dental implantation. *Clinical oral implants research*. 2020;31(5):417-430.