



Patrícia Helena Oliveira

Avaliação da acurácia do método de cirurgia guiada Easy Guide Neodent One Hand no posicionamento de implantes dentários instalados em arco total superior.

CURITIBA
2023

Patrícia Helena Oliveira

Avaliação da acurácia do método de cirurgia guiada Easy Guide Neodent One Hand no posicionamento de implantes dentários instalados em arco total superior.

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. Augusto Ricardo Andrighetto

CURITIBA
2023

Patrícia Helena Oliveira

Avaliação da acurácia do método de cirurgia guiada Easy Guide Neodent One Hand no posicionamento de implantes dentários instalados em arco total superior.

Presidente da Banca Orientador: Prof. Dr. Augusto Ricardo Andrighetto

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leandro Kullpel

Prof(a). Dr^a Valéria Martins de Araújo Carneiro

Aprovada em: 26 de maio 2023.

Dedicatória

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial na minha vida e autor do meu destino.

A minha amada família, apoiadora das minhas qualidades e condescendente das minhas fraquezas, dedico o resultado do esforço realizado ao longo deste percurso.

Aos meus pais falecidos, a quem agradeço as bases que deram para me tornar a pessoa que sou hoje.

Agradecimentos

Ao Dr. Geninho e Dra. Clemilda, por incentivarem o conhecimento e a pesquisa no ILAPEO.

Ao Professor Augusto Ricardo Andrighetto, que me orientou na elaboração e escrita da minha dissertação.

Ao Professor Luis Eduardo Marques Padovan, um exemplo de profissional dentro do Mestrado.

À Professora Ivete Sartori, com quem tivemos o privilégio de conviver, e nos ensinou a essência da Prótese com maestria.

À Professora Rogéria Acedo Vieira, exemplo de docência que com sua calma e sabedoria, esteve sempre disposta a ensinar.

Ao Dr. Jean Uhlendorf, pelo empenho e pela ajuda na execução do meu projeto.

À Bibliotecária Andrea Scheida de Mattos sempre prestativa e cuidadosa com todos.

Aos colegas de Mestrado, obrigada por toda riqueza de conhecimento compartilhada, experiências de vida e pelos papos informais os quais foram tão engrandecedores quanto o conhecimento técnico das aulas.

Todos querem viver no topo da montanha, mas toda felicidade e crescimento ocorre quando você está escalando-a

Willian Shakespeare.

Faça da disciplina um lema, da dedicação uma bandeira e da paixão pelo trabalho um exemplo.

Ayrton Senna.

Sumário

1. Artigo científico.....	8
2. Artigo científico.....	53

1. Artigo científico 1

Artigo de acordo com as normas da Faculdade ILAPEO, para futura publicação no periódico Journal of Prosthodontics

Avaliação da acurácia do posicionamento de implantes dentários instalados pelo método de cirurgia guiada (Easy Guide Neodent One Hand) em arco total superior: estudo prospectivo.

Patrícia Helena Oliveira¹

Jean Uhlendorf²

Geninho Tomé³

Augusto Ricardo Andrighetto⁵

¹ Aluna de mestrado Faculdade Ilapeo

² Mestre Faculdade Ilapeo

³ Mestre e Doutor Faculdade Ilapeo

⁴ Mestre e Doutor Faculdade Ilapeo

RESUMO

Objetivo: O objetivo desse estudo foi avaliar, prospectivamente, a acurácia do planejamento virtual na instalação de implantes em pacientes desdentados totais.

Materiais e Métodos: A amostra foi composta por 16 implantes, instalados em 4 pacientes, edêntulos, para serem submetidos a reabilitação de arco total superior, com prótese do tipo “protocolo”. Foram realizadas 2 tomografias, sendo uma inicial, para a realização do planejamento virtual, por meio do software co-DiagnostiX, e outra final, para avaliação do resultado pós- cirúrgico e comparação da posição final dos implantes com a posição virtualmente planejada. Foram instalados implantes Helix® GM (Neodent, Curitiba, Brasil), de superfície Acqua, através do novo sistema para cirurgia guiada (Easy Guide Neodent One Hand).

Resultados: Comparando as posições das variações dos 16 implantes, não houve diferença estatisticamente significativa nas variáveis.

Conclusão: A avaliação da acurácia do posicionamento de implantes dentários instalados pelo método de cirurgia guiada (Easy Guide Neodent One Hand) em arco total superior, mostrou homogeneidade entre as posições dos implantes.

Palavras-chave: Implantes dentários; Software de planejamento; Cirurgia guiada.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to prospectively evaluate the accuracy of virtual planning in the installation of implants in completely edentulous patients.

Materials and Methods: The sample consisted of 16 implants, installed in 4 patients, edentulous or in need of extractions, to undergo rehabilitation of the upper full arch, with prosthesis of the “protocol” type. Two CT scans were performed, an initial one, to perform the virtual planning, using the co-DiagnostiX software, and a final one, to evaluate the post-surgical result and compare the final position of the implants with the virtually planned position. Helix® GM implants (Neodent, Curitiba, Brazil), with Acqua surface, were installed through the new

system for guided surgery (Easy Guide Neodent One Hand).

Results: Comparing the positions of the variations of the 16 implants, there was no statistically significant difference in the variables.

Conclusion: The evaluation of the positioning accuracy of dental implants installed by the guided surgery method (Easy Guide Neodent One Hand) in the upper total arch, showed homogeneity between the positions of the implants.

Keywords: Dental implants; Planning software; Guided surgery.

INTRODUÇÃO

Desde a descoberta do processo de osseointegração por Branemark, a substituição clínica de dentes naturais perdidos, por implantes osseointegrados tem representado um dos avanços mais significativos na Odontologia. A implantodontia tem desfrutado de muita inovação e desenvolvimento nos últimos anos, por meio de criação de novos sistemas de implantes, otimização de diagnósticos e com a introdução de novas técnicas cirúrgicas.⁽¹⁾

Dados da literatura (Tettamanti L, Andrisani C, Bassi MA, Vinci R, Silvestre-Rangil J, Tagliabue A) mostraram que a carga imediata pode representar um protocolo confiável e eficaz para reabilitar dentes únicos ou múltiplos e oferece vantagens importantes para o paciente, em termos de função, estética e conforto. No entanto, o sucesso clínico desta técnica é altamente dependente de muitos fatores: seleção do paciente, qualidade e quantidade do osso, número e desenho do implante, estabilidade primária do implante, carga oclusal e habilidade cirúrgica do clínico.⁽²⁾

O campo dos implantes dentários teve evolução com o auxílio da tomografia computadorizada (TC) e impressão tridimensional (3D) usada junto com design auxiliado por computador e tecnologia de manufatura auxiliada por computador (CAD / CAM).⁽⁴⁾

Mediante à essas tecnologias, os sistemas de orientação de implantes dentários dinâmicos e passivos podem ajudar os cirurgião dentista a aumentar a precisão na instalação do implante dentário, juntamente com o kit de guia cirúrgico, diminuindo assim, erros

longitudinais e angulares, através de software de planejamento, cujo o tamanho, posição, ângulo e profundidade do implante é definido, através da tecnologia CAD/CAM.⁽³⁾

Usando essas informações, os implantes podem ser posicionados virtualmente em imagens transversais e modelos de superfície tridimensionais reconstruídos a partir do volume tomográfico.⁽⁸⁾ Essas tecnologias, levam ao nascimento da cirurgia guiada por computador, ou seja, um guia cirúrgico estático, o qual minimiza os riscos de erro dos operadores ao reproduzir virtualmente a posição do implante através dos dados.⁽⁴⁾

As etapas dentro da sequência do fluxo de trabalho digital para cirurgia guiada são resumidas da seguinte forma: aquisição de dados volumétricos (Dicom), procedimentos de digitalização de superfície (digitalização via intra-oral ou digitalização extra-oral modelo, STL), software de planejamento de computador (CAD), fabricação de guia cirúrgico assistida por computador (CAM) ou impressão 3-D⁽⁵⁾, onde o guia de broca é usado pelo cirurgião durante a osteotomia e inserção dos implantes, com o objetivo de transferir a posição do implante planejada virtualmente para o local cirúrgico.⁽⁶⁾

O protocolo totalmente digital na técnica “All - on - four” para reabilitações suportadas por implantes nas arcadas dentárias edêntulas com atrofia óssea moderada / grave, é uma alternativa terapêutica válida. Este método envolve a colocação de quatro implantes: dois axiais posicionados no setor anterior e dois inclinados em torno de 30 -35° em relação ao plano oclusal nas áreas alveolares laterais.⁽¹⁰⁾

A partir dessa técnica, foi observado um aumento no conforto e expectativas estéticas na mandíbula e na maxila durante o tratamento protético em protocolos “All - on - four”, (Técnica M 4), nos casos em que os implantes não podem ser colocados na região posterior por causa de limitações anatômicas.⁽⁹⁾

Portanto, diante do emprego crescente dos protocolos digitais no planejamento cirúrgico

e no surgimento de novos sistemas de orientação guiada para instalação de implantes dentários, o presente estudo avaliou, prospectivamente, a acurácia do planejamento virtual na instalação de implantes em pacientes desdentados totais.

REVISÃO DE LITERATURA

Pettersson et al. (2010) compararam o desvio entre a posição planejada virtualmente e a posição real de implantes instalados com guias cirúrgicos confeccionados com tecnologia CAD/CAM, em maxila e em mandíbula de cadáveres humanos. Dez maxilas e sete mandíbulas de cadáveres edêntulos foram escaneadas, e realizado Tomografia Computadorizada (TC) inicial, e 145 implantes Brånemark Groovy RP (NobelBiocare, Goteborg, Suécia), foram planejados virtualmente com software e instalados com o uso de guias cirúrgicos confeccionados por CAD/CAM. A TC pré-operatória foi comparada com a TC pós-operatória usando registros software voxel. As posições dos implantes virtuais, foram comparadas com as posições reais. As diferenças médias de medições entre o planejamento virtual e os implantes colocados, em todos os casos, foram de 1,25 mm para o ápice, 1,06 mm para a cervical, 0,28 mm para a profundidade, 2,64° de desvio angular, 0,71 mm de desvio de translado. Os resultados demonstraram uma diferença estatisticamente significativa entre mandíbulas e maxilas para as medições cervical, apical e profundidade. ⁽¹⁴⁾

Van Assche et al. (2012) avaliaram por meta-análise 19 estudos, a precisão da colocação de implantes estáticos guiados por computador. A análise revelou um erro médio de 0,99 mm (variando de 0 a 6,5 mm) no ponto de entrada e de 1,24 mm (variando de 0 a 6,9 mm) no ápice. O desvio angular médio foi de 3,81° (variando de 0 a 24,9°). Significativas diferenças para todos os parâmetros de desvio foi encontrada para colocação de implante guiada, em comparação com colocação sem orientação. O número de templates utilizados influenciou o desvio angular. Menor desvio foi encontrado quando mais pinos de fixação foram usados

(significativo para entrada). Os autores concluíram que a colocação de implantes guiada por computador, pode ser precisa, mas, desvios significativos devem ser levados em consideração. Estudos randomizados são necessários para analisar o impacto de parâmetros, para permitir a otimização desta técnica. Além disso, uma visão clara sobre indicações e benefícios ajudariam os cirurgiões dentistas a encontrar os candidatos certos. ⁽²⁰⁾

Jensen et al. (2012), por meio de relatório de 10 casos de pacientes tratados com a terapia All-on-Four maxilar após 1 ano em funções, mediram a estabilização biomecânica secundária da configuração M-4 maxilar de quatro implantes maxilares inclinados em 30 graus, com fixação apical na borda piriforme lateral acima do osso paranasal, uma técnica que ganha pelo menos 15 mm de propagação ântero-posterior (A / P) em combinação com estabilização de arco cruzado de uma prótese provisória fixa implantossuportada sem cantiléveres ou deflexão oclusal.

A instabilidade, foi de pelo menos um dos quatro implantes definida como menor de 15 Ncm² de torque de inserção e mobilidade palpável, o torque máximo permitido foi de 50 Ncm² para qualquer implante individual. O torque de inserção foi medido usando um dispositivo de inserção manual padrão.

O limite de torque de inserção composto sugerido de 120 Ncm² não foi alcançado em metade dos pacientes. No entanto, todos implantes de baixo torque de inserção sobreviveram ao longo de 1 ano, período de estudo nesta série consecutiva de pacientes. Essas descobertas preliminares, indicam que a função imediata possivelmente pode ser expandida, em estudos de longo prazo com poder estatístico. ⁽²¹⁾

Vieira et al. (2013) avaliaram a confiabilidade e precisão da cirurgia guiada, comparando o planejamento virtual pré-operatório ao posicionamento real, usando Tomografias Computadorizadas Cone Beam (TCCB) antes e depois do procedimento cirúrgico.

Uma prótese total bem adaptada foi utilizada e convertida em um guia radiográfico. Antes da tomada radiográfica, a estética e função foram avaliadas clinicamente. As posições dos implantes foram determinadas virtualmente pelo software considerando a estrutura óssea e a posição idealizada dos dentes. Após a colocação dos implantes, novas TCCB foram obtidas para cada paciente. Um software foi utilizado para fusionar as imagens dos implantes planejados e reais, o posicionamento e eixos comparados. Os valores médios foram comparados entre os grupos baseados na maxila e mandíbula com o teste t para amostras independentes, com nível de significância de 5%. Sessenta e dois implantes foram colocados em arcos edêntulos, com guias fabricados por estereolitografia em 14 pacientes. Não foi observado nenhum dano das estruturas anatômicas críticas, devido à colocação dos implantes. Comparando aos implantes planejados, com os implantes colocados, os desvios lineares padrão e médio nas porções cervicais, médias e apicais foram respectivamente 2,17 mm + 0,87 mm, 2,32 mm + 1,52 mm e 2,86 mm + 2,17 mm para a maxila e 1,42 mm + 0,76 mm, 1,42 mm + 0,76 mm e 1,42 mm + 0,76 mm para a mandíbula, respectivamente. Os desvios angulares foram 1,93° + 0,17° e 1,85° + 0,75° para a maxila e mandíbula, respectivamente. O desvio linear foi significativamente diferente entre maxila e mandíbula, mas o desvio angular não. Os autores concluíram que, a cirurgia guiada sem retalho pode ser um tratamento viável para reabilitação de arcos desdentados. ⁽¹⁵⁾

Uhlendorf et al. (2014) relataram um caso de reabilitação maxilar, com o uso do sistema Neoguide (Neodent®, Curitiba, Brasil), com auxílio da técnica sem retalho, guiada por computador e carga imediata. Após preparo pré tomográfico e planejamento virtual, oito implantes Titamax EX Morse (Neodent®, Curitiba, Brasil) foram colocados usando um guia cirúrgico prototipado. A aquisição das imagens, foi baseada na técnica de dupla varredura: uma tomografia computadorizada da paciente foi realizada com o guia e o registro interoclusal em posição e, em seguida, uma nova tomografia computadorizada foi gerada apenas com o guia

tomográfico. Para isso, foi utilizado Tomografia Computadorizada por Feixe Cone (CBCT) i-Cat (Imaging Sciences, Hatfield, EUA). As imagens obtidas com CBCT em formato DICOM foram convertidas com o software Neoguide Builder (Neodent®, Curitiba, Brasil). Software Neoguide Planner (Neodent®, Curitiba, Brasil) foi utilizado para realizar o planejamento dos implantes e componentes protéticos, de modo a permitir a ancoragem óssea dos implantes e o surgimento dos parafusos da prótese, onde foram distribuídos de maneira ideal para o caso. A partir desse planejamento, foi confeccionado um protótipo de guia cirúrgico (Neodent®, Curitiba, Brasil), com o objetivo de transferir o planejamento virtual ao procedimento cirúrgico. O uso da cirurgia sem retalho guiada por computador com a carga imediata mostrou-se um recurso valioso na reabilitação maxilar, com redução tempo e diminuição dos sintomas pós-operatórios, como dor, inchaço e inflamação.⁽²²⁾

Somogyi Ganss et al. (2015) compararam um novo sistema dinâmico de cirurgia guiada a três sistemas estáticos de cirurgia guiada, NobelClinician, Simplant e CoDiagnostiX. Oito osteotomias foram feitas em manequins desdentados, maxila e mandíbula, feitos em material radiopaco. Após as tomadas de TCCB, os arquivos DICOM foram importados para um protótipo de sistema dinâmico de cirurgia guiada e três sistemas estáticos de cirurgia guiada. As colocações de implantes foram planejadas para replicar as osteotomias existentes, e os respectivos guias encomendados, assim como um guia cirúrgico em acrílico feito em laboratório. As oito osteotomias por arco foram transferidas para o par de manequins, mimetizando uma situação clínica, e o processo repetido em outros 4 pares de manequins. As 80 osteotomias (2 arcos x 8 furos x 5 pares) foram preenchidos com cimento radiopaco entre as séries do teste. Três clínicos experientes com os sistemas de cirurgia guiada prepararam 400 osteotomias (80 furos x 5 modalidades). Um clínico repetiu o teste duas vezes, resultando em 2000 osteotomias (5 clínicos x 400 furos). Os desvios lateral, vertical, total e angulares das osteotomias atuais versus as osteotomias originais nos manequins mestres foram medidos

usando uma câmera de rastreamento estéreo ótica. Os resultados mostraram, para o CoDiagnostiX, um desvio lateral apical de 1,19 mm + 0,62 mm, desvio vertical apical de 1,05 mm + 0,86 mm e desvio angular de 3,31° + 1,86°; para o Simplant, um desvio lateral apical de 0,99 mm + 0,64 mm, desvio vertical apical de 1,1 mm + 0,79 mm e desvio angular de 3,09° + 1,9°; para o NobelGuide, desvio lateral apical de 1,24 mm + 0,8 mm, desvio vertical apical de 1,27 mm + 0,86 mm e desvio angular de 4,24° + 2,66°; para o guia cirúrgico de laboratório, um desvio lateral apical de 1,74 mm + 1,07 mm, desvio vertical apical de 0,73mm + 0,71 mm e desvio angular de 8,95° + 4,65°; para o sistema dinâmico, desvio lateral apical 1,18 mm + 0,56 mm, desvio vertical apical 1,04 mm + 0,71 mm e desvio angular 2,99° + 1,68°. Os resultados mostraram que o sistema novo de cirurgia guiada dinâmico possui a precisão semelhante aos outros sistemas de cirurgia guiada em termos de planejamento e transferência para os modelos, e que a precisão do sistema estático e do sistema dinâmico é melhor que o guia de laboratório, exceto no desvio vertical apical. ⁽¹⁶⁾

Du-Hyeong et al. (2016) avaliaram a precisão de um sistema de guiamento direto de brocas, com tolerância mínima de instrumentos cirúrgicos, usados para cirurgia de implante, usando análises geométricas, um estudo clínico prospectivo. No estudo, 21 implantes foram colocados em 11 pacientes consecutivos usando o sistema de cirurgia de implante guiado por broca direta. O guia cirúrgico estereolitográfico foi confeccionado por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico, escaneamento digital, projeto auxiliado por computador e manufatura assistida por computador e processos de manufatura aditiva. Após a cirurgia, os desvios posicionais e angulares entre os implantes planejados e colocados foram medidos no nível do pilar usando um software de planejamento de implantes. O teste de Kruskal-Wallis e o teste U de Mann-Whitney foram utilizados para comparar os desvios ($\alpha=0,05$). Os desvios horizontais médios foram de 0,593 mm (DP 0,238) mesio distalmente e 0,691 mm (DP 0,344) vestibulo-lingual. O desvio vertical médio foi de 0,925 mm (DP 0,376) ocluso gengival. O

desvio vertical foi significativamente maior que o desvio horizontal ($P=0,018$). O desvio angular médio foi de 2,024 graus (DP 0,942) méso distal e 2,390 graus (DP 1,142) vestibulo lingual. O sistema de cirurgia de implantes guiados por broca direta demonstra alta precisão na colocação de implantes. O uso da haste da broca como componente guia é uma maneira eficaz de reduzir a tolerância. ⁽²⁵⁾

Ali Tahmaseb et al. em 2018, através de revisão sistemática e meta análise, avaliaram na literatura a precisão posicional de implantes colocados usando técnicas de cirurgia estática assistida por computador na implantodontia, em pacientes parcialmente e totalmente desdentados. Foram realizadas pesquisas de literatura eletrônicas e manuais para coletar informações sobre a precisão de sistemas de implantes estáticos assistidos por computador. A análise de meta-regressão foi realizada para resumir os estudos de precisão. Os resultados de um total de 372 artigos, 20 estudos, um ensaio clínico randomizado (RCT), oito estudos retrospectivos não controlados e 11 estudos prospectivos não controlados foram selecionados para inclusão para síntese qualitativa. Um total de 2.238 implantes em 471 pacientes que foram colocados usando guias estáticos estavam disponíveis para revisão. A meta-análise da precisão revelou um erro médio total de 1,2 mm (1,04 mm a 1,44 mm) no ponto de entrada, 1,4 mm (1,28 mm a 1,58 mm) no ponto apical e desvio de 3,5 ° (3,0 ° a 3,96 °). Houve uma diferença significativa, na precisão em favor de edêntulos parciais em comparação com os casos de edêntulos totais. Os autores concluíram, diferentes níveis de quantidade e qualidade de evidências disponíveis para a cirurgia de implante estática auxiliada por computador.

Os autores concluíram que, mesmo com as limitações da revisão sistemática, a precisão da cirurgia estática de implante auxiliado por computador, está dentro da faixa clinicamente aceitável na maioria das situações clínicas. ⁽¹⁷⁾

Florian Kernén et al. (2020) avaliaram por meio de revisão as limitações em relação à

importação de dados de imagem de cinco sistemas (coDiagnostiX™, DentalWings, Canadá (CDX) ; Simplant Pro™, Dentsply, Suécia (SIM); Smop™, Swissmeda, Suíça (SMP); NobelClinician™, Nobel Biocare, Suíça (NC); Implant Studio, 3Shape, Dinamarca (IST), disponíveis comercialmente para planejamento virtual de implante, foram examinados em relação às modalidades de integração de dados radiográficos, modelos virtuais dentais e o design de guias de broca para cirurgia de implante guiada. Todos os sistemas possuem uma interface DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine), para a importação de dados radiográficos. Com a importação de modelos virtuais dentais em formato universal (STL: Standard Tessellation Language) foi possível com três sistemas. Todos os sistemas exibem modelos de superfície tridimensionais ou seções transversais bidimensionais com orientação variada para planejamento de implante virtual. O projeto e a fabricação auxiliados por computador (CAD / CAM) de guias de perfuração, podem ser realizados pelo usuário com a ajuda de parâmetros padrão, ou apenas pelo fornecedor do software e, portanto, sem a influência do dentista. Os autores concluíram que, as bases de dados de sistemas de implantes comumente usados estão disponíveis em todos os softwares testados, entretanto, nem todos os sistemas permitem planejar e executar a colocação de implantes totalmente guiada. Um projeto individual e fabricação interna da guia de perfuração estão disponíveis apenas em alguns sistemas de software. No entanto, no momento da publicação, as versões de software mais recentes mostraram flexibilidade no projeto individual e na fabricação interna de guias de perfuração. ⁽¹⁸⁾

Cattoni F.et all (2021) avaliaram e comparam a taxa de sobrevivência de implantes e as reabilitações protéticas em pacientes com arcada edêntula, reabilitados conforme modelo de protocolo inteiramente digital e pela técnica “All on Four”, a fim de compreender o valor desta abordagem nas fases protética e cirúrgica do tratamento, comparando o método tradicional com na técnica “All on Four”; projetada para reabilitação assistida por computador com 4 anos de

acompanhamento. O protocolo foi aplicado a um total de 50 pacientes recrutados aleatoriamente e divididos em dois grupos. O protocolo digital, permite um planejamento totalmente virtual da posição exata dos acessórios, o que permite realizar um procedimento de cirurgia sem retalho com grande precisão (cirurgia mini-invasiva) e também é possível usar próteses planejadas virtualmente realizadas com projeto auxiliado por computador e fabricação auxiliado por computador (CAD / CAM) (métodos para um carregamento imediato com implantes). Após 4 anos de tratamento, 98% de sucesso foi obtido para o grupo de pacientes tratados com o protocolo tradicional e 100% com o protocolo digital. De março de 2014 a janeiro de 2015, 50 pacientes foram selecionados no Departamento de Odontologia do IRCCS Ospedale San Raffaele em Milão. Um total de 200 implantes Winsix TTx (Biosafin SRL, Ancona, Itália) de um diâmetro de 3,3mm e 3,8 mm foram posicionados. Destes, 100 foram usados em 25 casos de reabilitações de arco completo realizadas com o tradicional método “All on Four”. Os outros 100 implantes, foram usados em 25 casos de reabilitações de arcada completa, realizada com o método digital. Todos os pacientes receberam uma prótese provisória e, após 6 meses foram instaladas as próteses definitivas. Todos os implantes foram inseridos com um torque de pelo menos 35 Ncm² e submetidos a carga imediata. Os resultados obtidos mostram que, o protocolo inteiramente digital, representa uma alternativa terapêutica válida na técnica “All on Four”, para reabilitação com implantes suportados em arcos edêntulos. Ao final dos procedimentos cirúrgicos e após sete dias, uma escala visual (EVA) foi submetida aos pacientes, para avaliação da dor pós-operatória. Todos os pacientes pertencentes ao grupo tratado com o método digital, o qual fornece cirurgia sem retalho, relatou um valor significativamente menor de dor em comparação com os pacientes tratados com o método tradicional. ⁽¹⁹⁾

Em um estudo in vitro, Van Assche e Quirynen relataram uma tolerância notável de instrumentos cirúrgicos de implante dentro da anilha de metal. ⁽²⁴⁾ Essa tolerância é causada por

folga entre a broca e a anilha guia, que permite rotação da broca na anilha. A osteotomia lateral indesejada pode ocorrer quando a broca não está paralela à anilha durante a perfuração, esse tipo de erro, é definido como um erro intrínseco. Por outro lado, se não houver tolerância, o atrito gerado pelos componentes mecânicos dificulta o processo de perfuração, o que pode resultar em deformação. A precisão de um sistema de cirurgia de implante guiado, é definido como, uma avaliação quantitativa da posição e discrepâncias nas coordenadas 3D. ⁽²⁴⁾

Em um estudo in vitro Kalt G et al, compararam a tolerância desses dois tipos de instrumentação cirúrgica, “One hand x Two hands” o qual apresentou desvios angulares, coronais e axiais maiores para o sistema de anilha na própria fresa. A possível explicação para isso seria que o guia de broca daria mais estabilidade desde o início da fresagem. ⁽²⁶⁾

Porém, ao analisar o desenho do sistema de fresagem “One Hand” do estudo e compararmos com o novo kit Easy Guide Neodent One Hand, existe diferença no desenho da anilha na broca, ou seja, aparenta evolução, para dar maior estabilidade assim que entra em contato com o guia cirúrgico.

Atualmente, a reabilitação oral com implantes osseointegrados por meio do fluxo de trabalho digital associado à técnica de carga imediata, tem sido relatada na literatura como uma opção de tratamento segura e previsível. No entanto, pesquisas adicionais devem ser conduzidas para melhorar a técnica atual. ^(19,18,17,16)

Objetivo Geral

Avaliar a acurácia da cirurgia guiada, por meio da comparação da posição dos implantes, definidos a partir do planejamento virtual, através do software coDiagnostiX (DentalWings, Chemnitz, Alemanha), realizado previamente às cirurgias, com as posições reais, obtidas após a instalação cirúrgica dos mesmos.

Objetivo Específico

Identificar os desvios lineares na região cervical e apical e os desvios angulares após a sobreposição das imagens dos implantes pré e pós instalação pelo novo sistema de kit para cirurgia guiada (Easy Guide Neodent One Hand).

Hipótese:

Existe diferença estatisticamente significativa, entre a posição planejada virtualmente e a posição real, obtida após a instalação do implante.

Material e Método

6.1 Amostra

Após aprovação do estudo pelo Comitê de Ética, o recrutamento de pacientes foi baseado no grupo de pacientes existentes na Faculdade ILAPEO (Curitiba, Brasil), visto que não foi realizada divulgação adicional em mídia. A amostra foi consecutivamente selecionada em caráter prospectivo, composta por 4 pacientes maiores de 18 anos, de ambos os sexos, edêntulos, para serem submetidos a reabilitação de arco total superior, com prótese do tipo “protocolo”

6.2 Procedimento Clínico

No departamento de Odontologia da Faculdade ILAPEO, os pacientes de ambos os grupos passaram por um exame oral preliminar. A consulta incluiu, histórico médico e odontológico, a contestação de ausências dentárias ou presença de dentes comprometidos na maxila. Após as extrações e decorrido o período de maturação óssea, próteses totais imediatas temporárias foram instaladas, sendo assim, incluídos no protocolo clínico, e assinaram o termo de consentimento informado específico, para cirurgia de implante com carga imediata.

Critérios de Inclusão

1) Ter idade entre 18 e 75 anos; 2) Necessidade de reabilitação total superior com implantes osseointegrados, boca superior abertura maior que 50 mm; 3) Apresentar disponibilidade óssea associada a região de pré maxila, uma crista óssea residual de no mínimo de 4 mm de largura vestibulo-lingual e superior a 10 mm de altura de canino a canino, enquanto que, na parte posterior da maxila, uma crista residual de pelo menos 4 mm de largura vestibulo-lingual e superior de 8 mm de altura na área, suficiente para instalação de quatro implantes convencionais; 4) Apresentar boa saúde sistêmica; 5) Todos os implantes deverão travar com pelo menos 45Ncm de torque de inserção, para permitir o carregamento imediato dos mesmos.

Critérios de Exclusão

Foram excluídos deste estudo, pacientes parcialmente dentado ou que fizeram exodontias com um período inferior há 3 meses, e que apresentem as seguintes características:

1) apresentam sinais de alergia ou hipersensibilidade aos componentes químicos do material titânio ; 2) Diabéticos descompensados; 3) Pacientes usuários de medicamentos ou de patologias que alterem o metabolismo ósseo; 4) Pacientes que utilizam cronicamente anti-inflamatórios e antibióticos; 5) Doenças ou complicações sistêmicas como: distúrbios da coagulação sanguínea, cicatrização inadequada, crescimento incompleto dos maxilares; 6) Pacientes com o sistema imunológico debilitado, doenças que requerem a utilização regular de esteroides; Portadores de bruxismo; 7) Etilistas; 8) Dependentes químicos; 9) Xerostomia; 10) Histórico de tratamento radioterápico na região de cabeça e pescoço; 11) Paciente não cooperativo e não motivado; 12) Grávidas ou que desejam engravidar no próximo ano e lactantes.

Avaliação dos Riscos e Benefícios

Riscos

Os riscos aos pacientes desse projeto, foram os mesmos inerentes a prática clínica aonde se faz necessário a instalação de implantes para instalação de próteses do tipo protocolo superior. Podem ocorrer riscos, no trans-operatório como hemorragias, dor, diminuição considerável de pressão arterial ou picos de hipertensão.

Como forma de evitar ou minimizar a ocorrência desses danos, foi realizada cuidadosa anamnese para identificação dos pacientes sob risco cirúrgico, que foram excluídos deste estudo. O procedimento foi coordenado por pesquisadores com extensa experiência e com apurada técnica cirúrgica, de tal forma que o procedimento cirúrgico foi executado com máxima segurança. Utilizou-se anestesia local e a biosegurança foi totalmente respeitada. Com relação aos riscos pós operatórios, complicações como, presença de dor, inflamação e infecções. Os pacientes foram devidamente orientados e medicados. O telefone dos pesquisadores foi fornecido aos pacientes, mediante qualquer intercorrência.

Benefícios

Os pacientes que foram selecionados não apresentavam boas condições do sistema estomatognático. Os mesmos totalmente edêntulos ou apresentavam dentes com prognóstico desfavorável. Desta forma, houveram grandes benefícios aos pacientes como, o restabelecimento da função mastigatória, na articulação temporo mandibular, fonética e colaborando conseqüentemente na estética, inserção social e aumento da auto estima. Os pacientes declararam impossibilitados financeiramente de assumirem os custos de uma cirurgia e reabilitação. Desta forma esta pesquisa também pôde trazer a oportunidade para esses pacientes de uma reabilitação adequada do arco superior.



Figura 1- Radiografia Panorâmica inicial

6.3 Preparo pré-tomográfico

Para o preparo pré-tomográfico da maxila, realizou-se a moldagem do rebordo alveolar, incluindo a área de tuber, o material utilizado foi o alginato Hydrogum 5 – (Zhermack), cujo o objetivo foi obter um modelo em gesso, e o enceramento diagnóstico da maxila, afim de se estabelecer a dimensão vertical de oclusão e os parâmetros estéticos e funcionais da futura reabilitação. O modelo de gesso da maxila, foi digitalizado em um scanner CAD/CAM de bancada do modelo 7Series (DentalWings, Montreal, Canadá), obtendo-se uma digitalização de superfície em formato STL (Surface Tessellation Language), gerando um modelo virtual. O arquivo STL possui informações da geometria da superfície de um objeto, formadas por uma malha estruturada por triângulos. Este formato de arquivo, foi utilizado em processos CAD/CAM.



Figura 2- Moldagem do rebordo alveolar, incluindo a área tuber e antagonista.



Figura 3- Restabelecimento da Dimensão Vertical de Oclusão, parâmetros estéticos e funcionais da futura reabilitação.



Figura 4 - Planejamento de Diagnóstico, prova da montagem dos dentes.

O enceramento foi duplicado em resina acrílica incolor, obtendo-se um guia tomográfico, utilizado também como guia multifuncional. Neste guia, foi realizado cinco marcações de guta-percha bem distribuídas e assimétricas, na área de rebordo.

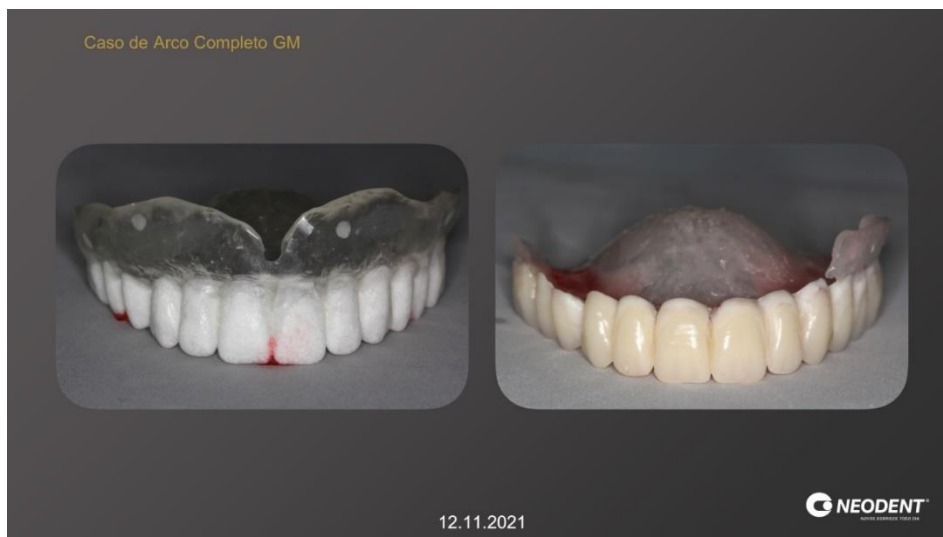


Figura 5 – Guia tomográfico e enceramento de diagnóstico.

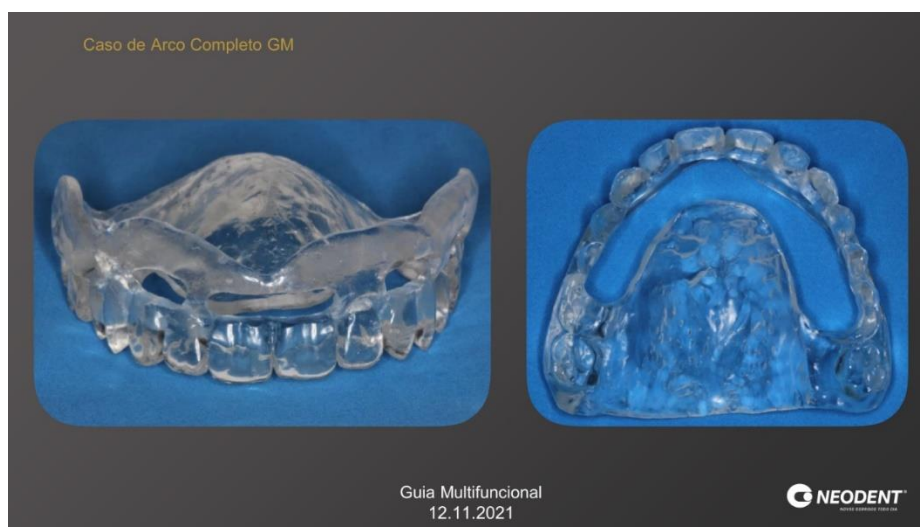


Figura 5 – Guia multifuncional.

Foram realizados prova e ajuste do guia tomográfico, e confecção de um alívio interoclusal. Referido alívio consiste em: estabilizar o guia no momento da aquisição tomográfica e separar os dentes antagonistas. Após esta etapa, os pacientes foram encaminhados para a aquisição tomográfica.

6.4 Tomografia Computadorizada Cone Beam

As imagens tomográficas foram obtidas, de forma padronizada por meio de um tomógrafo computadorizado Cone Beam (feixe cônico) marca Orthophos, modelo Galileus (Sirona, Bensheim, Alemanha). Para para cada participante foram obtidas 2 tomografias. A aquisição das imagens foi baseada na técnica da tomografia (DICOM) dupla: foi realizada uma aquisição da paciente com o guia e o registro interoclusal em posição, e em seguida, uma aquisição apenas do guia tomográfico.



Figura 6 – Guia tomográfico em posição com o registro interoclusal.

Cada maxila foi posicionada no centro do campo de visualização do tomógrafo. Os fatores de aquisição da imagem foram: FOV de 8X8 cm, 4mA, 85 kV, espessura de corte de 0,16 mm, tempo de exposição de 14,4s.

6.5 Digitalização do Rebordo

Utilizando um Scanner intraoral Straumann® Virtuo Vivo™ (Dental Wings, Montreal, Canadá), o rebordo da maxila foi digitalizado, e exportado no formato STL(Standard Template Library), gerando um modelo virtual.

6.6 Planejamento virtual

A aquisição foi exportada em formato Dicom. As imagens das tomografias computadorizadas tipo feixe cônico (TCFC) em formato Dicom e o arquivo STL da superfície da maxila foram importados no software coDiagnostiX (Dental Wings, Chemnitz, Alemanha), para a realização da etapa de planejamento virtual. Foram realizadas duas segmentações, uma da maxila e uma do guia tomográfico, foi realizado um primeiro alinhamento da tomografia do guia tomográfico com a tomografia da paciente, por meio das marcações de guta-percha, então, foi realizado um segundo alinhamento do arquivo STL por meio da face interna do guia tomográfico.

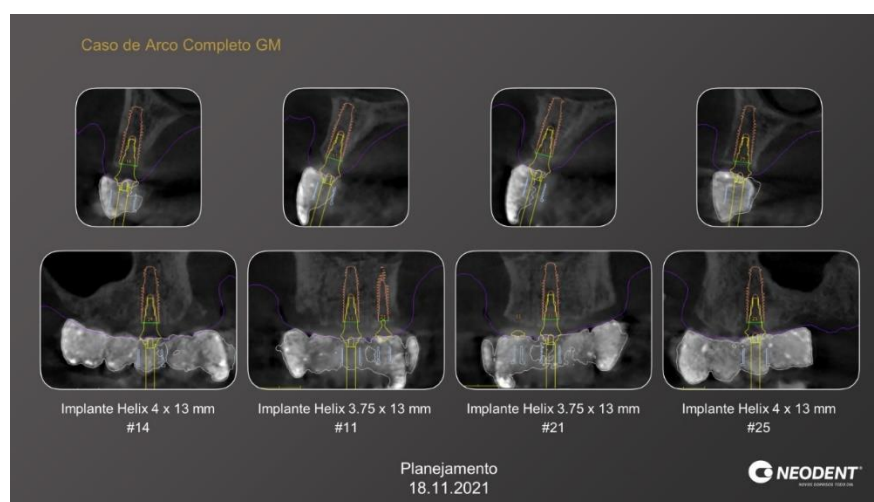


Figura 7 – Planejamento Virtual, com alinhamento Dicom e STL.

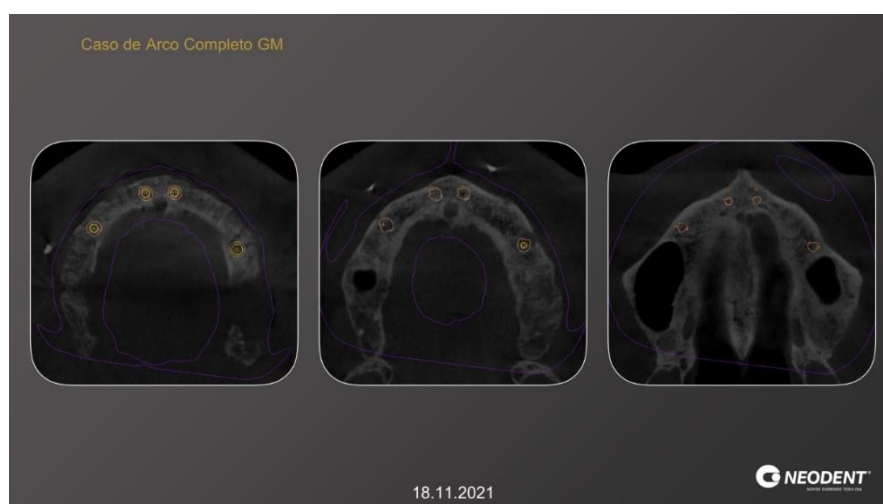


Figura 8 – Vista Axial, do planejamento virtual da posição dos implantes.

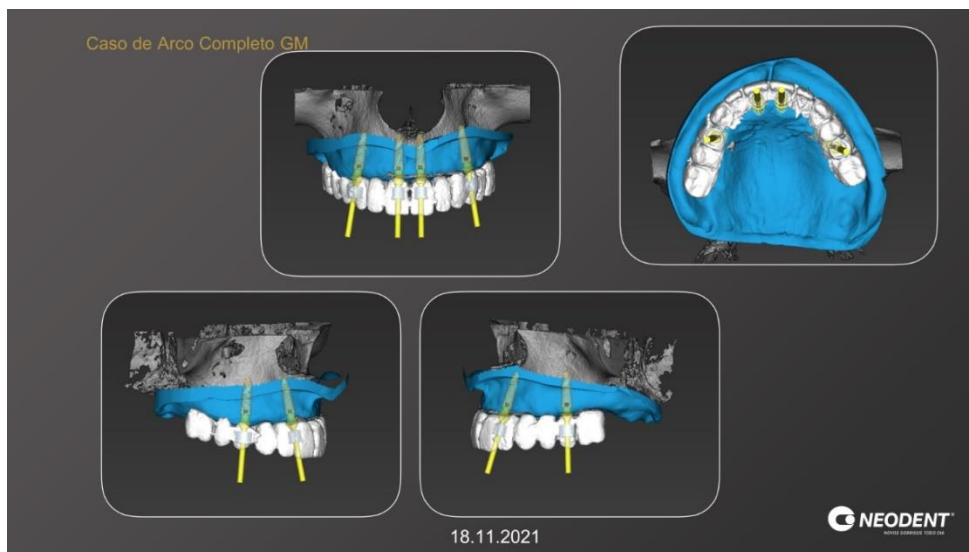


Figura 9 - Imagens do planejamento virtual realizado com software coDiagnostiX (DentalWings, Montreal, Canadá)

Foi realizado o planejamento virtual de acordo com a disponibilidade óssea, em altura e espessura, para a instalação de 4 implantes Grand Morse Helix® (Neodent, Curitiba, Brasil) e 4 fixadores (1,5 x 12 mm) (Neodent). Após finalizado o planejamento, o guia cirúrgico foi exportado no formato STL (Standard Template Library), permitindo sua fabricação em uma impressora 3D do modelo Objet Eden 260V (Stratasys, Rehovot, Israel). O guia foi fabricado pela empresa Neodent usando tecnologia CAD/CAM.

Caso de Arco Completo GM					
Maxilla - Implants					
Article no.	Position	Manufacturer	Model	Length	ø 1
109.985	14	Neodent	GM HELIX IMPLANT	13.00 mm	4.00 mm
109.979	11	Neodent	GM HELIX IMPLANT	13.00 mm	3.75 mm
109.979	21	Neodent	GM HELIX IMPLANT	13.00 mm	3.75 mm
109.985	25	Neodent	GM HELIX IMPLANT	13.00 mm	4.00 mm
Material list FDI notation (World Dental Federation)					
Maxilla - Abutments					
Article no.	Position	Manufacturer	Model	Length	Diameter
115.246	14	Neodent	GM MINI CONICAL ABUTMENT	3.50 mm	4.80 mm
115.246	11	Neodent	GM MINI CONICAL ABUTMENT	3.50 mm	4.80 mm
115.246	21	Neodent	GM MINI CONICAL ABUTMENT	3.50 mm	4.80 mm
115.245	25	Neodent	GM MINI CONICAL ABUTMENT	2.50 mm	4.80 mm
Planejamento 18.11.2021				NEODENT	

Figura 10 - Planejamento virtual de acordo com a disponibilidade óssea, em altura e espessura, fornecida pelo software coDiagnostiX (DentalWings, Montreal, Canadá)



Figura 11- Imagem do guia cirúrgico no formato STL, guia cirúrgico impresso.

6.7 Protocolo para cirurgia guiada

Todas as cirurgias foram executadas pelo mesmo operador (Cirurgião Dentista). O tratamento fornecido aos pacientes foi da responsabilidade de um cirurgião-dentista, adequadamente qualificado, para fornecer os cuidados relevantes ao paciente sob as condições do estudo clínico. Os pesquisadores envolvidos na condução da pesquisa, foram adequadamente instruídos e treinados quanto ao uso apropriado do dispositivo de estudo e no que diz respeito a este Protocolo de Estudo Clínico e às Boas Práticas Clínicas.

O guia cirúrgico, foi desinfetado com imersão em solução de digluconato de clorexidina 0,12% durante 30 minutos e depois acomodado sobre a maxila, para verificar visualmente se estava adaptado. A anestesia foi realizada com solução à base de cloridrato de mepivacaína 2% com epinefrina, com aplicação lenta e pouca quantidade, evitando excesso para não haver edema na região, o que pode resultar em dificuldade de um correto assentamento do guia cirúrgico. A reabertura foi realizada sem descolamento de retalho, com o auxílio de um extrator de mucosa (Neodent).

O guia foi estabilizado utilizando-se de um parafuso de enxerto autoperfurante no centro do palato, associado a três pinos fixadores (Neodent). Utilizou-se o kit cirúrgico Easy Guide Neodent One Hand (NGS) para Implante Helix GM. A instrumentação cirúrgica seguiu a sequência progressiva de brocas, mantendo o movimento frequente de entrada e saída das brocas com irrigação constante e abundante irrigação com solução salina, a instrumentação cirúrgica, foi realizada de acordo com a sequência progressiva de brocas, as quais preparam o alvéolo para instalação de implantes cônicos, Helix GM Neodent pela técnica de Cirurgia Guiada One Hand, com indicação para todos os tipos de densidade óssea.



Figura 12 – Pinos de estabilização do guia cirúrgico e implantes instalados.

Esse sistema de cirurgia guiada, traz um novo conceito, mais simples, onde as fresas são guiadas diretamente na anilha e com stop de profundidade, limitando a perfuração no

sentido vertical. (Figura13). Diferentemente do sistema convencional, onde a fresa é guiada por um outro instrumental cirúrgico (guia de broca).



Figura 13 – Novo Sistema One Hand

Foram desenvolvidas brocas específicas, com stop para cada diâmetro e comprimento de implante. Os comprimentos de implantes atendidos por essa solução são: 8.0 | 10.0 | 11.5 e 13.0 mm, o comprimento total de cada broca varia de acordo com sua profundidade de perfuração (Figura 14).

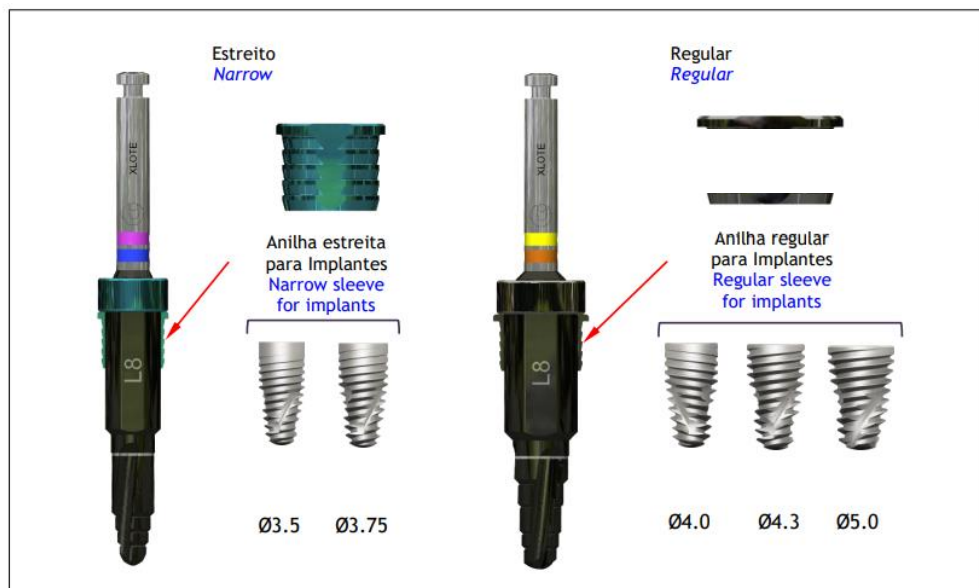


Figura 14 - Modelo de broca para anilha estreita e regular.

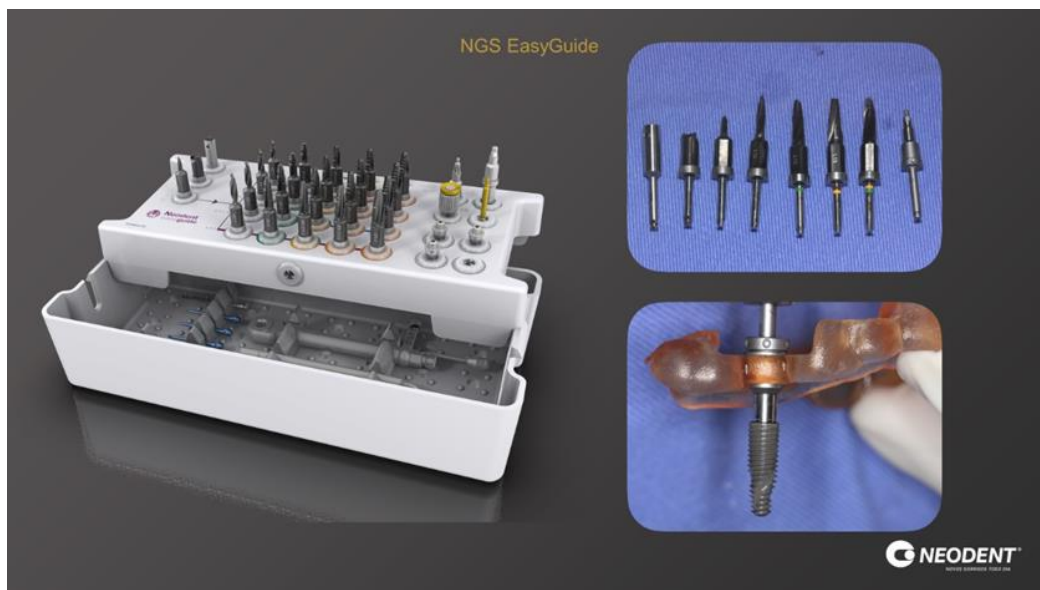


Figura 15 - Kit Cirúrgico completo.

O diâmetro e comprimento dos implantes, foram de acordo com a disponibilidade óssea do leito cirúrgico, o qual foi planejado virtualmente, a partir do software coDiagnostiX (DentalWings, Chemnitz, Alemanha), em cada maxila. Foram instalados 4 implantes do tipo Grand Morse Helix® (Neodent, Curitiba, Brasil), de forma totalmente guiada por um guia cirúrgico, planejado através do software de planejamento virtual (coDiagnostiX), os implantes foram instalados a 2mm infraósseos, conforme a recomendação do fabricante, seguindo o protocolo cirúrgico para cirurgia guiada (Easy Guide One Hand Neodent).

6.8 Fase da Carga Imediata Prótese

Na presença de alta estabilidade primária, necessária para o carregamento imediato com torque de inserção de todos os implantes de 32–60 Ncm² / foram instalados os Abutments extremos Mini Pilar Cônico GM Exact 17°/30° (Neodent, Curitiba, Brasil) aparafusado a 32Ncm², a fim de compensar a falta de paralelismo entre o implantes .O ângulo foi escolhido, para obter a posição do orifício de acesso, ou seja, o parafuso na posição oclusal a nível lingual da prótese. As reabilitações protéticas foram fabricadas usando impressão convencional. Os componentes de transferências foram aparafusados sobre os mini pilares cônicos GM Exact.

Moldagem com silicone de condensação foi realizada (moldagem de transferência), que gerou o modelo em gesso, o qual foi replicado a posição dos Mini Pilar Cônico GM Exact 17°/30°. O laboratório de próteses dentária, confeccionou a futura prótese provisória “Tipo Protocolo”, que foi instalada no paciente em 24 horas após o procedimento cirúrgico.



Figura 16 – Prótese Provisória “ Tipo protocolo”



Figura 17 - Prótese Provisória, vista oclusal e cervical.



Figura 18 - prótese instalada após 24 horas de trans operatório.



Figura 19 - Aspecto clínico após 15 dias, reestabelecimento da DVO.



Figura 20 - Tecidos peri-implantares com boa adaptação ao desenho protético.



Figura 21 – Controle radiográfico, adaptação passiva dos cilindros de titânio aos mini pilares.



Figura 22 - Aspecto clínico final, posição de lábios fechados em DVR.

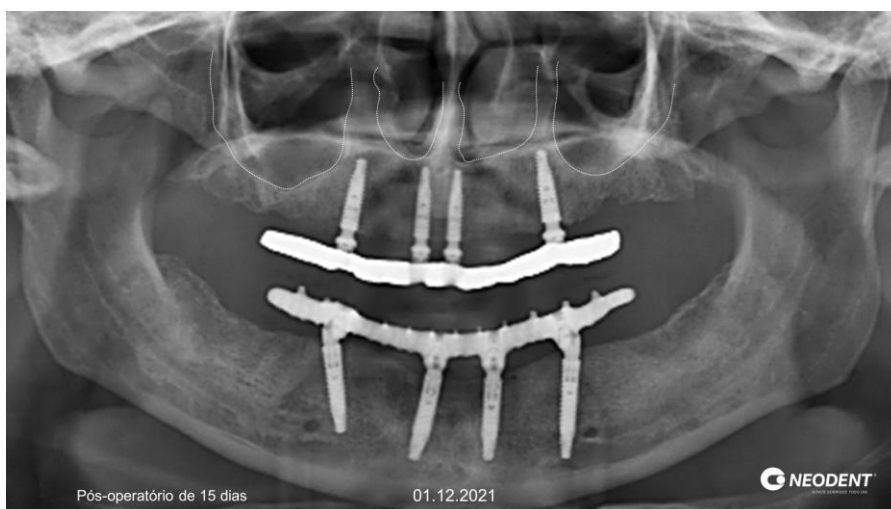


Figura 23 – Radiografia Panorâmica final.

Protocolo de cuidados pós-operatórios

Após inserção dos implantes o leito cirúrgico foi suturado com de fios de nylon 5.0 (Ethicon, Johnson & Johnson, Brasil). Foi prescrito para todos os pacientes durante o período pós-operatório amoxicilina (500mg) por 7 dias, Nimesulid (100mg) por 5 dias e dipirona sódica (500mg) por 3 dias para consumo por via oral. Adicionalmente, foi prescrito o colutório a base de peróxido de hidrogênio 1% Blue®m por 14 dias. A suturas foram removidas após 14 dias. O protocolo terapêutico pôde ser modificado caso o paciente fosse alérgico a algum dos medicamentos propostos na prescrição. Os implantes foram submetidos a carga imediata, pois apresentaram torque de inserção suficiente ($>45\text{Ncm}^2$).

Obtenção das Sobreposições e Resultados Numéricos

Após a instalação de todos os implantes por um mesmo operador, seguindo o protocolo cirúrgico Easy Guide One Hand Neodent, as tomografias pós-operatórias foram exportadas em DICOM e importadas no software coDiagnostiX (Dental Wings, Chemnitz, Alemanha). Utilizando a ferramenta Treatment Evaluation, foram realizadas sobreposições das tomografias

iniciais com as tomografias pós-operatórias e, utilizando a mesma ferramenta no software, obtendo os resultados numéricos das diferenças tridimensionais do posicionamento dos implantes no planejamento virtual em comparação aos implantes instalados.

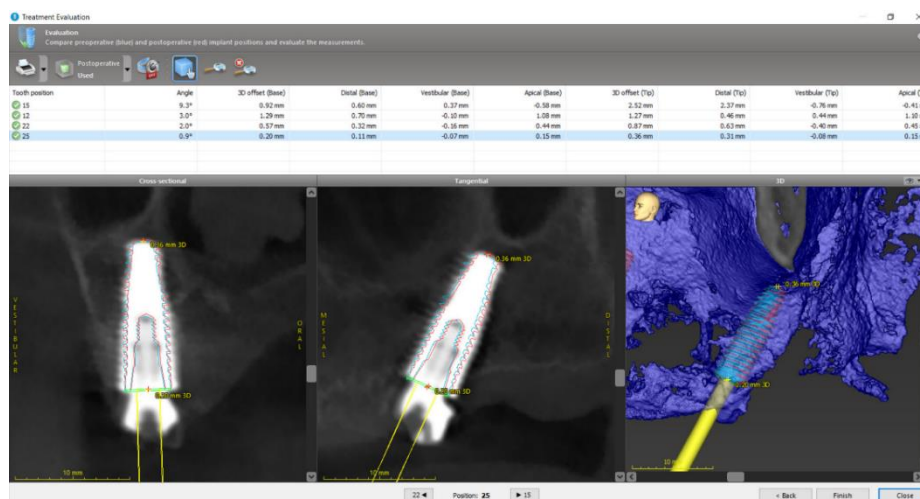


Figura 24 - Captura de tela do software no momento de sobreposição de imagens 3D, planejamento inicial e executado. Desvios angulares e lineares registrados para cada implante em ambiente virtual, nos aspectos 3D offset, da plataforma e apical, distal ou vestibular e mesial ou lingual.

Métodos estatísticos

Os dados das medidas lineares das posições dos implantes planejados e executados foram registrados em planilha do Excel e submetidos à análise estatística para estimar a associação entre as variáveis de exposição e desfecho. As variáveis de desfecho avaliadas, foram os desvios que representarem as diferenças de posicionamento introduzidos durante a transferência do planejamento virtual para o procedimento cirúrgico.

Análise de Dados

Os dados fornecidos pela ferramenta Treatment evaluation do software co-DiagnostiX (Dental Wings, Montreal- Canadá), indicaram os desvios 3D offset, distal, vestibular e apical das posições da plataforma e apical de cada amostra (implante). Essas medidas, são feitas automaticamente pelo software para cada implante, podendo ser exportadas em um formato de tabela em modo de planilha no software Excel (Microsoft, Redmond, Estados Unidos).

Tabela 1.1- Resultado das diferenças das posições, planejadas virtualmente e com as executadas.

Amostra 1										
Tooth position	Angle	3D offset (plataforma)	Distal (plataforma)	Vestibular (plataforma)	Apical (plataforma)	3D offset (Ápice)	Distal (Ápice)	Vestibular (Ápice)	Apical (Ápice)	
14	3.5	0.34	0.22	-0.04	-0.26	0.68	-0.5	-0.4	-0.23	
11	3.3	0.73	0.38	-0.2	-0.58	0.82	-0.29	-0.53	-0.56	
21	2.1	1.33	-0.23	-0.11	-1.3	1.31	0.19	0.08	-1.29	
25	2	1.22	-1.09	-0.01	-0.55	1.56	-1.43	0.27	-0.54	
Amostra 2										
Tooth position	Angle	3D offset (plataforma)	Distal (plataforma)	Vestibular (plataforma)	Apical (plataforma)	3D offset (Ápice)	Distal (Ápice)	Vestibular (Ápice)	Apical (Ápice)	
15	2.9	0.89	0.36	-0.43	-0.68	0.85	-0.31	-0.43	-0.67	
12	1	1.37	0.31	-1.23	-0.53	1.21	0.12	-1.08	-0.53	
22	0.6	1.3	-0.27	-1.26	-0.23	1.22	-0.15	-1.18	-0.23	
25	2.8	1.13	0.23	-1.09	-0.22	1.1	-0.39	-1	-0.2	
Amostra 3										
Tooth position	Angle	3D offset (plataforma)	Distal (plataforma)	Vestibular (plataforma)	Apical (plataforma)	3D offset (Ápice)	Distal (Ápice)	Vestibular (Ápice)	Apical (Ápice)	
15	9.3	0.92	0.6	0.37	-0.58	2.52	2.37	-0.76	-0.41	
12	3	1.29	0.7	-0.1	1.08	1.27	0.46	0.44	1.1	
22	2	0.57	0.32	-0.16	0.44	0.87	0.63	-0.4	0.45	
25	0.9	0.2	0.11	-0.07	0.15	0.36	0.31	-0.08	0.15	
Amostra 4										
Tooth position	Angle	3D offset (plataforma)	Distal (plataforma)	Vestibular (plataforma)	Apical (plataforma)	3D offset (Ápice)	Distal (Ápice)	Vestibular (Ápice)	Apical (Ápice)	
15	6.6	1.15	-0.44	-0.49	-0.94	2.11	-1.92	-0.23	-0.85	
12	2.6	1.36	0.56	-1.23	-0.03	1.28	0.02	-1.28	-0.02	
22	2.4	2.16	0.52	-1.41	-1.56	2.36	1.07	-1.43	-1.55	
25	2.2	2.29	0.32	-0.72	-1.01	1.12	0.45	-0.24	-1	

Todos os dados foram organizados numa única tabela e enviados para análise estatística, com o objetivo de descrever e testar a seguinte hipótese nula. Se haverá relevância nos desvios, simetria na distribuição e homogeneidade nas posições dos implantes planejados virtualmente, com as executadas por meio do novo Kit para cirurgia guiada (Easy Guide One Hand Neodent). Para a análise estatística inicialmente, foi realizada análise descritiva dos dados com estimativa de média, mediana, desvio padrão, percentil 25% e 75% das variáveis do estudo. Para melhor visualização destas análises, foram produzidos gráficos do tipo boxplots. Para avaliação do intervalo de confiança, foram realizados simulações das amostras com 80%, 90%, e 95%, considerando portanto, os valores críticos de 1,28, 1,645 e 1,96, respectivamente, e com tamanho de amostra necessário diante de uma margem de erro fixada e calculada com, número de indivíduos na amostra (n). O valor crítico correspondente ao grau de confiança desejada, ou seja, nesse caso utilizado 95% de confiança, portanto 1,96 ($Z_{\alpha/2}$), desvio-padrão calculado para cada variável (σ), margem de erro fixada em 5% / 0,05 (ϵ).

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} * \sigma}{\epsilon} \right)^2$$

Análise realizada no ambiente R 4.0.4 (R Core Team, 2021).

RESULTADOS

Comparando as posições das variações dos 16 implantes, não houve diferença estatística significativa nas variáveis (Tabela 1.2), pois o desvio padrão (DP) que representa a diferença de cada implante em relação à média do conjunto, apresentou-se próximos entre si. O intervalo interquartil (IIQ) teve valores baixos, assim sendo, menor variabilidade dos implantes, portanto, menor foi o desvio, uma vez que, a média (M) e medianas (MD) apresentaram valores baixos e próximos entre si.

Ao avaliar o p-valor*, o qual identifica se há simetria entre as posições dos implantes, ou seja, quanto mais próximo de zero, menor o desvio, como resultado, houve homogeneidade da amostra, pois o cálculo de intervalo de confiança do tamanho das 16 amostras, para todas as variáveis, o mínimo necessário para 80% de confiabilidade são 14/15 ou 16 implantes, para 90% são 15 ou 16 implantes e para 95% são 15 ou 16 implantes. Sendo assim, o poder da amostra está com no mínimo 95% de confiança e precisão para todas as variáveis.

Tabela 1.2 – Análise descritiva das diferenças médias entre os dois momentos, dos quatro grupos.

		Média	Mediana	Intervalo de Confiança (95%)		Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	Primeiro quartil (25%)	Terceiro quartil (75%)	Intervalo interquartil	p-valor*
				Inferior	Superior							
Plataforma	3D offset	1,08	1,18	0,83	1,33	0,2	2,16	0,47	0,85	1,31	0,46	0,2
	Distal	0,16	0,32	-0,08	0,41	-1,09	0,7	0,46	0,025	0,42	0,39	0,019
	Vestibular	-0,51	-0,32	-0,81	-0,21	-1,41	0,37	0,56	-1,12	-0,093	1,03	0,059
	Apical	-0,42	-0,54	-0,77	-0,08	-1,56	1,08	0,65	-0,74	-0,17	0,57	0,89
Ápice	3D offset	1,29	1,21	0,97	1,61	0,36	2,52	0,59	0,86	1,37	0,51	0,12
	Distal	0,04	0,05	-0,48	0,55	-1,92	2,37	0,97	-0,33	0,45	0,78	0,37
	Vestibular	-0,52	-0,42	-0,82	-0,22	-1,43	0,44	0,56	-1,02	-0,19	0,83	0,75
	Apical	-0,4	-0,47	-0,74	-0,05	-1,55	1,1	0,65	-0,72	-0,16	0,56	0,92

*Teste Shapiro-Wilk

Interpretação visual da dispersão das diferenças

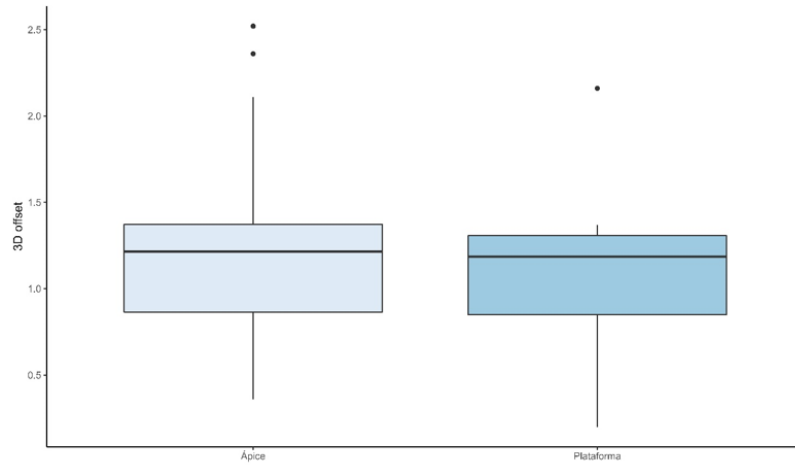


Figura 25 - Boxplots da variável 3D offset em relação aos grupos (plataforma e ápice)

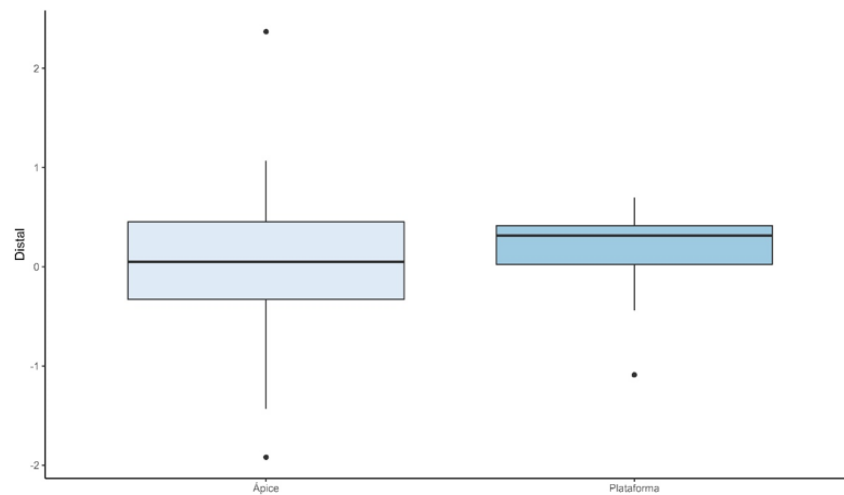


Figura 26 - Boxplots da variável distal em relação aos grupos (plataforma e ápice)

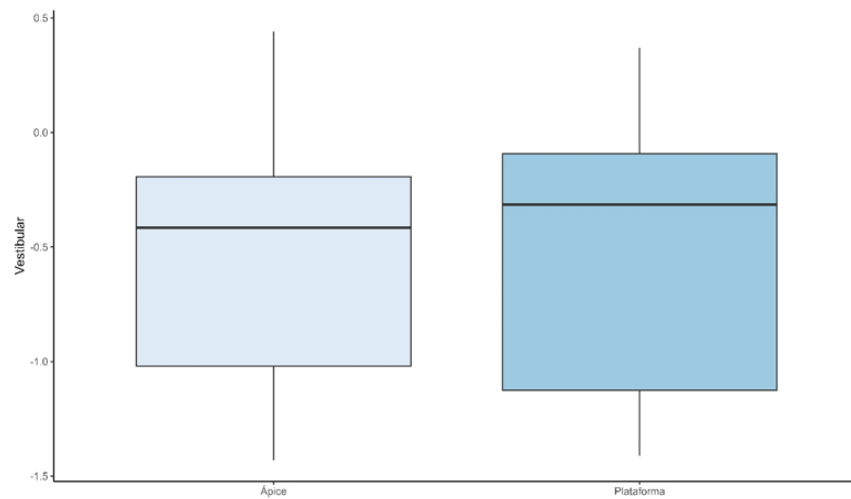


Figura 27 - Boxplots da variável vestibular em relação aos grupos (plataforma e ápice)

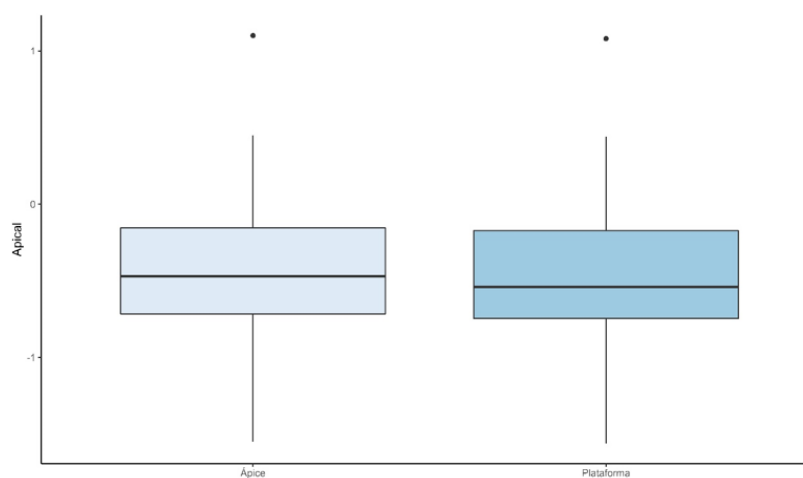


Figura 28 - Boxplots da variável apical em relação aos grupos (plataforma e ápice)

DISCUSSÃO

As modernas possibilidades de planejamento para reabilitação protética, visam à melhor previsibilidade do tratamento, e com o auxílio das novas ferramentas digitais facilitam os aspectos cirúrgicos e protéticos na substituição dentária com implantes imediatos. Contribuindo desta forma para que, os fluxos de trabalho digitais possam ser otimizados com eficiência clínica, redução do tempo cirúrgico e restaurador e aumento da satisfação do paciente, como está demonstrada na resolução clínica aqui apresentada.^(5,6)

É amplamente conhecido que a principal vantagem da cirurgia guiada, é a capacidade de planejar e otimizar a posição do implante, e quando associada à técnica “Flapless” cirurgia sem retalho, juntamente com a carga imediata, por meio do protocolo inteiramente digital, através do método “All on Four”, ou seja, quatro implantes são colocados em um padrão em forma de M, o qual possibilita posicionar implantes que divergem em ângulos de 60 graus, sendo compreendido como recursos valiosos na reabilitação maxilar, com redução de tempo trans-operatório e diminuição dos sintomas pós-operatórios, como dor, inchaço e inflamação.^(8, 10,19) Esses achados, corroboram com o presente estudo. No entanto, apesar do avanço tecnológico da cirurgia virtual guiada, o posicionamento do implante não depende apenas do

guia, mas também, do controle de todos os erros cumulativos e sinérgicos de aquisição de dados ao procedimento cirúrgico, que podem mascarar a real precisão da técnica.^(18,17) Como foi observado neste estudo. Referidas tecnologias visam minimizar os riscos de erros dos operadores ao reproduzir virtualmente a posição do implante por meio dos dados gerados. Desta forma, um guia cirúrgico estático permitiu a orientação do novo kit do sistema para cirurgia guiada (Easy Guide Neodent One Hand), o qual tem por finalidade a limitação da osteotomia e inserção do implante no sentido cervico apical, ou seja, controle de profundidade.^(1,2,3) Embora, os dados apresentados na literatura atual indiquem que a cirurgia guiada estática possui precisão razoável, erros consideráveis ainda podem ocorrer.⁽²⁷⁾ Assim sendo, na tabela do resultado das diferenças das posições, planejadas virtualmente e com as executadas, notamos desvios angulares máximo 9,30 graus e mínimo 0,60 graus, com desvio angular médio 2,95 graus e obtivemos o desvio padrão angular 2,18 graus das variáveis.

A amostra 3 da posição 15 apresentou baixa densidade óssea e falta de estabilidade primária para carregamento imediato, o que levou à substituição do implante por um de diâmetro maior, inviabilizando o guia cirúrgico. Por esse motivo, o implante foi instalado á mão live, o que resultou em desvio angular de 9.30 graus com 3D offset no ápice de 2.52 graus e distal no ápice 2.37 graus, sendo assim, pode-se observar que o desvio angular foi bem alto.

Caso ocorra uma situação semelhante à descrita, o cirurgião dentista deve ter cautela, uma vez que essa discrepância, se estivesse próxima a estruturas anatômicas importantes, poderia ser prejudicial, uma vez que, a segurança proporcionada pela cirurgia guiada foi anulada. Logo, foi essencial um controle de imagem no trans operatório.

Outro ponto a se destacar em casos considerados críticos como edentulismo total, onde o guia cirúrgico é apoiado só em mucosa, portanto, maior instabilidade. Os desvios obtidos no estudo foram pequenos, devido á precauções tomadas durante o tras operatório em todas as

amostras. Assim sendo, a infiltração anestésica foi realizada de forma lenta e à distância, evitando alterações no tecido gengival.

De acordo com a literatura dos estudos realizados por Vieira, Du-Hyeong, Cunha, Tahmaseb, Van Assche e Terzioglu, os quais obtiveram desvio angular médio de 1,93 graus; 2,02 graus; 2,04 graus; 3,96 graus; 3,81 graus; 5,85 graus respectivamente. Portanto, pode-se considerar que, os desvios deste estudo estão dentro dos valores clinicamente aceitáveis.^(15, 25, 27, 5, 21, 13)

Considerando uma análise detalhada dos resultados, onde os dados estatísticos avaliaram as diferenças das variáveis obtidas, da plataforma e ápice, podemos concluir que, os desvios lineares foram baixos (DP e IIQ), validando a variável desfecho. Uma vez que, os dados fornecidos pela ferramenta Treatment evaluation do software co-DiagnostiX tem como referência a posição inicial igual a 0 graus.

Outra questão de relevância é o cálculo do intervalo de confiança de cada medida IC (95%), que define o intervalo dos desvios calculados. Os resultados que se aproximam de 1,00 mostram melhor replicabilidade ou precisão.^(27,28) A interpretação nas variáveis plataforma e ápice, mostram variações entre os valores mínimo -0,81 e -0,82; e máximo 1,33 e 1,61 respectivamente. No entanto, essas variações não afetaram a eficácia do procedimento cirúrgico, tais valores representam uma replicabilidade aceitável.

CONCLUSÃO

Levando-se em consideração as características dessa pesquisa, ficou evidenciado que não houve diferenças estatisticamente significativas na acurácia do método de cirurgia guiada Easy Guide Neodent One Hand no posicionamento de implantes dentários instalados em arco total superior, quando se compara com o planejamento inicial.

REFERÊNCIAS

- 1- Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl.* 1977;16:1-132.
- 2- Tettamanti L, Andrisani C, Bassi MA, Vinci R, Silvestre-Rangil J, Tagliabue A. Immediate loading implants: review of the critical aspects. *Oral Implantol.* 2017 sep 27;10(2):129–39. doi:10.11138/orl/2017.10.2.129.
- 3- Sun TM, Lee HE, Lan TH. Comparing Accuracy of Implant Installation with a Navigation System (NS), a Laboratory Guide (LG), NS with LG, and Freehand Drilling. *Int J Environ Res Public Health.* 2020 Mar 22;17(6):2107. doi: 10.3390/ijerph17062107.
- 4- Orentlicher G, Abboud M. Guided surgery for implant therapy. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2011 May;23(2):239-56, v-vi. doi: 10.1016/j.coms.2011.01.008.
- 5- Tahmaseb A, Wu V, Wismeijer D, Coucke W, Evans C. The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2018 Oct;29 Suppl 16:416-435. doi: 10.1111/clr.13346.
- 6- D'haese J, Ackhurst J, Wismeijer D, De Bruyn H, Tahmaseb A. Current state of the art of computer-guided implant surgery. *Periodontol 2000.* 2017 Feb;73(1):121-133. doi: 10.1111/prd.12175.
- 7- El Kholy K, Lazarin R, Janner SFM, Faerber K, Buser R, Buser D. Influence of surgical guide support and implant site location on accuracy of static Computer-Assisted Implant Surgery. *Clin Oral Implants Res.* 2019 Nov;30(11):1067-1075. doi: 10.1111/clr.13520. Epub 2019 Aug 20.
- 8- Kernen F, Kramer J, Wanner L, Wismeijer D, Nelson K, Flügge T. A review of virtual planning software for guided implant surgery - data import and visualization, drill guide design and manufacturing. *BMC Oral Health.* 2020 Sep 10;20(1):251. doi: 10.1186/s12903-020-01208-1.
- 9- Durkan R, Oyar P, Deste G. Maxillary and mandibular all-on-four implant designs: A review. *Niger J Clin Pract.* 2019 Aug;22(8):1033-1040. doi: 10.4103/njcp.njcp_273_18.
- 10- Cattoni F, Chirico L, Merlone A, Manacorda M, Vinci R, Gherlone EF. Digital Smile Designed Computer-Aided Surgery versus Traditional Workflow in "All on Four" Rehabilitations: A Randomized Clinical Trial with 4-Years Follow-Up. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Mar 26;18(7):3449. doi: 10.3390/ijerph18073449.
- 11- Blustein R, Jackson R, Rotskoff K, Coy RE, Godar D. Use of splint material in the placement of implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1986 Summer;1(1):47-9.

- 12- Engelman MJ, Sorensen JA, Moy P. Optimum placement of osseointegrated implants. *J Prosthet Dent.* 1988 Apr;59(4):467-73. doi: 10.1016/0022-3913(88)90044-3.
- 13- Terzioğlu H, Akkaya M, Ozan O. The use of a computerized tomography-based software program with a flapless surgical technique in implant dentistry: a case report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009 Jan-Feb;24(1):137-42.
- 14- Pettersson A, Kero T, Gillot L, Cannas B, Fäldt J, Söderberg R, Näsström K. Accuracy of CAD/CAM-guided surgical template implant surgery on human cadavers: Part I. *J Prosthet Dent.* 2010 Jun;103(6):334-42. doi: 10.1016/S0022-3913(10)60072-8.
- 15- Vieira DM, Sotto-Maior BS, Barros CA, Reis ES, Francischone CE. Clinical accuracy of flapless computer-guided surgery for implant placement in edentulous arches. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2013 Sep-Oct;28(5):1347-51. doi: 10.11607/jomi.3156.
- 16- Somogyi-Ganss E, Holmes HI, Jokstad A. Accuracy of a novel prototype dynamic computer-assisted surgery system. *Clin Oral Implants Res.* 2015 Aug;26(8):882-890. doi: 10.1111/clr.12414. Epub 2014 May 19.
- 17- Tahmaseb A, Wu V, Wismeijer D, Coucke W, Evans C. The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2018 Oct;29 Suppl 16:416-35. doi: 10.1111/clr.13346.
- 18- Kernen F, Kramer J, Wanner L, Wismeijer D, Nelson K, Flügge T. A review of virtual planning software for guided implant surgery - data import and visualization, drill guide design and manufacturing. *BMC Oral Health.* 2020 Sep 10;20(1):251. doi:10.1186/s12903-020-01208-1.
- 19- Cattoni F, Chirico L, Merlone A, Manacorda M, Vinci R, Gherlone EF. Digital Smile Designed Computer-Aided Surgery versus Traditional Workflow in "All on Four" Rehabilitations: A Randomized Clinical Trial with 4-Years Follow-Up. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Mar 26;18(7):3449. doi: 10.3390/ijerph18073449.
- 20- Van Assche N, Vercruyssen M, Coucke W, Teughels W, Jacobs R, Quirynen M. Accuracy of computer-aided implant placement. *Clin Oral Implants Res.* 2012 Oct;23 Suppl 6:112-23. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02552.x.
- 21- Jensen OT, Adams MW. Secondary stabilization of maxillary m-4 treatment with unstable implants for immediate function: biomechanical considerations and report of 10 cases after 1 year in function. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014 Mar-Apr;29(2):232-40. doi: 10.11607/jomi.te59.
- 22- Uhlendorf J, Uhlendorf Y, Luiz J, Bressani JA, Araújo W. Rehabilitation of the maxilla with computer-assisted flapless surgery according to virtual preoperative planning: A case report. *Dental Press Implantol.* 2014 July-Sept;8(3):66-75. doi:10.14436/2237650X.8.3.066075.oar

- 23- Van Assche N, Quirynen M. Tolerance within a surgical guide. *Clin Oral Implants Res.* 2010 Apr 1;21(4):455-8. doi: 10.1111/j.1600-0501.2009.01836.x. Epub 2010 Jan 13.
- 24- Lee JH, Park JM, Kim SM, Kim MJ, Lee JH, Kim MJ. An assessment of template-guided implant surgery in terms of accuracy and related factors. *J Adv Prosthodont.* 2013 Nov;5(4):440-7. doi: 10.4047/jap.2013.5.4.440. Epub 2013 Nov 28.
- 25- Lee DH, An SY, Hong MH, Jeon KB, Lee KB. Accuracy of a direct drill-guiding system with minimal tolerance of surgical instruments used for implant surgery: a prospective clinical study. *J Adv Prosthodont.* 2016 Jun;8(3):207-13. doi: 10.4047/jap.2016.8.3.207. Epub 2016 Jun 17.
- 26- Kalt G, Gehrke P. Transfer precision of three-dimensional implant planning with CT assisted offline navigation. *Int J Comput Dent.* 2008;11(3-4):213-25. English, German. PMID: 19216313.
- 27- Cunha RM, Souza FÁ, Hadad H, Poli PP, Maiorana C, Carvalho PSP. Accuracy evaluation of computer-guided implant surgery associated with prototyped surgical guides. *J Prosthet Dent.* 2021 Feb;125(2):266-72. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.07.010. Epub 2020 Feb 25.
- 28- Sarment DP, Sukovic P, Clinthorne N. Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2003 Jul-Aug;18(4):571-7.

ANEXO I**Orçamento:****Pesquisador Responsável:****Prof. Dr. Augusto Ricardo Andrighetto****Aluna: Patrícia Helena Oliveira**

Item	Quantidade	Custo	Responsável
Material de Papelaria	20 und	R\$ 200,00	Patrícia Helena Oliveira
Impressão	20 und	R\$ 450,00	Patrícia Helena Oliveira
Análise Estatística	n/a	R\$ 3.000,00	Patrícia Helena Oliveira
TOTAL		R\$3.650 ,00	

ANEXO II

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do estudo: Avaliação da acurácia do posicionamento de implantes dentários instalados pelo método de cirurgia guiada (Easy Guide Neodent One Hand)

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Augusto Ricardo Andrighetto

arandri@gmail.com

+55 41 99446-0055

Aluna: Patrícia Helena Oliveira

patriciaoliveira8484@gmail.com

+55 61 98183-1331

Local do estudo: Faculdade Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico

Eu, _____, nasc
 _____, nacionalidade _____, idade _____ anos,
 estado civil _____ residente a (endereço) _____
 _____ RG
 _____, CPF _____, estou sendo

convidado a participar de um estudo denominado “PROSPECTIVO“, cujo objetivo e justificativa é avaliar a acurácia da cirurgia guiada, por meio da comparação da posição dos implantes, definidos a partir do planejamento virtual utilizando o software coDiagnostiX, realizado previamente às cirurgias, com as posições reais, obtidas após a instalação cirúrgica dos mesmos, através do novo sistema de kit para cirurgia guiada (Easy Guide Neodent One Had).

Fui esclarecido que o principal objetivo desta pesquisa é identificar os desvios lineares na região cervical e apical e os desvios angulares após a sobreposição das imagens dos implantes pré e pós instalação. Minha participação no referido estudo será de reabilitar o arco total superior, com uma prótese do tipo “protocolo” através da instalação de 4 implantes Grand Morse Helix® (Neodent, Curitiba, Brasil).

No departamento de Odontologia da Faculdade ILAPEO, passarei por um exame oral

preliminar. Durante a consulta, após anamnese detalhada, histórico médico e odontológico, para a confirmação de uma maxila edêntula ou com a presença de elementos dentários comprometidos, com indicação para exodontia. As mesmas serão realizadas e será entregue uma prótese total imediata temporária. Passado o período de cicatrização óssea e gengival, de no mínimo 3 meses, serei incluído no protocolo clínico para cirurgia de implante com carga imediata.

O preparo pré-tomográfico da maxila, iniciará com uma moldagem do rebordo alveolar, para obter um modelo em gesso, e o enceramento de diagnóstico da maxila e parâmetros estéticos e funcionais da futura reabilitação.

2/3

Fui informado que farei 2 tomografias de forma padronizada por meio de um tomógrafo computadorizado Cone Beam (feixe cônico) da marca Orthophos, para aquisição de imagens da maxila.

Instalação dos implantes (Anestesia, estabilização do guia cirúrgico, perfuração do osso, instalação dos implantes e sutura). Estes implantes serão avaliados por meio de tomografia.

Após instalação dos implantes e instalação da prótese Tipo Protocolo será necessário retorno entre 30 dias, 3 meses, 6 meses, 12 meses, 18 meses e 24 meses para reavaliação.

Nessas sessões haverá controle de higienização, da cicatrização e acompanhamento radiográfico de controle.

Fui informado de que, a pesquisa me trará benefícios, tais como restabelecer a função mastigatória, estética e qualidade de saúde oral. Será assegurada a assistência integral e imediata, de forma gratuita pelo tempo que for necessário em casos de danos decorrentes da pesquisa.

Recebi os esclarecimentos necessários sobre os possíveis desconfortos e riscos que são inchaço e/ou caso de dor, rompimento dos pontos e sangramento no pós-operatório. Os desconfortos e riscos serão minimizados (ou evitados) com cuidados pós-operatório. Serão prescritos medicamentos para controle da dor, inflamação e infecção. Além disso será sugerido repouso e alimentação leve. Pode também ocorrer algum desconforto gástrico devido ao uso do medicamento (antibiótico), o que pode ser controlado com protetores gástricos. Por outro lado, tudo que foi relatado refere-se ao procedimento, não havendo nenhum risco a mais para sua saúde associado à pesquisa. Todas as medidas serão tomadas para a redução do desconforto, tais como, orientação e medicação adequada. Caso haja perda de estabilidade de algum dos implantes instalados, um novo implante será instalado sem nenhum custo envolvido.

Estou ciente que não devem participar do estudo pessoas que apresentem as seguintes

características:

1)Fumantes; 2) Diabéticos; 3) Pacientes usuários de medicamentos ou de patologias que alterem o metabolismo ósseo; 4) Pacientes que utilizam cronicamente anti-inflamatórios e antibióticos; 5) Portadores de bruxismo; 6) Etilistas; 7) Dependentes químicos; 8) Grávidas ou que desejam engravidar no próximo ano; 9) Histórico de tratamento radioterápico na região de cabeça e pescoço.

Também fui informado de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar e, por desejar sair da pesquisa, não sofrerei qualquer prejuízo à assistência que venho recebendo.

Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, serão mantidos em sigilo.

De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da minha participação no estudo, serei devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Será garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, como também o resultado da pesquisa.

3/3

Em casos de dúvidas sobre os procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com o estudo, fui esclarecido que posso telefonar para os pesquisadores: Prof. Dr. Augusto Ricardo Andrighetto – celular +55 41 99446-0055, Patrícia Helena Oliveira - Celular (61)98183-1331. Caso eu me sinta prejudicado, ou que tenha qualquer reclamação ou qualquer tipo de denúncia sobre este estudo, devo ligar ou enviar um e-mail para o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Ilapeo (CEP/ILAPEO), pelo telefone (41) 3595-6045 ou e-mail cep@ilapeo.com.br. Foi esclarecido que o CEP é um grupo de pessoas que atua de forma independente para defender e assegurar os direitos e interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade.

Foi esclarecido que não receberei nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela minha participação na pesquisa.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de tudo o que aqui foi mencionado e compreendido, quanto à natureza e o objetivo do referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar. Estou ciente que, em qualquer momento, posso solicitar o acesso a esse registro de consentimento.

Confiro que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Observação: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito.

Curitiba, ____ / ____ / ____

Nome do Participante da Pesquisa

Assinatura do Participante da Pesquisa

Assinatura do Pesquisador Responsável: (Augusto Ricardo Andrighetto)

2. Artigo científico 2

Artigo de acordo com as normas da Faculdade ILAPEO, para futura publicação no periódico **Journal of Prosthodontics**

Digital workflow importance of planning and execution of implant-supported maxillary rehabilitation.

Patrícia Helena Oliveira¹
Tatiana Deliberador²
Augusto Andrighetto³
Ivete Sartori⁴

¹ Aluna de mestrado Faculdade Ilapeo

² Mestre e Doutora Faculdade Ilapeo

³ Mestre e Doutor Faculdade Ilapeo

⁴ Mestre e Doutora Faculdade Ilapeo

Abstract

Purpose: Currently, oral rehabilitation with osseointegrated implants through digital workflow associated with the immediate loading technique has been reported in the literature as a safe and predictable treatment option. This article describes a clinical case report using this digital workflow for implant-supported maxillary rehabilitation. **Materials and methods:** After clinical and tomographic facial analyses, bone availability was evaluated and the digital workflow began, starting with intraoral scanning and standardized photographs. The virtual assembly of the teeth was performed, this digital diagnostic wax-up made it possible to idealize the highest dental line in relation to the forced smile line, being decisive in the choice of the type of prosthesis. Surgical planning was performed using the coDiagnostiX software, in which 8 implants were planned related to the clinical crowns of the approved wax-up, along with the printing of the flangeless multifunctional guide. **Results:** After the surgical procedure, the transfer molding was performed. This generated the plaster model that was scanned in a bench scanner, thus obtaining the post-surgical virtual model. The virtual wax-up that had been created was transferred to this new model, generating the prosthesis CAD. This design was sent to the CAM milling machine for the manufacture of a provisional PMMA prosthesis, which was installed 24 hours after the surgical procedure. The patient underwent periodic follow-ups for clinical evaluation at 15, 45 and 60 days after the procedure. **Conclusion:** The digital workflow used in implant-supported maxillary rehabilitation was fundamental for diagnosis and planning, allowing the execution of the procedure without the need for osteotomy and the confection of a full-arch implant-supported prosthesis.

Keywords: Surgery, Computer-Assisted, Dental Implants, Immediate Dental Implant Loading, Dental Prosthesis, Implant-Supported

1 Introduction

The area of implant dentistry has evolved a lot in recent years due to the use of computed tomography (CT), intraoral image acquisition (Standard Tessellation Language – STL), computer-aided design associated with computer-aided manufacturing (CAD/CAM) technology and three-dimensional printing (3D). In addition, the guided surgery technique has been consolidated in implant dentistry. Based on these resources, implants can be virtually planned in cross-sectional images and in three-dimensional surface models where they are reconstructed from the tomographic volume.¹ These technologies now allow a static surgical guide to minimize the risk of operator error by virtually reproducing the implant position through the generated data.^{1 2 3}

This can also be associated with the use of the immediate loading technique, known as a reliable and effective protocol to single, multiple or full-arch dental rehabilitation. This technique offers important advantages for the patient in terms of function, aesthetics and comfort. However, clinical success depends on many factors, such as patient selection, bone quality and quantity, number and design of implants, achievement of good primary stability, occlusal load control, and the clinician's surgical skill.⁴ A correct and meticulous planning is necessary due to anatomical variations and several elements related to dentofacial esthetics, such as residual ridge position, lip support, occlusal support, vertical dimension, tooth position, tooth proportions, buccal corridor and midlines for different types of patients.^{5 6}

To increase the predictability of the cases, the digital workflow, involving intraoral scanning and sharing of images with the laboratory for surgical planning and making the prostheses by the CAD/CAM process has been described.^{7 8 9 10 11}

Thus, this article aims to report a clinical case in which the digital workflow was used for the planning and execution of provisional implant-supported maxillary rehabilitation using a full-arch implant-supported prosthesis.

2 Clinical case report

A 60-year-old female patient presented at the clinic of the master's course of the ILAPEO College (Latin American Institute of Dental Research and Education) for treatment. She reported difficulty in eating and had an aesthetic complaint about the anterior region, stating that it was a “very ugly smile”. The anamnesis revealed a good general health condition. The radiographic examination (Fig1) and the initial clinical examination revealed the absence of several upper dental elements and the use of an unsatisfactory acrylic removable partial denture. The lower teeth were in good condition, with the absence of elements 36, 37 and coronal

destruction of 38.

Computed tomography was requested. both clinical and photographic facial analyses were performed. Factors associated with rehabilitation were evaluated, such as the vertical dimension of occlusion (VDO), relationship between teeth and lips with the mouth closed and in the smile, facial midline and arch design. (Figs 2 - 3) The analysis allowed us to understand the need to reestablish the relationship between the arches in the position of condyles in centric relation (CR) and a slight reestablishment of the VDO. (Fig 4) To study the necessary changes, a rigid Lucia JIG (Jaw Interference Guide) device was made. The JIG was used in intraoral scanning for optical recording of the relationship between arches.

The tomographic analysis allowed us to understand that there was bone availability for the installation of implants in the anterior segment and lack of height availability in the two posterior segments due to pneumatization of the maxillary sinuses. There would be a need to regularize the regular concave arch to reduce the amount of gingival exposure and fixed prosthesis with only dental design would be the best indication. These understandings allowed the treatment plan to be outlined and presented to the patient.

Thus, a bilateral sinus lift was performed first, with biomaterial (xenogeneic bone graft bone ceramic straumann) associated with the use of Platelet-Rich Fibrin (PRF) to obtain the Stick Bone 12. Implant placement was scheduled for 8 months after this surgical procedure.

For planning, the digital workflow was conducted. A new cone beam computed tomography (CBCT) in DICOM format was requested 8 months after grafting. Intraoral scanning was performed using the Straumann® Virtuo Vivo™ Intraoral Scanner. At the time of registration, the JIG was placed and the scanning of the arches in occlusion was performed, allowing the relationship between the arches programmed in the clinic to be passed on to the laboratory.

The STL and DICOM files were sent to the laboratory with a request for virtual assembly of the teeth. This assembly was performed using the Exocad GmbH software (Dental CAD, Darmstadt, Germany).

After approval of the digital diagnostic wax-up, (Fig 5) the data were imported into the coDiagnostiX software (Dental Wings, Montreal, Canada) for the surgical planning of the implants. This planning was performed by installing 8 implants related to the clinical crowns of the approved wax-up. In the previous follow-up, the positioning of the implants was requested following the necks of the waxed teeth. These were already planned to be more cervical in relation to the teeth present, which would allow idealizing the higher dental line in relation to the forced smile line. (Fig 6)

Then, the images were shared with the prosthesis laboratory (Dlab., Curitiba, Brazil) to prepare the surgical guide. The surgical guide was printed using a 3D printer (Objet Eden 260V Stratasys, Rehovot, Israel), and the bearings were positioned according to the planning. The multifunctional guide (P Pro Straumann Surgical Guide, Delta med, Fredberg, Germany) was also printed.

Surgical phase

The surgical procedure was performed under infiltrative local anesthesia, a 2% mepivacaine

hydrochloride solution with 1:100,000 epinephrine (DFL®, Rio de Janeiro, Brazil), slowly and gradually to avoid volume increase in the edentulous regions, which could make the placement of the surgical guide difficult. Teeth 11, 21, 23 and 27 were carefully extracted in order to maintain the concave arch of the gingiva. Then, the surgical guide was disinfected by immersion in 1% blue® hydrogen peroxide (Holland) and stabilized with the self-drilling screw in the center of the palate with three buccal fixation pins and supported on tooth.

Bone bed preparation was performed following the instructions indicated by the manufacturer, using the Neodent Guided Surgery kit (Neodent®, Curitiba, Brazil). The instrumentation also followed the recommended protocol. The entry and exit movements of the drills were performed frequently with constant and abundant irrigation. Eight Grand Morse implants (Neodent®, Curitiba, PR, Brazil) were installed in the following dimensions in the different regions: 11 and 21 (3.75 X 11.5 mm), 26 and 16 (4. X 10mm), 23 (3.5 X 13mm), 25 (3.5 X 11.5mm), 15 (3.75 X 10mm) and 27 (4.0 X 11.5mm)

The installation was completed with a torque wrench that provided the information of insertion torque ≥ 32 N/cm² for 6 implants and below that for 2 implants, which did not compromise the use of immediate loading. After that, the surgical guide was removed and the conical abutments (Neodent®, Curitiba, PR, Brazil) were installed, with a height of (2.5mm) in the position of the 23 and in the others (3.5mm). The torque recommended by the manufacturer (32N/cm²) was applied to the implant abutments that showed good stability, while for the two less stable implants the torque applied was (20N/cm²). Then, the open tray transfers (Neodent) were screwed to the abutments and joined to the multifunctional guide with acrylic resin pattern (GC America Inc, Alsip, USA) and three registration points of occlusion were performed. Lightweight silicone (Speedex Coltene, Altstätten, Switzerland) was injected into the spaces between the transfer and guide and after curing the assembly was removed. Following cleaning and disinfecting the guide (Bacterend OX 0.5% - Prophylactic, Curitiba, Brazil), the analogs were screwed and the guide was sent to the prosthetic laboratory. The plaster was poured and the model was obtained. This model was scanned using a bench scanner (Ceramill MAP 400, AmannGirbach, Austria), thus obtaining the postoperative virtual model. The virtual wax-up that had been performed was transferred to this new model and the CAD of the prosthesis was created. This design was sent to the milling machine (Ceramill Motion 2 AmannGirbach, Austria) and a fixed prosthesis in acrylic resin based on poly (methyl methacrylate) (PMMA) was milled. After milling, titanium cylinders of the mini abutments for the passive adaptation technique (Neodent) were screwed to the model and bonded to the prosthesis using cementation (Crystal Tem Crown self-curing resin, Metaloceramics, Recife, Brazil). The day after the surgical procedure, the fixed PMMA dental prosthesis was installed in the patient. Occlusal adjustments were made and oral cleaning instructions were given.

The patient underwent periodical follow-ups for clinical evaluation at 15, 45 and 60 days after the installation of the prosthesis (Fig 7) and radiographs were taken. Clinically, it was possible to observe a good adaptation of the oral tissues to the rehabilitation and of the peri-implant tissues to the prosthetic design (Figs 8- 9) and radiographically good maintenance of the marginal bone. (Fig 10)

3 Discussions

Modern possibilities of planning for prosthetic rehabilitation aim at better predictability of treatment. The new digital tools facilitate the surgical and prosthetic aspects of tooth replacement with immediate implants, given that digital workflows can optimize clinical efficiency, reducing surgical and restorative chair time and increasing patient satisfaction, as demonstrated in clinical resolution presented here.^{5 6}

The flapless computer-guided surgery technique with immediate loading has been reported to be a valuable resource in maxillary rehabilitation, with reduced time and decreased postoperative symptoms, such as pain, swelling, and inflammation.¹⁰ The present case reported corroborates these findings. It was possible to observe that the stomatognathic functions were reestablished in a period of 24 hours, through the installation of the provisional prosthesis in PMMA.

The ideal position of the implant is an important parameter to ensure the long-term success of rehabilitations, as occlusal forces are dissipated on the implant.¹³ Thus, a correct diagnosis and planning, as explained in the present case, in addition to avoiding a surgical procedure with flap folding, avoided bone regularization, since the previous study allowed us to understand the anatomical aspects and physiological variables that are considered as potential risks of aesthetic and functional failures in the rehabilitation of the edentulous maxilla.¹⁴

Therefore, the planning of this case was prepared under the protocol of virtual reverse planning, where the prediction of prosthetic rehabilitation is adopted in order to guide the surgical planning and ensure that the execution is the most favorable possible for the aesthetic-functional relationship of the future prosthesis.¹⁵

The digital workflow allowed an interaction between the professionals involved and the patient's desire for agility and quality of prosthetic work compared to the conventional workflow, as considered in this study.⁸ Because of that, it was possible to offer an integrated and excellent rehabilitative treatment. The association of photographs with the STL file, obtained through intraoral scanning, allowed the correct diagnosis of the teeth/ridge and teeth/face relationship, allowing for an understanding of the need for rehabilitation and the most suitable type of prosthesis to be offered. It was easy to understand that dental prosthesis would be the best indication. The option for a dentogingival prosthesis would lead to the need to remove a large amount of bone in height, since the patient's smile was very gingival and the vertical space between arches was small, a factor that would lead to a structural risk for a hybrid type prosthesis¹⁶. It also had specific anatomical features with adequate support of the lip provided by the maxillary alveolar process, lip projection and thickness, and good inclination of the upper incisors.¹⁷ The accuracy and high fidelity of the images, integration with design and virtual planning software, and the CAD/CAM system proved to be tools of great differential.

After these understandings, a flangeless multifunctional guide was digitally designed based on the diagnostic and printed wax-up. This generated a model with the purpose of reproducing the

architecture of the adjacent peri-implant mucosa, coronal morphology of the abutment and dimensions of the interocclusal spaces.¹⁸ Virtual models in the digital workflow have stood out specifically within the cases that involve regions with greater aesthetic details,¹⁹ since the models reduce the failures of conventional molding, which can cause inaccuracies in the dental prosthesis.²⁰

In this clinical case, a bench scanner was used to obtain the post-surgical virtual model, where the restorative platform and the 3D position of the implant body had been oriented based on the desired final emergence profile as planned in the diagnostic STL file. Studies show that the CAD/CAM system allows high precision, which favors all subsequent steps²¹. Therefore, the indication of provisional crowns through this system allowed the milling of dental elements designed three-dimensionally and machined from blocks of resin material, resulting in better accuracy, durability, color stability, physical and mechanical properties in comparison to conventionally fabricated crowns, as mentioned in previous studies.^{22 11}

The experience of this rehabilitation reported in this study corroborates with observations already considered^{23 24 25} which report that the digital flow favors clinical work from diagnosis to execution. Finally, the patient reported satisfaction with maxillofacial recovery and improved quality of life.

4 Conclusion

Based on the reported events, it seems reasonable to conclude that the digital workflow was fundamental for the diagnosis, planning and execution of provisional implant-supported maxillary rehabilitation. The correct diagnosis avoided the realization of an osteotomy, since it allowed understanding the indication of a full-arch implant-supported prosthesis.

Legends to Figures:



Fig. 1 - Initial Panoramic Radiograph



Fig. 2 - Teeth/lips relationship in the smile. Analysis of the dental midline and gingival exposure



Fig 3 - Initial photographic analysis of the lower third - closed lips position in OVD.



Fig 4 - Analysis of the amount of exposure of the central incisors.

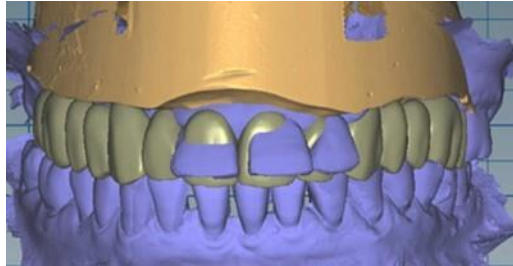


Fig 5 - Digital models obtained from scanning. Virtual diagnostic planning performed according to guidelines sent to the laboratory. Note more upright teeth, higher necks and slightly longer incisors in relation to the teeth present.

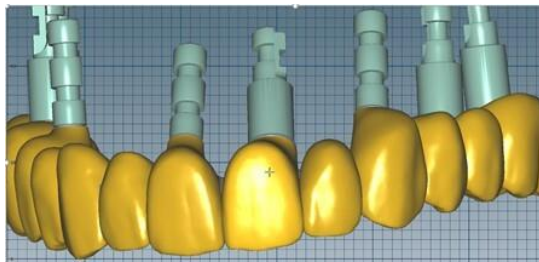


Fig 6 - Virtual planning of the position of the implants according to the future prosthesis.



Fig 7 - Clinical aspect after 60 days, teeth/lips relationship in the smile.



Fig. 8 - OVD restoration. Peri-implant tissues showing good adaptation to the prosthetic design.



Fig. 9 - Occlusal view, adaptation to oral tissues.

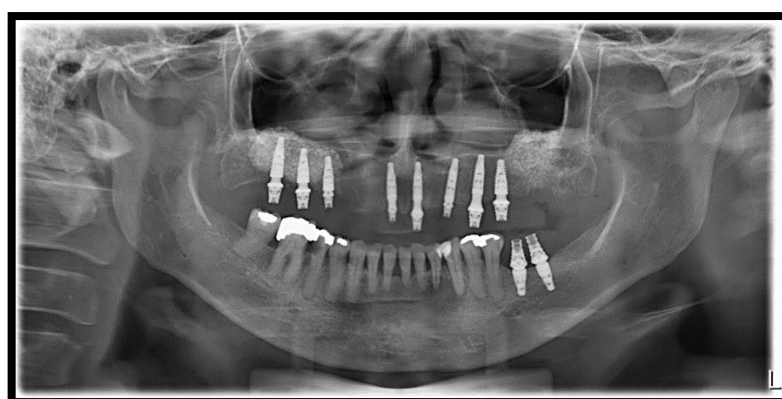


Fig. 10 - Radiographic appearance 60 days after the installation of the fixed PMMA dental prosthesis.

References

1. Kern F, Kramer J, Wanner L, Wismeijer D, Nelson K, Flügge T. A review of virtual planning software for guided implant surgery - data import and visualization, drill guide design and manufacturing. *BMC Oral Health*. 2020 Sep 10;20(1):251. doi: 10.1186/s12903-020-01208-1.
2. Orentlicher G, Abboud M. Guided surgery for implant therapy. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2011 May;23(2):239-56. doi: 10.1016/j.coms.2011.01.008.
3. D'haese J, Ackhurst J, Wismeijer D, De Bruyn H, Tahmaseb A. Current state of the art of computer-guided implant surgery. *Periodontol 2000*. 2017 Feb;73(1):121-133. doi: 10.1111/prd.12175.
4. Tettamanti L, Andrisani C, Bassi MA, Vinci R, Silvestre-Rangil J, Tagliabue A. Immediate loading implants: review of the critical aspects. *Oral Implantol (Rome)*. 2017 Sep 27;10(2):129-139. doi: 10.11138/orl/2017.10.2.129.
5. Barwacz CA, Summerwill M, Avila-Ortiz G. Leveraging digital workflows for immediate single-tooth replacement therapy: A case report. *Int J Oral Implantol (Berl)*. 2021 Aug 20;14(3):321-333. PMID: 34415131.
6. Orenstein NP, Bidra AS, Agar JR, Taylor TD, Uribe F, Litt MD. Changes in Lower Facial

Height and Facial Esthetics with Incremental Increases in Occlusal Vertical Dimension in Dentate Subjects. *Int J Prosthodont*. 2015 Jul-Aug;28(4):363-70. doi: 10.11607/ijp.4288.

7. Gondim AL, Miyashita E, Sartori IA, Traina AA, Neves F D, Belo H D, et al. Interdisciplinary treatment for complex aesthetic rehabilitation of the smile: a case report. *Research, Society and Development*. 2021;10(1), e16310111565. doi:10.33448/rsd-v10i1.11565

8. Belo HDS, Gondim ALMF, Neves FD, Traina AA, Riesco MG, Frata KA, Almeida Neto, et al. Aplicabilidade do desenvolvimento tecnológico em reabilitação oral: relato de caso. *Research, Society and Development*. 2023Jul.;10(1):e57010112158. doi: 10.33448/rsd-v10i1.12158.

9. Zhou W, Liu Z, Song L, Kuo CL, Shafer DM. Clinical Factors Affecting the Accuracy of Guided Implant Surgery-A Systematic Review and Meta-analysis. *J Evid Based Dent Pract*. 2018 Mar;18(1):28-40. doi: 10.1016/j.jebdp.2017.07.007. Epub 2017 Jul 22. PMID: 29478680.

10. Thomé G, Moura MB, Cartelli CA, Uhlendorf J, Trojan LC, Vitório MS, et al. Posicionamento protético ideal na zona estética de acordo com o fluxo de trabalho digital. *Prótese News*. 2020;7(1):54-63.

11. Mello CC, Gomes JM, Lemos CA, Santiago-Júnior JF, Pellizer EP. Análise da influência do ponto de solda na desadaptação marginal vertical e horizontal das infraestruturas dento suportadas de prótese fixa de 3 elementos confeccionadas com diferentes técnicas e sistemas CAD-CAM. *Archives of Health Investigation*. 2018 set;7(5):20-21.

12. Kerhwald R, Petronilho VG, Castro HS, Lima FL, Gottardo VD, Queiroz PM. Use of platelet-rich fibrina in bone grafts and dental implants. *Research Society and Development*. 2021;10(1):56510112210. doi: 10.33448/rsd-v10i1.12210.

13. Farley NE, Kennedy K, McGlumphy EA, Clelland NL. Split-mouth comparison of the accuracy of computer-generated and conventional surgical guides. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2013 Mar-Apr;28(2):563-72. doi: 10.11607/jomi.3025.

14. Bosse LP, Taylor TD. Problems associated with implant rehabilitation of the edentulous maxilla. *Dent Clin North Am*. 1998 Jan;42(1):117-27.

15. Misch CE. *Contemporary Implant Dentistry*. 2nd ed. St. Louis,MO: Mosby; 1999:68-69.

16. Pollini A, Goldberg J, Mitrani R, Morton D. The Lip-Tooth-Ridge Classification: A Guidepost for Edentulous Maxillary Arches. Diagnosis, Risk Assessment, and Implant Treatment Indications. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2017 Nov/Dec;37(6):835-841. doi: 10.11607/prd.3209.

17. Kraft B, Frizzera F, Freitas RM, Oliveira GJLP, Marcantonio Junior E. Impact of fully or partially guided surgery on the position of single implants immediately placed in maxillary incisor sockets: A randomized controlled clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2020 Oct;22(5):631-37. doi: 10.1111/cid.12941. Epub 2020 Sep 1.

18. Reyes AJ, Thomé G, Cartelli CA, Bernardes SR, Moura MB, Trojan LC. Previsibilidade na instalação imediata de implante cone morse pelo planejamento digital e provisionalização imediata: relato de caso. *Revista Odontológica do Brasil*. 2019;28(85):77-81.
19. Arias DM, Trushkowsky RD, Brea LM, David SB. Treatment of the Patient with Gummy Smile in Conjunction with Digital Smile Approach. *Dent Clin North Am*. 2015 Jul;59(3):703-16. doi: 10.1016/j.cden.2015.03.007. PMID: 26140976.
20. Papaspyridakos P, Benic GI, Hogsett VL, White GS, Lal K, Gallucci GO. Accuracy of implant casts generated with splinted and non-splinted impression techniques for edentulous patients: an optical scanning study. *Clin Oral Implants Res*. 2012 Jun;23(6):676-81. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02219.x. Epub 2011
21. Revilla-León M, Sánchez-Rubio JL, Besné-Torre A, Özcan M. A report on a diagnostic digital workflow for esthetic dental rehabilitation using additive manufacturing technologies. *Int J Esthet Dent*. 2018;13(2):184-196.
22. Camardella R, Camardella C. The use of digital orthodontic models Ortodivulgação. *Researchgate* 2014;47(1):75-82.
23. Bernardes SR, Tioosi R, Sartori IA, Thomé G. Tecnologia CAD/CAM aplicada a prótese dentária e sobre implantes: o que é, como funciona, vantagens e limitações: uma revisão crítica da literatura. *Jornal Ilapeo*. 2012;6(1):8-13.
24. Cardoso FL, Alberfaro KP, Ribeiro S, Assis VK, Reis LO. Moldagem digital em Odontologia: perspectivas frente à convencional – uma revisão de literatura. *Anais do Seminário Científico da FACIG*, 2018;4.
25. Al Yafi F, Camenisch B, Al-Sabbagh M. Is Digital Guided Implant Surgery Accurate and Reliable? *Dent Clin North Am*. 2019 Jul;63(3):381-97. doi: 10.1016/j.cden.2019.02.006. Epub 2019 Apr 12.