



CATÓLICA
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA

UISEU

**ANÁLISE DA POSIÇÃO DE IMPLANTES
COLOCADOS COM GUIA CIRÚRGICA
COMPUTORIZADA – COMPARAÇÃO ENTRE A
POSIÇÃO PLANEADA E A FINAL**

*Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa
para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária*

Por:

Sandro Filipe Choupina Lopes

Viseu, 2022



CATÓLICA
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA

VISEU

**ANÁLISE DA POSIÇÃO DE IMPLANTES
COLOCADOS COM GUIA CIRÚRGICA
COMPUTORIZADA – COMPARAÇÃO ENTRE A
POSIÇÃO PLANEADA E A FINAL**

*Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa
para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária*

Por:

Sandro Filipe Choupina Lopes

Orientador: Prof. Doutor André Correia

Coorientador: Prof. Doutor Tiago Marques

Viseu, 2022

“The vast distances that separate the stars are providential. Beings and worlds are quarantined from one another. The quarantine is lifted only for those with sufficient self-knowledge and judgment to have safely travelled from star to star.”

Carl Sagan, *Pale Blue Dot: A Vision of the Human Future in Space* (1994)

Dedicatória

Aos meus **Pais**,
por serem tudo para mim,
pelo seu incondicional suporte
e por me ajudarem a ser quem sou.
de bom na vida só se manifesta com dedicação.

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer ao **Prof. Doutor André Correia**, orientador desta monografia. As palavras não podem expressar a minha gratidão pela sua inestimável paciência e constante rigor e exigência. Muito obrigado por tudo durante este meu percurso académico.

Também não poderia deixar de agradecer ao **Prof. Doutor Tiago Marques**, coorientador desta monografia, que generosamente forneceu conhecimento e experiência, e incansável disponibilidade durante a elaboração deste trabalho, mas também durante todo o meu percurso em que tive a oportunidade de o ter como meu docente.

Não podia deixar de agradecer à **Prof^a. Doutora Cláudia Camila Dias** pela amizade, ajuda imprescindível nesta monografia e pelo exemplo de profissionalismo.

Agradeço também ao **Institut Straumann AG**, mais especificamente à **Dental Wings®**, pela ajuda e disponibilidade na componente tecnológica desta investigação, nomeadamente no que diz respeito ao programa coDiagnostiX®.

Também estou muito grato a todos os colegas e amigos que levo de Viseu para a vida com quem tive a oportunidade de partilhar a minha experiência académica, especialmente ao **David Martins, Luís Azevedo, Mariana Santiago**, e **Sílvia Mariana**. Também aos meus colegas de turma em particular a **Cláudia Lourinho, João Teixeira, Mariana Santos, Margarida Quezada, Pedro Pereira** e **Miguel Diogo** por tudo o que passámos nestes últimos cinco anos. Agradeço também aos colegas que deixei em Madrid, em especial à **Paula Polo, Alissa Susi** e **Frederico Oliveira**, pela experiência inesquecível que me proporcionaram.

Por último, mencionar **minha família**, especialmente aos meus **Pais**, não existem palavras nem quaisquer atitudes que possa ter que possam agradecer tudo o que eles fizeram, fazem e farão por mim, do fundo do meu coração, muito obrigado.

RESUMO

Introdução: Um dos requisitos primordiais para um fluxo de trabalho digital no planeamento de colocação de implantes, é fazer um levantamento imagiológico correto das estruturas maxilo-faciais, neste caso a tomografia computadorizada de feixe cónico necessária para utilização na avaliação pré e pós-cirúrgica dos pacientes. Para complementar este planeamento é um elemento fundamental a impressão da arcada dentária do paciente para isso recorreremos a um scanner intraoral. A utilização de guias cirúrgicas computadorizadas permite então colocar os implantes proteticamente guiados e com um grau de precisão muito elevado. Uma guia cirúrgica para colocação de implantes é definida como uma férula/guia utilizada para auxiliar na correta colocação cirúrgica e angulação de implantes dentários.

Objetivo: O objetivo deste estudo foi analisar a posição 3D de implantes Straumann TLX® e BLX® colocados na Clínica Dentária Universitária da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade Católica Portuguesa através de cirurgia estática guiada por computador e comparar com a planificação digital efetuada.

Materiais e métodos: Foram utilizadas guias estáticas dento e mucosuportadas para a colocação dos implantes dentários, com dois métodos de colocação, o totalmente guiado e com broca piloto. Para calcular os desvios, as impressões digitais com *scanbodies* pós-operatórias dos implantes dentários foram sobrepostas ao planeamento pré-operatório, com recurso ao *add-on* “*Treatment Evaluation*” do programa *coDiagnostiX*® foi usado para avaliar a precisão das localizações dos implantes.

Resultados: Foram analisados 36 implantes. Os desvios angulares (ombro e ápice) apresentaram valores medianos de 4,4° e 1,7° respetivamente, já os valores de desvios 3D (ombro e ápice) de 1,14 e 1,81 respetivamente. Diferenças estatisticamente significativas foram encontradas em 8 dos nove parâmetros medidos ($p < 0,05$).

Conclusão: Neste estudo a abordagem guiada para a colocação de implantes sugeriu que as regiões apicais estão mais propensas a apresentarem desvios, nomeadamente nos sentidos vestibulolingual e mesiodistal, verificou-se um desvio angular de 4.40° e valores de 1,04mm e 1,70mm de deslocamento 3D no ombro e ápice do implante comparando-o com o planeamento pré-cirúrgico.

Palavras-chave: cirurgia assistida por computador, implantes dentários, tomografia computadorizada por feixe cónico, estudos comparativos, estudos retrospectivos.

ABSTRACT

Introduction: One of the primary requirements for a digital workflow in implant placement planning is to perform a correct imaging survey of the maxillofacial structures, in this case cone beam computed tomography is needed for use in pre- and post-surgical evaluation. of patients. To complement this planning, the impression of the patient's dental arch is a fundamental element, for this we use an intraoral scanner. The use of computerized surgical guides makes it possible to place implants prosthetically guided and with a very high degree of precision. A surgical guide for implant placement is defined as a splint/guide used to assist in the correct surgical placement and angulation of dental implants.

Objective: The aim of this study was to analyse the 3D position of Straumann TLX® and BLX® implants placed at the University Dental Clinic of the Faculty of Dental Medicine of the Portuguese Catholic University through computer-guided static surgery and compare it with the digital planning performed.

Materials and methods: Tooth and muco-supported static guides were used for the placement of dental implants, with two placement methods, fully guided and pilot drill. To calculate the deviations, the fingerprints with postoperative scanbodies of the dental implants were superimposed on the preoperative planning, using the add-on "Treatment Evaluation" of coDiagnostiX® was used to evaluate the precision of implant locations.

Results: 36 implants were analysed. The angular deviations (shoulder and apex) presented median values of 4.4° and 1.7° respectively, while the 3D deviations (shoulder and apex) values were 1.14 and 1.81 respectively. Statistically significant differences were found in 8 of the nine parameters measured ($p < 0.05$).

Conclusion: In this study, the guided approach to implant placement suggested that the apical regions are more likely to present deviations, namely in the buccolingual and mesiodistal directions, there was an angular deviation of 4.40° and values of 1.04mm and 1.70mm of 3D displacement on the shoulder and apex of the implant comparing it with the pre-surgical planning.

Key words: Computer-Assisted Surgery, Dental Implants, Cone-Beam Computed Tomography, Comparative Studies, Retrospective Studies

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. MEDICINA DENTÁRIA DIGITAL.....	3
1.2. TOMOGRAFIAS COMPUTORIZADAS DE FEIXE CÓNICO.....	4
1.3. IMPRESSÕES DIGITAIS.....	6
1.4. SOFTWARE DE PLANEAMENTO CIRÚRGICO.....	8
1.5. GUIAS CIRÚRGICAS EM IMPLANTOLOGIA.....	9
1.6. JUSTIFICAÇÃO E OBJETIVO DO ESTUDO.....	13
2. MATERIAIS E MÉTODOS	15
2.1. DESENHO DO ESTUDO.....	17
2.2. AMOSTRA.....	17
2.3. RECOLHA DE DADOS.....	17
2.4. DESENHO DO ESTUDO.....	18
2.4.1. <i>Protocolo de sobreposição do modelo digital com a planificação</i> ..	18
2.4.2. <i>Protocolo de análise posicional</i>	21
2.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
3. RESULTADOS	25
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	27
3.2. CARACTERIZAÇÃO DOS DESVIOS DA POSIÇÃO FINAL DO IMPLANTE.....	29
3.3. DESVIOS DA POSIÇÃO FINAL DO IMPLANTE VS TIPOLOGIA DE COLOCAÇÃO DO IMPLANTE.....	30
3.4. DESVIOS DA POSIÇÃO FINAL DO IMPLANTE VS TIPOS DE SUPORTE DA GUIA CIRÚRGICA.....	31
3.5. DESVIOS DA POSIÇÃO FINAL DO IMPLANTE VS GÉNERO.....	32
3.6. DESVIOS DA POSIÇÃO FINAL DO IMPLANTE VS LOCALIZAÇÃO.....	33
3.7. DESVIOS DA POSIÇÃO FINAL DO IMPLANTE VS TIPO DE IMPLANTE.....	34
3.8. DESVIOS DA POSIÇÃO FINAL DO IMPLANTE X LOCALIZAÇÃO POR QUADRANTE	35
3.9. DESVIOS DA POSIÇÃO FINAL DO IMPLANTE VS CLASSIFICAÇÃO KENNEDY APPLGATE.....	37
4. DISCUSSÃO	39
4.1. SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	45
5. CONCLUSÃO	47
6. BIBLIOGRAFIA	51
7. ANEXOS	59

1. INTRODUÇÃO

Os desenvolvimentos tecnológicos das últimas décadas tiveram um impacto significativo na forma como se exerce a Medicina Dentária, tanto na sua vertente de diagnóstico como de tratamento.(1-5) A comunicação e o tratamento da informação são frequentemente efetuados num meio digital, a fotografia e a imagiologia digitais são agora comuns nos diagnósticos, e os tratamentos dentários recorrem cada vez mais a métodos digitais, como p.ex. a toma de impressões, o planeamento de tratamentos através de *software* digitais, a cirurgia guiada de implantes e as impressões 3D, entre outros.(6, 7) Estas evoluções tem sido vistas como ferramentas versáteis, sendo cada vez mais *user-friendly*, e ainda, com uma margem de progressão significativa.(8)

1.1. MEDICINA DENTÁRIA DIGITAL

A “Medicina Dentária Digital” diz respeito às tecnologias dentárias utilizadas para incorporar componentes digitais, ou controlados digitalmente, para a realização de procedimentos médico-dentários em oposição à utilização de ferramentas mecânicas ou analógicas.(9) Este conceito não é novo *per se*, uma vez que o desenho assistido por computador e o fabrico assistido por computador (CAD/CAM) foram desenvolvidos nos anos 70, e implementados na prática clínica a partir da década de 80 do século passado.(10) A sua utilização tem como objetivo tornar mais eficiente todos os procedimentos onde possa ser aplicada, comparativamente com as ferramentas mecânicas ou analógicas, e responder às exigências crescentes dos pacientes para uma experiência mais segura, mais confortável e previsível.(11)

Assim, verifica-se que a revolução digital está a mudar o fluxo de trabalho médico-dentário e, conseqüentemente, a alterar os procedimentos operacionais.(12)

1.2. TOMOGRAFIAS COMPUTORIZADAS DE FEIXE CÔNICO

Um dos requisitos primordiais para um correto diagnóstico para um fluxo de trabalho digital no planejamento de colocação de implantes, é a obtenção de um exame imagiológico adequado.(13, 14)

As imagens bidimensionais (2D) como as radiografias panorâmicas e as intraorais são utilizadas amplamente no diagnóstico médico-dentário.(13, 14) No entanto, estas imagens podem apresentar sobreposições anatômicas, bem como distorções substanciais (superiores a 20%), resolução limitada e têm a limitação da sua natureza 2D, o que condiciona a sua utilização para fins de planejamento cirúrgico de implantes.(13-15) A incapacidade de ver depressões ou espessuras ósseas, apenas visíveis a partir de uma visão tridimensional (3D), levou ao desenvolvimento de métodos de imagiologia 3D para utilização na avaliação pré e pós-cirúrgica dos pacientes. Atualmente, a tecnologia mais utilizada na Medicina Dentária é a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT).(16-18)

A imagiologia em três dimensões tem-se desenvolvido e vulgarizado nos últimos 20 anos, incluindo a tomografia computadorizada convencional (CT) e a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT^a), que se aplicam a diversas áreas médico-dentárias como cirurgia oral, periodontologia, ortodontia, prostodontia, entre outras. (15, 19, 20)

Desde o final da década de 90, que a tomografia computadorizada de feixe cônico se tornou uma importante ferramenta de diagnóstico 3D na Medicina Dentária, e particularmente na implantologia.(20, 21) Os CBCTs foram desenvolvidos especificamente para a região maxilofacial como alternativa às tomografias convencionais, para capturar mais eficientemente, com melhor precisão de imagem, um custo menor, hardware de menores dimensões, diminuição do tempo de exposição e menores doses de radiação, obedecendo assim ao princípio ALARA (*as low as reasonable achievable*).(21)

As tomografias computadorizadas de feixe cônico são um exame radiológico no qual a energia é convertida em raios-X através de uma fonte de radiação

^a Do inglês *Cone-Beam Computed Tomography*

ionizante em forma de cone, para um espaço definido conhecido como campo de visualização (FOV^b), o que resulta numa resolução espacial mais elevada que é caracterizada em termos da unidade *voxel*, que é, no fundo, um pixel a 3D. (20)

Numa única rotação de 360° o aparelho obtém imagens bidimensionais em diferentes planos do espaço, as quais são enviadas ao computador e através de algoritmos de reconstrução, reorganizadas numa imagem tridimensional. Qualquer uma das estruturas anatómicas que estão incorporadas na região de interesse (ROI^c) dentro do FOV são registadas à medida que os fotões de raio-X atingem o detetor plano que receciona a radiação. O tempo de exposição para obter a imagem necessário, pode variar de cerca de 5 segundos a quase 1 minuto, dependendo da máquina, das suas configurações, características e indicações clínicas relacionadas sobretudo com o campo de visualização.(20)

As doses de radiação do CBCT variam de acordo com a unidade utilizada, FOV, regulação de miliamperes, tamanho do *voxel*, tempo e tipo de exposição (contínua vs pulsátil), sensibilidade do sensor e número de imagens capturadas (22, 23).

Para utilizar um CBCT como uma ferramenta de diagnóstico para o planeamento do implante, é importante compreender a precisão das imagens resultantes.(24, 25) O desempenho geral depende de especificações técnicas e algoritmos de reconstrução, sendo que estes apresentam o maior impacto na precisão.(25) No entanto, existem outras fontes potenciais de erro que contribuem para as discrepâncias/artefactos da imagem do CBCT, como p.ex. a presença de estruturas mais densas como obturação metálicas, coroas e implantes.(26)

Na sua aplicação na área da Implantologia, o CBCT permite que os Médicos Dentistas visualizem estruturas anatómicas muito relevantes para o planeamento correto do caso clínico, em particular o nervo alveolar inferior, defeitos ósseos e seio maxilar, por exemplo.

^b Do inglês *Field Of View*

^c Do inglês *Region Of Interest*

1.3. IMPRESSÕES DIGITAIS

Desde o início da Medicina Dentária que as técnicas de impressão convencionais têm sido utilizadas para registrar os dentes e tecidos moles da cavidade oral dos pacientes.(27) Apesar da evolução verificada nos biomateriais, as alterações volumétricas durante a impressão e na construção do modelo de trabalho, podem ter influência na precisão/adaptação do trabalho protético. Para superar algumas dessas dificuldades, e acompanhando a evolução tecnológica, têm sido desenvolvidos *scanners* intraorais (IOS^d). (28) O IOS é composto por uma câmara portátil, computador e *software*, com o objetivo de registrar a geometria tridimensional de um objeto com precisão, e que funciona de acordo com uma tecnologia de aquisição de imagem em três dimensões que pode ser: *Parallell Confocal Imaging*; *Triangulation* e *Active Wavefront Sampling*. (29, 30) Após essa aquisição, estes dispositivos gravam a imagem, habitualmente, num formato STL^e ou PLY^f. (30) Quando pretendemos a captura e posterior avaliação posicional de um implante dentário devemos recorrer à utilização de um *scanbody*, que é um dispositivo utilizado como pilar de transferência, projetado para estabelecer virtualmente a posição tridimensional do implante, a orientação da conexão e conseqüentemente a relação com as estruturas anatómicas adjacentes.(31)

Um estudo *in vivo* demonstrou que o ajuste de coroas totalmente cerâmicas feitas a partir de modelos conseguidos através de um scanner intraoral foi significativamente melhor do que coroas feitas em duas etapas com silicone convencional.(32) A técnica digital para obtenção de modelos tem muitas vantagens tanto para profissionais quanto para pacientes.(33)

Existem vários estudos(33-35) que mostram que os pacientes preferem a abordagem da impressão digital com scanner intraoral. Todos eles indicaram que houve uma redução da ansiedade e da resposta às náuseas em comparação com uma impressão convencional, independentemente do tipo material. Também permitiu uma melhor comunicação com os pacientes, uma vez que

^d Do inglês *Intra-Oral Scanner*

^e Do inglês *Standard Tessellation Language*

^f Do inglês *Polygon File Format*

podiam ver a imagem alguns segundos após no ecrã com o clínico e, desta forma, compreender melhor o estado da sua cavidade oral.(33)

1.4. SOFTWARE DE PLANEAMENTO CIRÚRGICO

No final dos anos 90 surgiram os primeiros *software* de planeamento de implantes disponível para reconstrução dos ficheiros DICOM^g obtidos das tomografias computadorizadas numa imagem 3D.(36, 37) Pela mesma época, surgiram também as primeiras imagens 3D dos scanners intraorais em formato STL. Uma vez importados estes formatos de imagem 3D no *software*, as imagens podem ser visualizadas nos três planos do espaço (sagital, coronal e transversal) para avaliar a anatomia circundante e planificar digitalmente o posicionamento dos implantes, em função da prótese dentária que se vai realizar. A posição planificada pode então ser relacionada à situação clínica, projetando virtualmente e executando em 3D uma guia cirúrgica.(36-40) É o conceito da “cirurgia estática de implantes guiada por computador^h”.

Esta guia cirúrgica deve ser executada sobre o modelo 3D obtido do scanner intraoral (ficheiro STL) para ter maior precisão/ajuste, mas a planificação intraóssea da posição do implante deve ser efetuada na reconstrução 3D obtida dos ficheiros DICOM.(41) A fusão ⁱcorreta destes dois tipos de ficheiros é fundamental para a correta execução do caso clínico.

Para a planificação da cirurgia, estes ficheiros DICOM e STL são fundidos em *software* de planeamento de implantes como o coDiagnostix® (Dental Wings GmbH, Chemnitz, Alemanha), OnDemand3D® (Cybermed Co., Seul, Coreia), Mimics® (Materialise, Leuven, Bélgica) e Blue Sky Plan 3® (Blue Sky Bio, LLC, Grayslake, IL, EUA), por exemplo.

^g Do inglês *Digital Imaging and Communications in Medicine*

^h Do inglês *Static Computer Guided Implant Surgery*

ⁱ Tradução adaptada do termo inglês *Merge*

1.5. GUIAS CIRÚRGICAS EM IMPLANTOLOGIA

Uma guia cirúrgica para colocação de implantes é definida como uma férula/guia utilizada para auxiliar na correta colocação cirúrgica e angulação de implantes dentários.(42) Os objetivos de uma guia cirúrgica não são só direcionar o sistema para a preparação do leito implantar e fornecer uma colocação precisa do implante de acordo com a planificação, mas também auxiliam no diagnóstico e nessa planificação. A academia americana de radiologia oral e maxilofacial tem recomendado o uso de guias cirúrgicas com marcadores radiográficos em conjunto com imagens.(43) Para realizar essa transferência de precisão para o local da operação, as guias cirúrgicas podem ser guiadas por imagem convencional ou por computador.(44) Uma guia cirúrgica ideal deve ser rígida, estável e precisa a transpor as informações desde o diagnóstico pré-cirúrgico até a colocação direta do implante em três dimensões: vestibulo-lingual, mesio-distal e ápico-coronal.(45)

Para a guia cumprir os requisitos anteriormente referidos vai depender da anatomia presente em cada caso, se a arcada a tratar tiver dentes remanescentes, a guia deve encaixar sobre e/ou ao redor de dentes suficientes para a estabilizar e posicionar. Quando não há dentes remanescentes, deve se estender para regiões de tecidos moles não refletidos, ou seja, o palato e tuberosidades na maxila, ou as almofadas retromolares na mandíbula. (46, 47)

Para que a colocação do implante seja na angulação ideal previamente planificada, a inserção do implante deve ser visualizada durante a cirurgia e requer, no mínimo, dois pontos de referência para cada implante. A distância entre a superfície oclusal da coroa planificada do implante e a crista do rebordo representa no mínimo 8 mm. O implante deve ser resultado num eixo perpendicular a este plano oclusal e paralelo à zona mais anterior da futura coroa.(48)

As guias cirúrgicas são utilizadas para a orientação de brocas de osteotomia e do implante na posição, angulação e profundidade corretas, e também para orientação da quantidade de redução óssea ou colheita óssea, se necessário (tanto a colheita de tecidos moles como de tecidos duros).(49, 50)

Diversas vantagens estão descritas na literatura(48-51) que apoiam a sua utilização. É um procedimento minimamente invasivo uma vez que as guias permitem uma intervenção mínima e focada, os problemas cirúrgicos pós-operatórios são minimizados, proporcionando benefícios psicológicos tanto para o paciente quanto para o clínico. A nível da precisão da colocação do implante, tem resultados significativamente melhores do que quando não se utiliza. Isto é muito importante pois qualquer desvio na colocação pode dificultar a reabilitação protética. A colocação do implante com guia tornou-se mais precisa, previsível e também mais segura, também para clínicos menos experientes, no que diz respeito a danos de estruturas anatómicas anexas ao local cirúrgico em áreas críticas da boca. Em suma, a colocação guiada de implantes diminui as complicações clínicas e laboratoriais.(52)

Atualmente, as guias cirúrgicas computadorizadas são de fácil acesso pois quase todas as grandes marcas de implantes possuem *software* integrado de planificação e execução de guias e, por conseguinte, permite a execução de uma cirurgia estática de implantes guiada por computador.

No que diz respeito às suas desvantagens, é preciso realçar que estas têm uma curva de aprendizagem aumentada, não permitem a alteração do posicionamento pré-determinada do implante dentário caso seja necessária alguma modificação no ato da cirurgia, assim como quaisquer alterações nos tecidos. As guias também devem estar bem estáveis e com uma retenção suficiente, pois quando a preparação do leito implantar se executa em osso mais duro, ou em cristas mais finas, a broca pode “resvalar” produzindo forças de torção nos orifícios da guia e promovendo assim o seu deslocamento.(51)

As guias cirúrgicas podem ser classificadas quanto à região que as suporta em três tipos: guias com suporte dentário, guias com suporte mucoso e guias com suporte ósseo. As guias suportadas por dentes são usadas em casos parcialmente edêntulos e estão planificadas para se apoiar noutras peças dentárias presentes na arcada para melhor ajuste (estas guias podem também ser sub-divididas em dento-muco suportadas, nos casos p.ex. de classes de desdentação parcial tipo Classe I e II de Kennedy).(53)

Guias com suporte mucoso são usadas principalmente em casos totalmente edêntulos e são planejadas para se apoiar sobre a mucosa. Registos de mordida precisos entre arcadas são de extrema importância ao usar estas guias para garantir o posicionamento preciso da mesma e a colocação de parafusos ou pinos de fixação antes da colocação de implantes. Guias suportadas por osso podem ser usados em casos parcial ou totalmente desdentados, mas são usados principalmente em casos totalmente desdentados nos quais a atrofia significativa do rebordo alveolar está presente e o bom apoio de um guia suportada por mucosa é questionável. Estas guias requerem a elevação de um retalho de espessura total extenso para expor o osso nos leitos implantares e nas áreas adjacentes para um ajuste completo e estável da guia sobre o rebordo ósseo. Outro tipo de guia é a guia piloto onde a manga^j (orifícios por onde são colocadas as brocas e/ou o implante) permite apenas a broca piloto e, portanto, o controle inicial da profundidade e angulação. O controle de profundidade deve ser obtido manualmente avaliando as marcações nas brocas.(54) Também podemos classificar as guias tendo em conta o material de construção que podem ser de resina acrílica, acrílico reforçado com metal e apenas de metal, p.ex.(55-57) A precisão cirúrgica da resina processada manualmente e das guias efetuadas com placas de vácuo é menor em comparação com as guias fresadas com sistemas CAD-CAM ou guias efetuadas por prototipagem rápida.(57)

^j Do inglês *Sleeve*

1.6. JUSTIFICAÇÃO E OBJETIVO DO ESTUDO

Os implantes BLX® e TLX® da Straumann® (Institute Straumann AG, Basileia, Suíça), foram introduzidos no mercado apenas nos anos 2019 e 2021 respetivamente. Os implantes BLX são implantes de nível ósseo (*bone level*) projetados para alta estabilidade primária e procedimentos de carga imediata, são feitos do material Roxolid® que é uma liga metálica composta maioritariamente por titânio e com uma pequena percentagem de zircónio com a superfície SLActive®, este tipo de tratamento de superfície é obtido por jateamento da superfície do implante com grandes partículas de corindo e ataque ácido com uma mistura de ácido clorídrico e ácido sulfúrico, de seguida, os implantes são lavados em água sob proteção de nitrogénio e armazenados numa solução aquosa de cloreto de sódio, estão disponíveis nos diâmetros endósseos de \varnothing 3,75 mm, \varnothing 4,5 mm, \varnothing 5,5 mm e \varnothing 6,5 mm, com opções de comprimento de 6 mm a 18 mm para o diâmetro \varnothing 4,5 mm e 6 mm a 12 mm para diâmetros \varnothing 5,5 mm e \varnothing 6,5 mm. O sistema de implantes TLX oferece implantes totalmente cónicos de nível gengival (*tissue level*) projetados também para alta estabilidade primária e procedimentos de carga imediata. Os implantes TLX têm a mesma composição tanto a nível estrutural como ao nível do tratamento de superfície, bem como o mesmo sistema para a preparação do leito implantar que implantes BLX.(58-60)

Dada a sua introdução recente no mercado, pelas características inovadoras destes implantes, e pelo facto de não encontrarmos estudos publicados na literatura científica com estes implantes e com o tema desta investigação, verifica-se uma necessidade urgente de produzir evidência científica que valide, ou não, a utilização de cirurgia estática destes implantes guiada por computador, e de igual modo, contribua para a otimização desta tecnologia.

Assim definiu-se como objetivo deste estudo, analisar a posição 3D de implantes TLX® e BLX® colocados na Clínica Dentária Universitária da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade Católica Portuguesa através de cirurgia estática guiada por computador e comparar com a planificação digital efetuada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta investigação está incluída no projeto “Aplicação de tecnologias digitais na reabilitação oral”, desenvolvido na Plataforma “Precision Dental Medicine” no Centro de Investigação Interdisciplinar em Saúde, aprovado na Comissão de Ética para a Saúde (CES-UCP), n.º 201, em 24 de março de 2022 (ver Anexos).

2.1. DESENHO DO ESTUDO

Este estudo foi concebido como um estudo observacional longitudinal e retrospectivo [dos anos de 2020 a 2022 (maio)].

2.2. AMOSTRA

Implantes colocados em pacientes observados na Pós-Graduação de Reabilitação Oral Protética Digital da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade Católica Portuguesa. Todos os implantes incluídos foram colocados através de uma cirurgia estática de implantes guiada por computador, e reabilitados proteticamente através de impressões digitais. Todos os implantes eram da marca Straumann®, modelo BLX e TLX e o protocolo para a preparação do leito implantar utilizado para a colocação dos implantes foi o indicado pelo fabricante, variando entre uma colocação completamente guiada (*fully guided*), e uma colocação após fresagem guiada da broca piloto – (*pilot drill*).

2.3. RECOLHA DE DADOS

O investigador S.L. teve acesso apenas ficheiros digitais da planificação dos implantes e do *scanner* intraoral a esses mesmos implantes aquando da reabilitação protética. Todos estes ficheiros foram fornecidos ao investigador S.L. pelo investigador principal do projeto (A.C.) de forma anonimizada pois no campo de inserção do nome do paciente apenas estava um conjunto de caracteres que não permitam a identificação do paciente.

2.4. DESENHO DO ESTUDO

O desenho deste estudo consistiu na execução de uma análise comparativa entre a posição virtual dos implantes dentários nos planeamentos digitais e a posição real em que foram colocados.

Nesse sentido, existem dois ficheiros fundamentais:

- Posição virtual do implante: ficheiro de planeamento digital do software coDiagnostiX® versão 10.6 (Dental Wings GmbH, Chemnitz, Alemanha).
- Posição real do implante: ficheiro da impressão digital executada com IOS, em formato STL ou PLY (sistemas Itero® Align Technologies, e Trios3® 3Shape) aquando do início da etapa da reabilitação protética.

De seguida, apresenta-se todo o protocolo informático executado para esta análise.

2.4.1. Protocolo de sobreposição do modelo digital com a planificação

Os ficheiros provenientes do scanner intraoral em formato STL ou PLY são importados para o *software* coDiagnostiX® com recurso às funções “*Model Scan*” (Figura 1) e “*Import Model Scan*” (Figura 2). Posteriormente, o ficheiro importado com recurso à opção “*Load Model Scan*” (Figura 2), é alinhado com a impressão digital já presente nos ficheiros de planificação “*Align to other object*” (Figura 3), nomeadamente com a impressão pré-cirúrgica (Figura 4), onde foram eleitos três pontos de referência (Figura 5), após essa eleição o *software* indica-nos que os modelos estão alinhados “*Landmark alignment*” (Figura 6) e concluímos a sobreposição dos modelos.

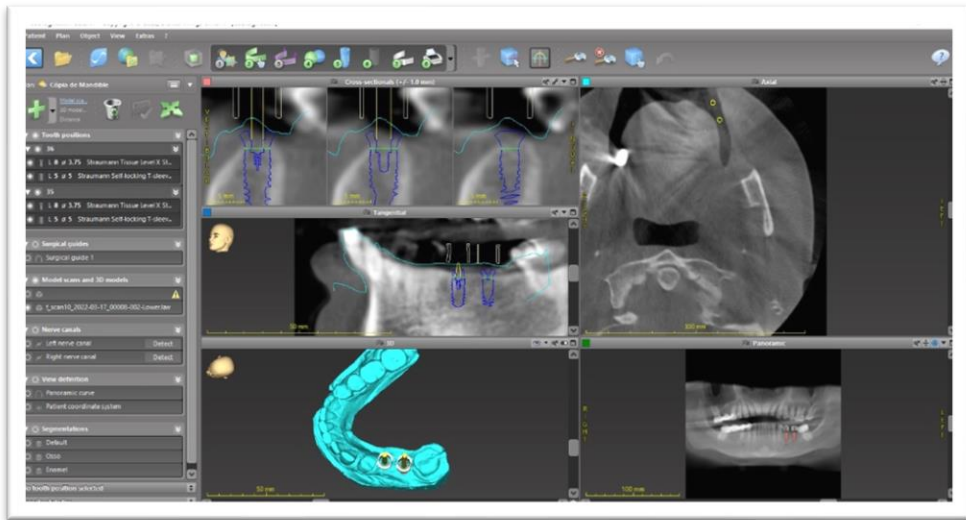


Figura 1 - Imagem relativa à função "Model Scan"

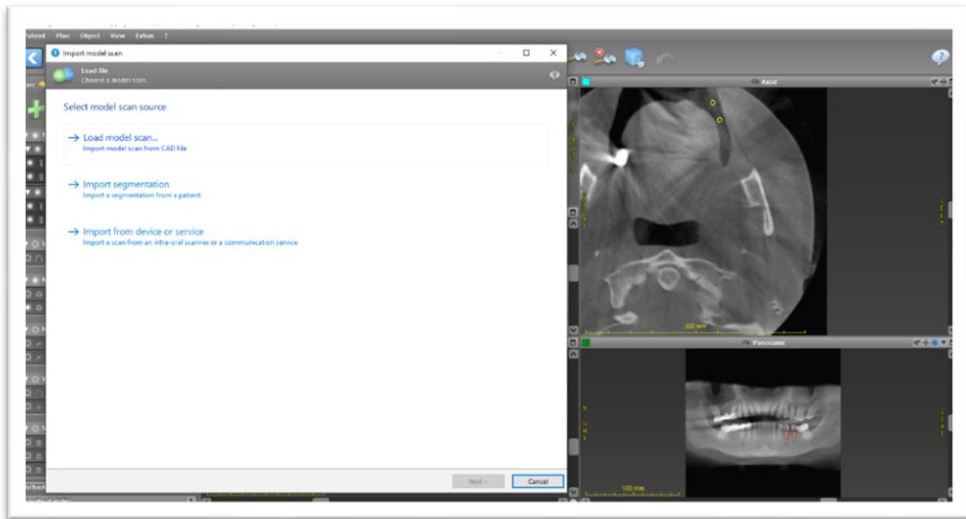


Figura 2 - Imagem relativa às funções "Import Model Scan/Load Model Scan"

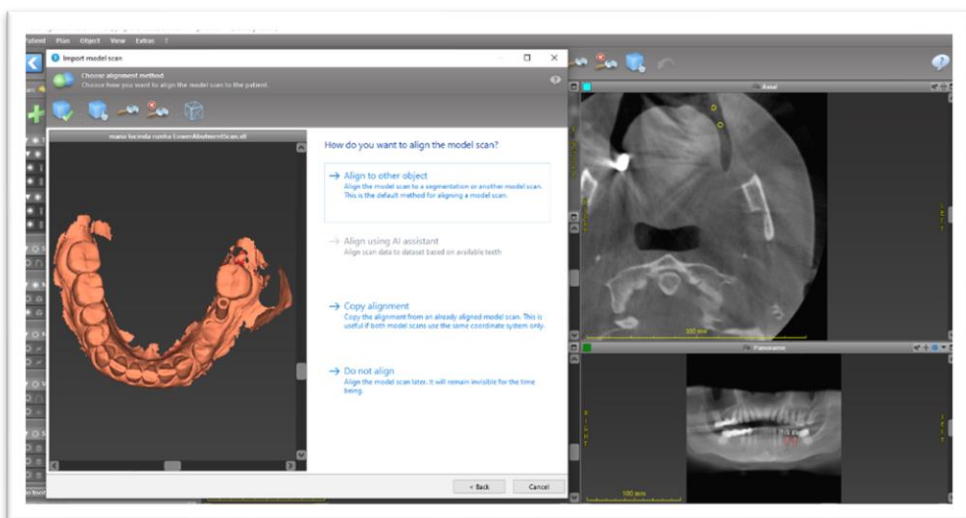


Figura 3 - Imagem relativa à função "Align to other object"

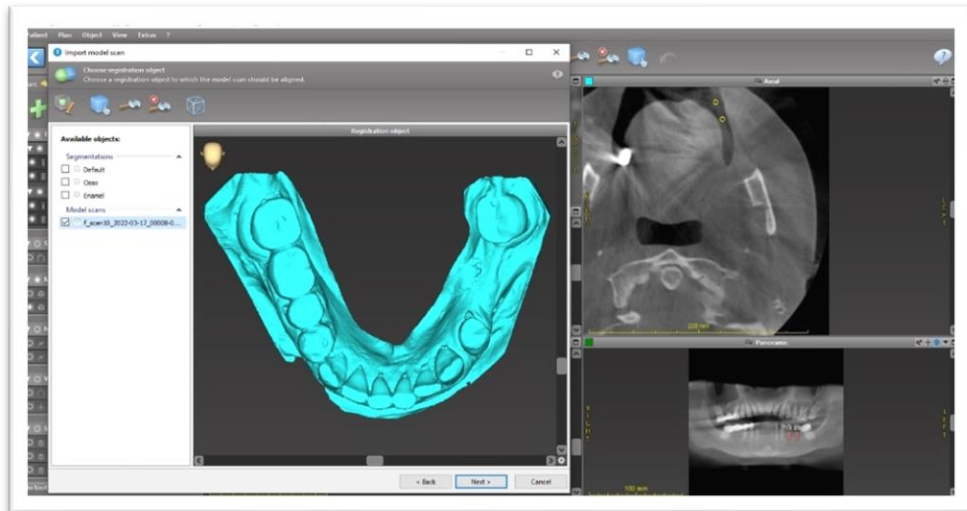


Figura 4 - Imagem relativa à impressão digital pré-cirúrgica com a qual ira ser feito o alinhamento

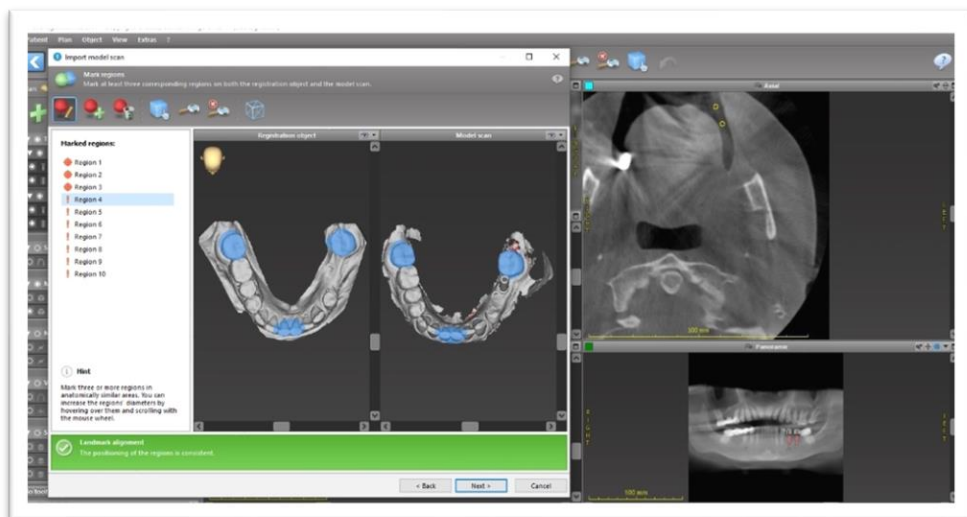


Figura 5 - Imagem relativa aos três pontos de referência para o alinhamento com a impressão digital pré-cirúrgica

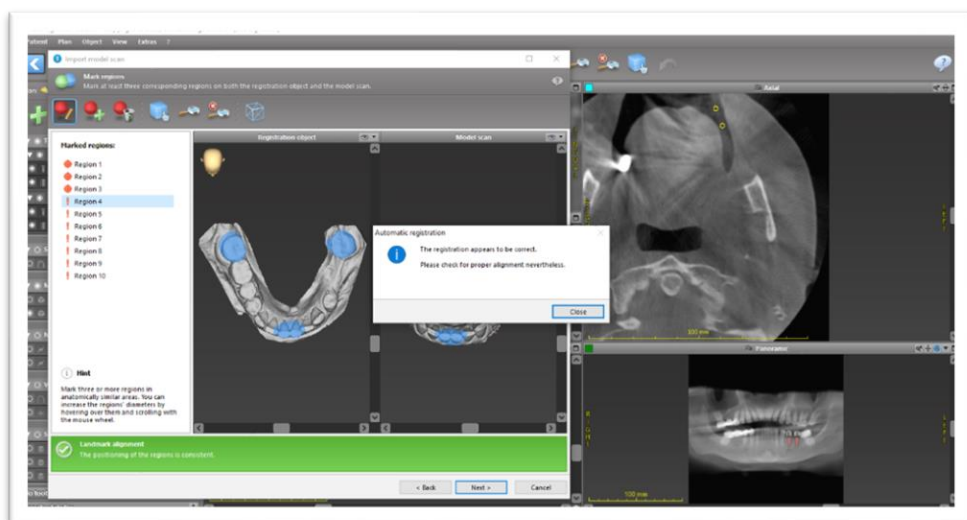


Figura 6 - Imagem relativa ao aviso do software que os modelos estão alinhados "Landmark alignment"

2.4.2. Protocolo de análise posicional

Utilizando a ferramenta “*Treatment Evaluation*” (Figura 7), *add-on* no *software* coDiagnostiX®, já com a sobreposição do planeamento digital da colocação dos implantes, com as imagens 3D obtidas aquando do *scanner* intraoral, já depois do implante estar osteo-integrado e se dar início ao processo de reabilitação, iniciámos uma nova avaliação de posicionamento, na função “*New study*” (Figura 8), onde na opção “*Study type*” seleccionamos “*Postoperative model scan with scanbodies*” (Figura 9) e seleccionámos o ficheiro importado do *scanner* intraoral referido anteriormente. Após esta seleção avançámos para o passo seguinte, onde na janela “*Implant alignment*” seleccionámos o *scanbody* presente na impressão correspondente a cada implante que queremos analisar (Figura 10). Concluindo estas etapas, chegamos à janela “*Evaluation*” onde nos foi apresentada uma tabela com “*Tooth position*” na nomenclatura FDI, “*Angle 3D offset (Base)*” em graus, “*Distal (Base)*” em mm, “*Vestibular (Base)*” em mm, “*Apical (Base)*” em mm, “*3D offset (Tip)*” em mm, “*Distal (Tip)*” em mm, “*Vestibular (Tip)*” em mm, “*Apical (Tip)*” em mm (Figura 11). Pela posição de encaixe do *scanbody*, o *software* calcula a posição real do implante e indica a discrepância existente com a planificação efetuada, ao nível da posição M-D, V-L, apico-coronal e angular. Os desvios mesiodistais quando apresentam valor positivo (+) indica que o implante se deslocou no sentido distal, se apresentam valor negativo (-) o deslocamento foi no sentido mesial, já nos desvios vestibulolinguais quando apresentam valor positivo (+) indica que o implante se deslocou no sentido lingual, se apresentam valor negativo (-) o deslocamento foi no sentido vestibular, por fim nos desvios apicocoronais quando apresentam valor positivo (+) indica que o implante se deslocou no sentido apical, se apresentam valor negativo (-) o deslocamento foi no sentido coronal.

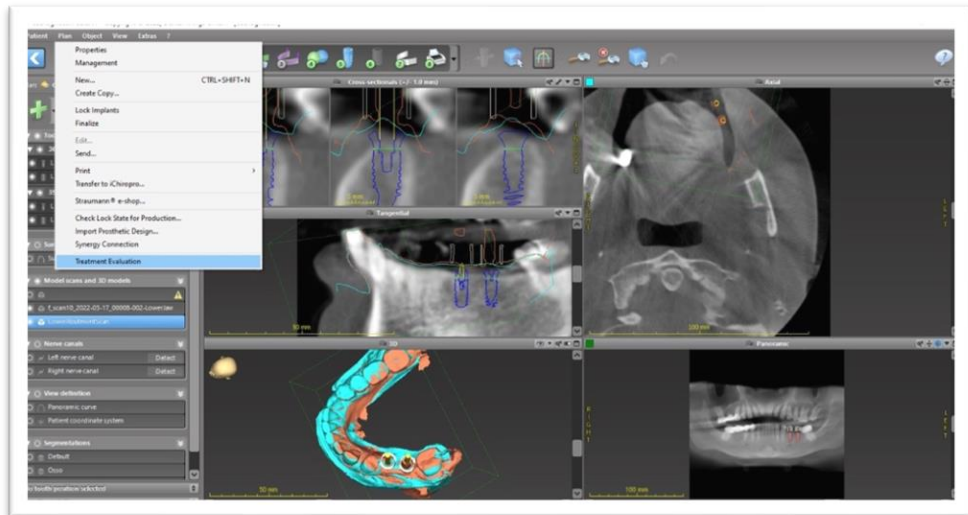


Figura 7 - Imagem relativa à ferramenta "Treatment Evaluation"

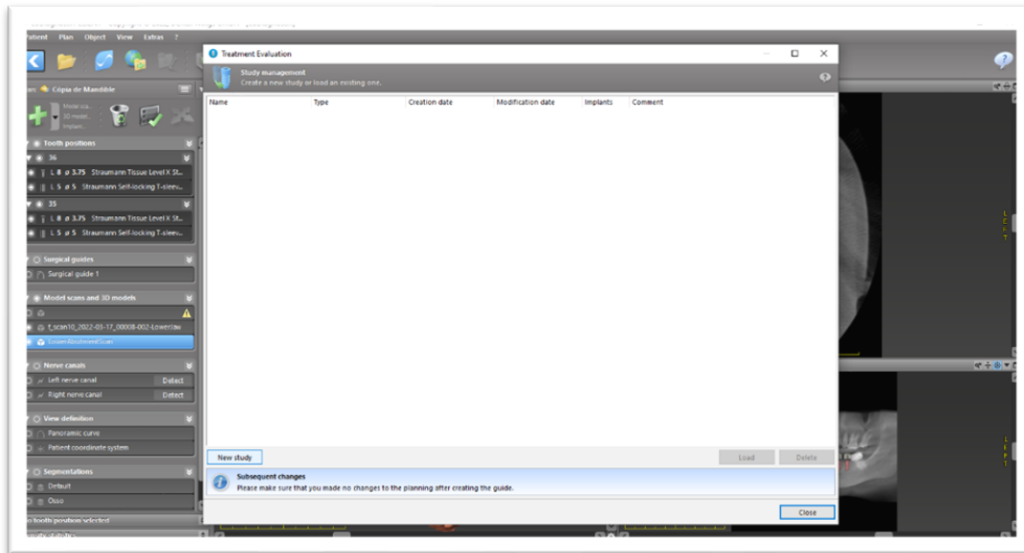


Figura 8 - Imagem relativa à função "New Study" dentro da ferramenta "Treatment Evaluation"

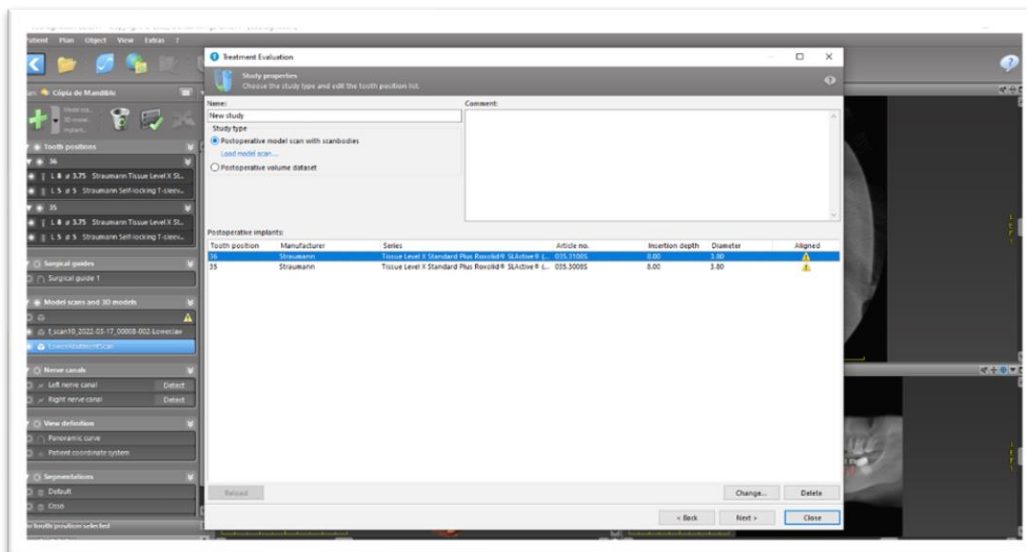


Figura 9 - Imagem relativa às funções opção "Study type" e opção "Postoperative model scan with scanbodies" dentro da ferramenta "Treatment Evaluation"

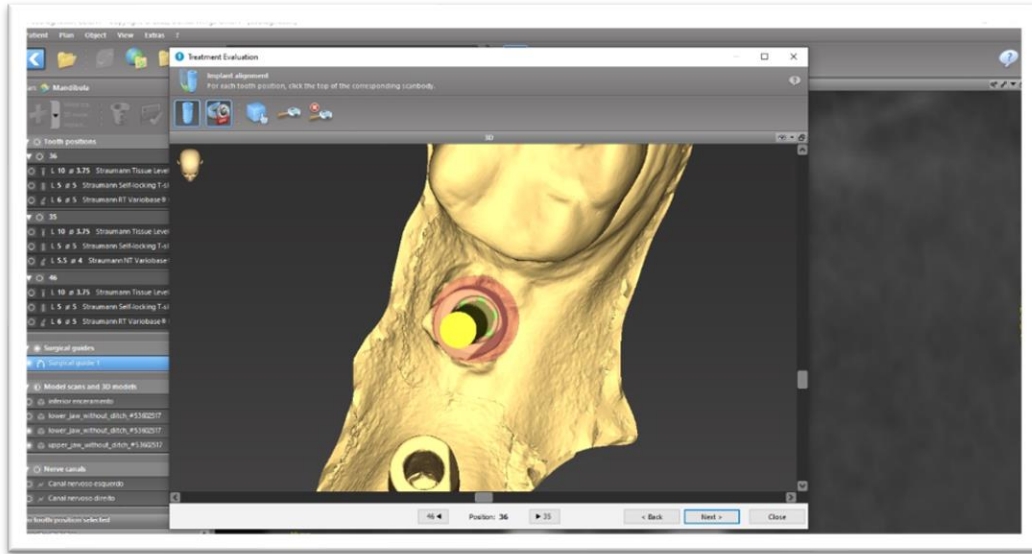


Figura 10 - Imagem relativa à janela "Implant Alignment" dentro da ferramenta "Treatment Evaluation"

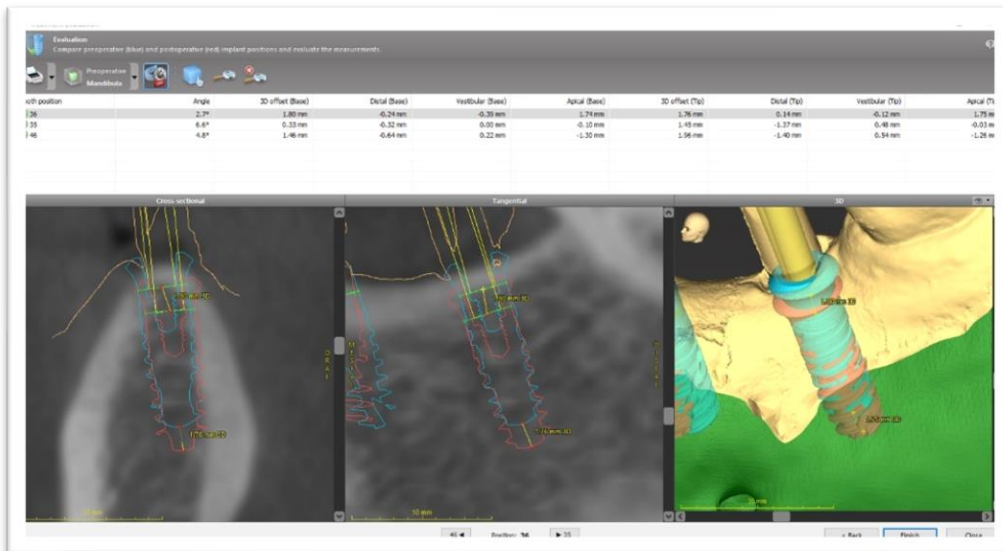


Figura 11 - Imagem relativa à janela "Evaluation" dentro da ferramenta "Treatment Evaluation"

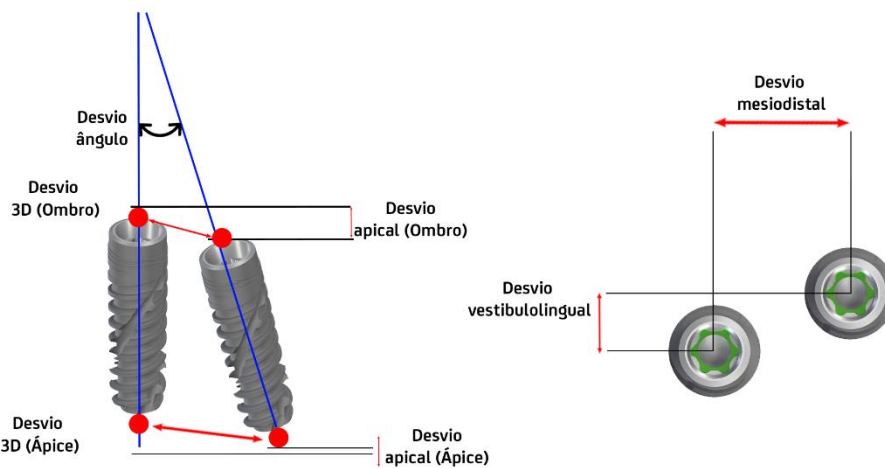


Figura 12 - Representação das distâncias de medição e do desvio angular entre as posições de implante planificadas e posição final

2.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados recolhidos foram reunidos no programa Excel (Microsoft Corporation, Redmond, USA). Esses dados foram depois importados para o programa IBM SPSS® Statistics, versão 27.1 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA), para análise estatística.

O principal objetivo da análise estatística foi então efetuar uma análise descritiva dos dados coletados. Para isso, foram elaboradas tabelas de frequência e determinamos variáveis estatísticas como média, desvio padrão, mínimo e máximo. Os dados também foram submetidos a uma análise inferencial utilizando estatística paramétrica.

As variáveis categóricas são descritas através de frequências absolutas e relativas, as variáveis contínuas de medianas devido à distribuição assimétrica e o reduzido número total de implantes disponível.

Foram testadas hipóteses sobre a distribuição de variáveis contínuas com distribuição não normal, através da utilização dos testes não paramétricos de Mann-Whitney e de Kruskal-Wallis, em função da natureza das hipóteses testadas.

Para avaliar a força e sentido das associações entre as variáveis em análise, foram calculados coeficientes de correlação de Pearson e construída uma matriz de dispersão correspondente.

Em todos os testes de hipóteses foi considerado um nível de significância de $\alpha=5\%$.

3. RESULTADOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Foram analisados 36 implantes, sendo que 14 colocados em pacientes do sexo feminino (38,9%), e 22 do sexo masculino (61,1%). O sexo feminino apresentou uma idade média de 49 anos (37-79), enquanto o sexo masculino evidenciou uma idade média de 54,5 anos (24-67).

Ao nível da localização dos implantes, 10 foram colocados na mandíbula (27,8%) e 16 na maxila (72,2%).

No que diz respeito ao tipo de colocação, 30 implantes foram totalmente guiados e (83,3%) e 6 implantes foram colocados após fresagem guiada da primeira broca (17,7%).

As guias utilizadas para este estudo estavam divididas em dois grupos tendo em consideração as suas estruturas de suporte: em 30 implantes foram utilizadas guias dento-suportadas (83,3%) e na colocação dos restantes 6 implantes foram utilizadas guias muco-dento suportadas (17,7%).

Neste estudo foram utilizados dois modelos de implantes: 15 eram do modelo BLX (41,7%) e 21 do modelo TLX (58,3%).

Tendo em consideração a classificação de Kennedy Applegate, foram colocados 2 implantes (5,6%) em desdentação tipo Classe I, 6 implantes (16,7%) em desdentação tipo classe III, 21 implantes (58,3%) em desdentação tipo classe III/mod 1 e 7 implantes (19,4%) em desdentação tipo classe III/mod 2.

No que se refere à classificação ACP, foi analisado 1 implante em pacientes com classe I (2,8%), 2 implantes em pacientes com classe II (8,3%), 28 implantes em pacientes com classe III (77,8%) e 4 implantes em pacientes com classe IV (11,1%).

Todos estes dados encontram-se resumidos na Tabela 1.

Tabela 1 -Descrição da amostra (implantes) tendo em conta as diversas variáveis

AMOSTRA		N=36 (100%)	
	Frequência (N)	Percentagem (%)	
Género			
Feminino	14	38,9	
Masculino	22	61,1	
Localização			
Mandíbula	10	27,8	
Maxila	26	72,2	
Método de colocação			
Totalmente guiado	30	83,3	
Primeira broca	6	16,7	
Tipo de guia cirúrgica			
Dento suportada	30	83,3	
Muco-dento suportada	6	16,7	
Tipo			
BLX	15	41,7	
TLX	21	58,3	
Classificação Kennedy/Applegate			
I	2	5,6	
III	6	16,7	
III mod. 1	21	58,3	
III mod. 2	7	19,4	
Classificação ACP			
I	1	2,8	
II	2	8,3	
III	28	77,8	
IV	4	11,1	

3.2. CARACTERIZAÇÃO DOS DESVIOS DA POSIÇÃO FINAL DO IMPLANTE

A Tabela 2 descreve a caracterização dos desvios no ombro do implante, dos desvios angular, desvio 3D, mesiodistal, vestibulolingual e apicocoronal. Podemos observar que no diz respeito à mediana, a nível do desvio 3D foi de 1.04mm, a nível de angulação foi registado um valor de 4,40°, a mesiodistal foi de -0,24mm, a vestibulingual foi de 0,38mm, e a apicocoronal foi de -0,29mm.

Tabela 2 - Descrição dos desvios no ombro do implante

Desvios (Ombro)	Angular (°)	3D (mm)	Mesiodistal (mm)	Vestibulolingual (mm)	Apicocoronal (mm)
Mediana	4,40	1,04	-0,24	0,38	-0,29
Média	5,30	1,13	0,17	0,35	0,01
Desvio padrão	3,03	0,51	0,57	0,52	0,91
Mínimo	2,10	0,33	-2,25	-1,08	-1,30
Máximo	14,8	2,51	0,91	1,39	2,14

A Tabela 3 descreve a caracterização dos desvios no ápice do implante, dos parâmetros desvio 3D, mesiodistal, vestibulolingual e apicocoronal. Podemos observar que no diz respeito à mediana ao nível do desvio 3D foi de 1,70mm, a mesiodistal foi de -0,30mm, a vestibulolingual foi de 0,51mm, e a apicocoronal foi de -0,21mm.

Tabela 3 - Descrição dos desvios no ápice do implante

Desvios (Ápice)	Desvio 3D (mm)	Mesiodistal (mm)	Vestibulolingual (mm)	Apicocoronal (mm)
Mediana	1,70	-0,30	0,51	-0,21
Media	1,80	-0,30	0,73	0,07
Desvio padrão	0,71	1,15	1,02	0,93
Mínimo	0,73	-2,30	-3,09	-1,26
Máximo	3,61	2,25	2,78	2,43

3.3. DESVIOS DA POSIÇÃO FINAL DO IMPLANTE VS TIPOLOGIA DE COLOCAÇÃO DO IMPLANTE

A Tabela 4 descreve a caracterização dos desvios tendo em conta a tipologia de colocação do implante, são apresentados os valores mínimos, máximos, medianos e o nível de significância de todos os parâmetros de desvios analisados.

Tabela 4 - Descrição dos desvios analisados tendo em conta a tipologia de colocação do implante

		<i>Pilot Drill</i>	<i>Fully guided</i>	<i>p-value</i> ¹
		Frequência (n)	Frequência (n)	
		6	30	
Angular [°]	Mínimo	2,10	2,50	0,848
	Mediana	5,20	4,40	
	Máximo	8,10	14,8	
3D (Ombro) [mm]	Mínimo	0,94	0,33	0,848
	Mediana	1,04	1,04	
	Máximo	1,55	2,51	
Mesiodistal (Ombro) [mm]	Mínimo	-0,26	-2,25	0,210
	Mediana	-0,10	-0,30	
	Máximo	0,45	0,91	
Vestibulolingual (Ombro) [mm]	Mínimo	-0,87	-1,08	0,373
	Mediana	0,65	0,33	
	Máximo	1,39	1,12	
Apicocoronal (Ombro) [mm]	Mínimo	-0,58	-1,30	0,279
	Mediana	0,19	-0,37	
	Máximo	1,13	2,14	
3D (Ápice) [mm]	Mínimo	0,73	0,80	0,445
	Mediana	1,65	1,69	
	Máximo	3,12	3,61	
Mesiodistal (Ápice) [mm]	Mínimo	-1,58	-2,30	0,566
	Mediana	0,13	-0,52	
	Máximo	1,11	2,25	
Vestibulolingual (Ápice) [mm]	Mínimo	-3,09	-0,44	0,350
	Mediana	0,46	0,54	
	Máximo	1,50	2,78	
Apicocoronal (Ápice) [mm]	Mínimo	-0,57	-1,26	0,288
	Mediana	0,27	-0,23	
	Máximo	1,21	2,43	

¹ Teste Mann Whitney

Tendo em consideração os valores obtidos, podemos verificar que os implantes colocados com guia piloto apresentam maiores desvios para todos os parâmetros analisados, com exceção nos parâmetros de desvio 3D (ápice) e vestibulolingual (ápice). Para analisarmos a relação entre os desvios da posição final do implante e os tipos de colocação do implante com guia cirúrgica computadorizada. Nenhum dos parâmetros analisados apresenta valores estatisticamente significativos ($p > 0,050$).

3.4. DESVIOS DA POSIÇÃO FINAL DO IMPLANTE VS TIPOS DE SUPORTE DA GUIA CIRÚRGICA

A Tabela 5 descreve a caracterização dos desvios considerando os tipos de suporte da guia cirúrgica, apresentados valores mínimos, máximos, medianos e o nível de significância de todos os parâmetros de desvios analisados.

Tabela 5 - Descrição dos desvios analisados tendo em conta os tipos de suporte da guia cirúrgica

		Dento mucosuportada	Dento suportada	<i>p-value</i> ¹
		Frequência (n) 6	Frequência (n) 30	
Angular [°]	Mínimo	2,90	2,10	0,949
	Mediana	4,40	4,60	
	Máximo	8,10	14,8	
3D (Ombro) [mm]	Mínimo	0,61	0,33	0,288
	Mediana	0,85	1,05	
	Máximo	1,55	2,51	
Mesiodistal (Ombro) [mm]	Mínimo	-0,46	-2,25	0,510
	Mediana	-0,10	-0,25	
	Máximo	0,43	0,91	
Vestibulolingual (Ombro) [mm]	Mínimo	-0,87	-1,08	0,445
	Mediana	0,17	0,44	
	Máximo	1,39	1,12	
Apicocoronal (Ombro) [mm]	Mínimo	-0,96	-1,30	0,260
	Mediana	-0,54	-0,14	
	Máximo	0,64	2,14	
3D (Ápice) [mm]	Mínimo	0,73	0,78	0,161
	Mediana	1,22	1,76	
	Máximo	3,12	3,61	
Mesiodistal (Ápice) [mm]	Mínimo	-0,93	-2,30	0,252
	Mediana	0,19	-0,52	
	Máximo	1,12	2,25	
Vestibulolingual (Ápice) [mm]	Mínimo	-3,09	-0,44	0,046
	Mediana	0,24	0,54	
	Máximo	1,51	2,78	
Apicocoronal (Ápice) [mm]	Mínimo	-0,93	-1,26	0,279
	Mediana	-0,52	-0,13	
	Máximo	0,72	2,43	

¹ Teste Mann Whitney

Considerando os valores obtidos, podemos verificar que os implantes colocados com guias dento-suportadas apresentam maiores desvios para todos os parâmetros analisados, com exceção do desvio angular, mesiodistal (ombro e ápice). Contudo, a maioria dos valores não representaram significância estatística. Dos parâmetros analisados apenas o desvio vestibulolingual (ápice) é estatisticamente significativo ($p < 0,050$).

3.5. DESVIOS DA POSIÇÃO FINAL DO IMPLANTE vs GÉNERO

A Tabela 6 caracteriza os desvios tendo em consideração o género do paciente. São apresentados os valores mínimos, máximos, medianos e o nível de significância de todos os parâmetros de desvios analisados.

Tabela 6 - Descrição dos desvios analisados tendo em conta o género do paciente

		Feminino	Masculino	<i>p-value</i> ¹
		Frequência (n)	Frequência (n)	
		14	22	
Angular [°]	Mínimo	2,10	2,50	0,548
	Mediana	5,10	4,30	
	Máximo	14,8	8,10	
3D (Ombro) [mm]	Mínimo	0,64	0,33	0,153
	Mediana	1,10	1,02	
	Máximo	2,51	1,80	
Mesiodistal (Ombro) [mm]	Mínimo	-2,25	-0,88	0,592
	Mediana	-0,29	-0,24	
	Máximo	0,89	0,91	
Vestibulolingual (Ombro) [mm]	Mínimo	-1,08	-0,87	0,072
	Mediana	0,61	0,22	
	Máximo	1,12	1,39	
Apicocoronal (Ombro) [mm]	Mínimo	-1,20	-1,30	0,330
	Mediana	-0,55	-0,12	
	Máximo	2,14	1,74	
3D (Ápice) [mm]	Mínimo	0,78	0,73	0,173
	Mediana	2,01	1,60	
	Máximo	3,61	3,12	
Mesiodistal (Ápice) [mm]	Mínimo	-2,30	-1,59	0,299
	Mediana	-0,86	0,04	
	Máximo	2,25	1,97	
Vestibulolingual (Ápice) [mm]	Mínimo	0,15	-3,09	0,041
	Mediana	0,94	0,46	
	Máximo	2,78	2,07	
Apicocoronal (Ápice) [mm]	Mínimo	-1,16	-1,26	0,355
	Mediana	-0,43	-0,08	
	Máximo	2,43	1,75	

¹ Teste Mann Whitney

Tendo em conta os valores obtidos, podemos verificar que os implantes colocados em pacientes do género feminino apresentam maiores desvios nos parâmetros angular, desvio 3D (ombro e ápice), vestibulolingual (ombro e ápice), sendo que os restantes parâmetros apresentam maiores desvio em pacientes do género masculino. Dos parâmetros analisados apenas o desvio vestibulolingual (ápice) é estatisticamente significativo ($p < 0,050$).

3.6. DESVIOS DA POSIÇÃO FINAL DO IMPLANTE vs LOCALIZAÇÃO

A Tabela 6 caracteriza os desvios tendo em consideração a localização (maxila – Mx; mandíbula – Md), sendo apresentados os valores mínimos, máximos, medianos e o nível de significância de todos os parâmetros de desvios analisados.

Tabela 7 - Descrição dos desvios analisados tendo em conta a localização

		Md	Mx	p-value ¹
		Frequência (n) 10	Frequência (n) 26	
Angular [°]	Mínimo	2,50	2,10	0,168
	Mediana	6,00	4,20	
	Máximo	14,8	12,0	
3D (Ombro) [mm]	Mínimo	0,33	0,33	0,142
	Mediana	1,28	1,02	
	Máximo	2,40	2,51	
Mesiodistal (Ombro) [mm]	Mínimo	-0,80	-2,25	0,080
	Mediana	-0,33	-0,18	
	Máximo	0,03	0,91	
Vestibulolingual (Ombro) [mm]	Mínimo	-1,08	-0,87	0,633
	Mediana	0,27	0,44	
	Máximo	1,00	1,39	
Apicocoronar (Ombro) [mm]	Mínimo	-1,30	-1,30	0,818
	Mediana	-0,48	-0,20	
	Máximo	2,14	1,74	
3D (Ápice) [mm]	Mínimo	1,30	0,73	0,069
	Mediana	2,01	1,59	
	Máximo	3,18	3,61	
Mesiodistal (Ápice) [mm]	Mínimo	-1,67	-2,30	0,018
	Mediana	-1,22	0,12	
	Máximo	0,28	2,25	
Vestibulolingual (Ápice) [mm]	Mínimo	-0,12	-3,09	0,458
	Mediana	0,59	0,47	
	Máximo	2,75	2,78	
Apicocoronar (Ápice) [mm]	Mínimo	-1,26	-1,26	0,930
	Mediana	-0,31	-0,16	
	Máximo	2,43	1,75	

¹ Teste Mann Whitney

Considerando os valores obtidos, podemos concluir que os implantes colocados em localizações mandibulares apresentam maiores desvios nos parâmetros angular, desvio 3D (ombro e ápice), vestibulolingual (ápice), sendo que os restantes parâmetros apresentam maiores desvios em localizações maxilares. Dos parâmetros analisados apenas o desvio mesiodistal (ápice) é estatisticamente significativo ($p < 0,050$).

3.7. DESVIOS DA POSIÇÃO FINAL DO IMPLANTE vs TIPO DE IMPLANTE

A Tabela 8 descreve a caracterização dos desvios tendo em conta o tipo de implante sendo apresentados os valores mínimos, máximos, medianos e o nível de significância de todos os parâmetros de desvios analisados.

Tabela 8 - Descrição dos desvios analisados tendo em conta o tipo de implante

		BLX	TLX	<i>p-value</i> ¹
		Frequência (n) 15	Frequência (n) 21	
Angular [°]	Mínimo	2,10	2,50	0,500
	Mediana	3,70	4,80	
	Máximo	8,10	14,8	
3D (Ombro) [mm]	Mínimo	0,61	0,33	0,470
	Mediana	1,03	1,10	
	Máximo	1,70	2,51	
Mesiodistal (Ombro) [mm]	Mínimo	-0,88	-2,25	0,521
	Mediana	-0,23	-0,31	
	Máximo	0,91	0,89	
Vestibulolingual (Ombro) [mm]	Mínimo	-0,87	-1,08	0,441
	Mediana	0,46	0,31	
	Máximo	1,39	1,12	
Apicocoronal (Ombro) [mm]	Mínimo	-0,63	-1,30	0,422
	Mediana	0,34	-0,32	
	Máximo	1,36	2,14	
3D (Ápice) [mm]	Mínimo	0,73	0,95	0,254
	Mediana	1,58	1,88	
	Máximo	3,12	3,61	
Mesiodistal (Ápice) [mm]	Mínimo	-1,59	-2,30	0,460
	Mediana	-0,02	-0,83	
	Máximo	1,97	2,25	
Vestibulolingual (Ápice) [mm]	Mínimo	-3,09	-0,12	0,574
	Mediana	0,46	0,54	
	Máximo	2,07	2,78	
Apicocoronal (Ápice) [mm]	Mínimo	-0,62	-1,26	0,441
	Mediana	0,37	-0,23	
	Máximo	1,44	2,43	

¹ Teste Mann Whitney

Tendo em conta os valores obtidos, podemos concluir que os implantes tipo TLX apresentam maiores desvios nos parâmetros angular, desvio 3D (ombro e ápice), vestibulolingual (ápice), sendo que os restantes parâmetros apresentam maiores desvios em implantes tipo BLX. Nenhum dos parâmetros analisados apresenta valores estatisticamente significativos ($p > 0,050$).

3.8. DESVIOS DA POSIÇÃO FINAL DO IMPLANTE X LOCALIZAÇÃO POR QUADRANTE

A Tabela 9 descreve a caracterização dos desvios tendo em conta a localização por quadrante, sendo apresentados os valores mínimos, máximos, medianos e o nível de significância de todos os parâmetros de desvios analisados.

Tabela 9 - Descrição dos desvios analisados tendo em conta a localização por quadrante

		1° Q	2° Q	3° Q	4° Q	p-value ²
		Frequência (n) 11	Frequência (n) 10	Frequência (n) 8	Frequência (n) 7	
Angular [°]	Mínimo	2,10	2,70	2,50	3,90	0,117
	Mediana	4,30	3,70	6,00	6,50	
	Máximo	8,10	6,60	13,8	14,8	
3D (Ombro) [mm]	Mínimo	0,50	0,61	0,33	0,83	0,169
	Mediana	1,02	1,00	1,64	1,10	
	Máximo	1,70	1,17	2,40	2,51	
Mesiodistal (Ombro) [mm]	Mínimo	-0,46	-0,88	-0,80	-2,25	0,020
	Mediana	0,28	-0,28	-0,28	-0,42	
	Máximo	0,91	0,43	0,03	0,89	
Vestibulolingual (Ombro) [mm]	Mínimo	-0,87	0,10	-1,08	0,22	0,052
	Mediana	0,45	0,44	0,00	0,56	
	Máximo	1,39	0,72	1,00	1,12	
Apicocoronar (Ombro) [mm]	Mínimo	-0,96	-0,63	-1,20	-1,30	0,195
	Mediana	-0,14	-0,55	0,77	-0,54	
	Máximo	1,36	1,13	2,14	0,05	
3D (Ápice) [mm]	Mínimo	0,73	0,80	1,30	1,63	0,038
	Mediana	1,45	1,57	1,76	2,33	
	Máximo	3,12	2,06	3,00	3,61	
Mesiodistal (Ápice) [mm]	Mínimo	-0,83	-1,59	-1,67	-2,30	0,009
	Mediana	0,75	-0,60	-1,20	-1,40	
	Máximo	1,97	1,12	0,28	2,25	
Vestibulolingual (Ápice) [mm]	Mínimo	-3,09	-0,44	-0,12	0,54	0,075
	Mediana	0,46	0,55	0,38	1,39	
	Máximo	2,07	1,45	1,69	2,78	
Apicocoronar (Ápice) [mm]	Mínimo	-0,93	-0,62	-1,16	-1,26	0,207
	Mediana	-0,13	-0,53	0,85	-0,41	
	Máximo	1,44	1,21	2,43	0,22	

² Teste Kruskal-Wallis

Tendo em conta os valores obtidos, podemos concluir que os desvios angulares e desvio 3D (ápice) vão decrescendo considerando a localização nos 4ºQ, 3ºQ, 1ºQ e 2ºQ respetivamente. No que diz respeito ao valor de desvio 3D (ombro) vão decrescendo no tendo em conta a localização nos 3ºQ, 4ºQ, 1ºQ, 2ºQ. Em ordem decrescente os nas localizações 1ºQ, 2ºQ, 3ºQ, 4Q, é onde são apresentados maiores valores nos desvios mesiodistal (ombro) respetivamente. Nos quadrantes 4ºQ, 1ºQ, 2ºQ, 3ºQ, são as localizações onde decrescentemente

se verificam os valores da posição vestibulolingual (ombro) respectivamente. O valor do desvio apicocoronal (ombro) é maior respectivamente nas localizações 3ºQ, 1ºQ, 2ºQ, 4ºQ. Tendo em conta o valor de desvio mesiodistal (ápice), as localizações onde é maior são 4ºQ, 2ºQ, 1ºQ, 3ºQ respectivamente. Finalmente nos valores dos desvios vestibulolingual (ápice) é maior respectivamente nas localizações 4ºQ, 2ºQ, 1ºQ, 3ºQ.

Dos parâmetros analisados apresentados apenas o desvio mesiodistal (ombro e ápice), e desvio 3D (ápice) é estatisticamente significativo ($p < 0,050$). O valor de significância apresentado para o desvio vestibulolingual (ombro) é $p = 0,052$.

3.9. DESVIOS DA POSIÇÃO FINAL DO IMPLANTE vs CLASSIFICAÇÃO KENNEDY APPLGATE

A Tabela 10 descreve a caracterização dos desvios tendo em conta a classificação Kennedy Applegate, são apresentados os valores mínimos, máximos, medianos e o nível de significância de todos os parâmetros de desvios analisados.

Tabela 10 - Descrição dos desvios analisados tendo em conta a classificação Kennedy Applegate

		I	III	III,mod 1	III,mod 2	p-value ²
		Frequência (n)	Frequência (n)	Frequência (n)	Frequência (n)	
		2	6	21	7	
Angular [°]	Mínimo	6,50	2,50	2,70	2,10	0,023
	Mediana	9,30	3,80	4,80	2,80	
	Máximo	12,0	5,70	14,8	6,60	
3D (Ombro) [mm]	Mínimo	1,10	0,96	0,33	0,50	0,396
	Mediana	1,81	1,06	1,03	1,04	
	Máximo	2,51	1,56	2,40	1,17	
Mesiodistal (Ombro) [mm]	Mínimo	-2,25	-0,88	-0,64	-0,43	0,184
	Mediana	-0,68	-0,51	-0,24	0,11	
	Máximo	0,89	-0,09	0,91	0,34	
Vestibulolingual (Ombro) [mm]	Mínimo	0,56	0,02	-1,08	0,16	0,083
	Mediana	0,84	0,47	0,20	0,70	
	Máximo	1,12	1,00	1,39	0,87	
Apicocoronal (Ombro) [mm]	Mínimo	-0,32	-1,20	-1,30	-0,63	0,813
	Mediana	-0,13	0,08	-0,26	-0,58	
	Máximo	0,05	0,88	2,14	1,13	
3D (Ápice) [mm]	Mínimo	2,33	1,30	0,73	0,78	0,098
	Mediana	2,97	1,59	1,88	1,58	
	Máximo	3,61	2,07	3,18	2,04	
Mesiodistal (Ápice) [mm]	Mínimo	-2,30	-1,59	-1,67	-1,58	0,559
	Mediana	-0,02	-0,97	-0,02	0,27	
	Máximo	2,25	0,28	1,97	0,86	
Vestibulolingual (Ápice) [mm]	Mínimo	0,54	0,28	-3,09	0,44	0,453
	Mediana	1,66	0,89	0,48	0,46	
	Máximo	2,78	1,69	2,75	1,45	
Apicocoronal (Ápice) [mm]	Mínimo	-0,25	-1,16	-1,26	-0,61	0,814
	Mediana	-0,01	0,10	-0,19	-0,57	
	Máximo	0,22	0,90	2,43	1,21	

² Teste Kruskal-Wallis

Tendo em conta os valores obtidos podemos concluir que os desvios angular e apicocoronal (ombro e ápice) variam decrescentemente nas respetivas classificações de classe I, III mod 1, III, III mod 2. No que diz respeito aos valores do desvio 3D (ombro), vão decrescendo tendo em conta as classificações de classe I, III mod 2, III mod 1 e III, respetivamente. Nas classificações de Kennedy Applegate com classe III mod 2, III mod 1, I e III, são as decrescentemente se verificam os valores da posição mesiodistal (ombro) respetivamente. O valor do

desvio vestibulolingual (ombro) é maior respectivamente decrescentemente nas classificações de classe I, III mod 2, III e III mod 1. Tendo em conta o valor de desvio mesiodistal (ápice), as localizações onde é maior são 4°Q, 2°Q, 1°Q, 3°Q respectivamente. No que diz respeito aos valores do desvio 3D (ápice), vão decrescendo tendo em conta as classificações de classe I, III mod 1, III mod 2 e III, respectivamente. Nas classificações de Kennedy Applegate com classe III mod 2, I, III mod 1, e III, são as decrescentemente se verificam os valores da posição mesiodistal (ápice) respectivamente. Finalmente o valor do desvio vestibulolingual (ápice) é maior respectivamente decrescentemente nas classificações de classe I, III e III mod 2 e III mod 1

Para analisarmos a relação entre os desvios da posição final do implante e a Classificação Kennedy/Applegate efetuou-se o teste de Kruskal-Wallis.

Dos parâmetros analisados apresentados apenas o desvio Ângulo é estatisticamente significativo ($p < 0,050$).

4. DISCUSSÃO

Este estudo observacional longitudinal e retrospectivo apresenta uma metodologia já descrita na literatura.(61, 62) O objetivo desta metodologia é realizar digitalmente uma análise tridimensional da posição planejada digitalmente de implantes dentários comparando-a com a posição final.

Segundo o artigo publicado pelo grupo 5 do Consensus ITI para tecnologias digitais(63) temos como referência de desvios para cirurgia guiada de implantes para o desvio 3D (ombro) de 1,2 mm, desvio 3D (ápice) de 1,5 mm, e desvio angular de 3,5° descritos pela *Internacional Team for Implantology* como aceites.

Com base na análise do desvio do implante, os desvios 3D médios encontrados nas posições dos implantes no ombro e no ápice foram de 1,13 mm e 1,81 mm, respectivamente, e o desvio angular médio de 5,3°. A nossa investigação não apresenta alterações significativas considerando um estudo retrospectivo de Tahmaseb *et al*(64). em 2014 onde analisaram 24 estudos de posicionamento implantar, no qual descreveram 1,12 mm e 1,53 mm de desvio no ombro e ápice do implante respectivamente, apesar de apresentar um valor ligeiramente maior para desvio angular médio que descreveram de 3,89°. Van Assche *et al*(65), numa revisão sistemática onde analisa 19 estudos, indicam uma imprecisão média no ponto de entrada do implante de 1,0 mm e de 1,2 mm no ápice dos implantes, diferença média geral de angulação foi de 3,8°. Zhou *et al*(66), apresentaram numa meta-análise, valores semelhantes aos dos dois estudos acima referidos, mas com um desvio angular médio maior de 4,1°, que se aproxima do valor do nosso estudo. Além disso, os valores mais próximos aos da nossa investigação foram encontradas num estudo que relatou desvios globais médios entre as posições planejadas dos implantes e final no ombro e no ápice de 1,47 mm e 1,83 mm, mas também com um desvio angular médio mais próximo de 5,09°(67).

Os desvios 3D médios no ombro (1,13 mm) e no ápice (1,81 mm) foram calculados como inferiores a 2 mm, já no desvio apicocoronal (ápice) o valor médio foi 0,07mm. Este resultado confirma a exigência empírica de uma distância mínima de 2 mm de estruturas anatómicas importantes (nervo alveolar inferior, seio, dente adjacente).

Quando comparamos os desvios tendo em conta o tipo de guia utilizada, totalmente guiado ou broca piloto, o nosso estudo demonstra uma maior precisão nos implantes colocados totalmente guiados em comparação com a broca piloto em quase todos os parâmetros o que vai de encontro com a recente revisão sistemática realizada(68), onde foram analisados 1317 implantes em 642 pacientes com edentulismo parcial, e concluíram que a precisão do posicionamento de implantes era significativamente melhor em todos os parâmetros ao realizar protocolos cirúrgicos totalmente guiados do que guiados por broca piloto. Além disso, outros estudos(69-71) também demonstraram a superioridade do protocolo cirúrgico totalmente guiado. Na nossa investigação apenas três parâmetros analisados, desvio angular, vestibulolingual (ombro) e apicocoronal (ápice) indicam maior precisão do protocolo totalmente guiado, o que se pode dever ao reduzido número de implantes colocados com protocolo de broca piloto. Apesar de os resultados do nosso estudo serem na sua maioria semelhantes aos descritos na literatura, nenhum dos parâmetros analisados apresenta valores estatisticamente significativos, nas comparações entre os dois protocolos.

No que diz respeito aos desvios de posicionamento quando comparamos o tipo de suporte da guia cirúrgica, apesar de se verificarem desvios maiores nas guias dento-suportadas, a análise estatística não apresentou valores significativos, salvo no parâmetro desvio mesiovestibular (ápice), pelo que não se pode extrapolar os nossos resultados para considerações efetivas entre guias dento-suportadas e dento-muco-suportadas. Isto poderá estar relacionado com o valor amostra nos dois grupos a comparar (6 vs 30), pois é demasiado díspar para que tenha relevância estatística e clínica.

Analisando os desvios de posicionamento dos implantes tendo em conta o género do paciente, verificámos que os implantes colocados em pacientes do género feminino apresentam maiores desvios em seis dos nove parâmetros analisados, este resultado poderá estar relacionado com os valores de densidade óssea entre os géneros, que é maior em pacientes do género masculino. Ozan *et al*,(72) demonstraram que menores valores de densidade óssea resultaram em maiores desvios angulares, mas em correspondência com a nossa investigação, os valores obtidos não apresentam significância

estatística.(73) Por limitação de tempo, não foi possível analisar os dados da densidade óssea da amostra analisada, mas será uma situação a considerar em trabalhos futuros.

Quando comparamos a diferença na precisão dos implantes dentários colocados na maxila em comparação com a mandíbula, verificamos que existe uma maior precisão nos implantes colocados na maxila em comparação com os colocados em todos os parâmetros exceto um, desvio vestibulolingual (ombro). Isto pode ser devido a vários fatores. Um fator potencial poderia ser devido à qualidade óssea tipicamente encontrada na maxila (mais trabecular) em comparação com a mandíbula (mais cortical) que poderia permitir que o implante sofresse algum desvio maior durante a colocação em osso mais trabecular do que em osso mais corticalizado, mas como referido anteriormente não existe evidência científica que o corrobore,(74) e também não temos essa análise ainda efetuada nesta amostra. Outro fator que eventualmente contribuiu para um maior desvio poderá estar relacionado com alguma falta de estabilidade das guias cirúrgicas em desenhos de guias menos retentivos.(75, 76) De futuro, poder-se-á efetuar uma análise ao desenho e à retentividade das guias e relacionar com os desvios na colocação dos implantes. O nosso estudo quando comparando a diferença na precisão dos implantes dentários colocados na maxila e mandíbula apresenta apenas um valor de desvio com significância estatística, o desvio mesiodistal (ápice)

Verificou-se também que o desvio 3D (ombro e ápice) e o desvio angular de implantes guiados colocados na mandíbula têm valores maiores que os colocados na maxila. Dos desvios analisados apenas o desvio mesiodistal (ápice) é estatisticamente significativo ($p < 0,050$), e apresenta maiores valores para implantes localizados na mandíbula.

Enquanto que entre os implante BLX e TLX não foi observada nenhuma diferença estatisticamente significativa em quaisquer dos desvios analisados, o tipo TLX apresenta maiores valores de desvio em seis parâmetros, desvio angular, 3D (ombro e ápice), mesiodistal (ombro e ápice) e vestibulolingual (ápice), enquanto que o BLX em três parâmetros, desvio vestibulolingual (ombro) e apicocoronal (ombro e ápice). Não estando claro neste momento se haverá

influência nestes tipos de implantes para com o posicionamento final do implante. Outros fatores que poderiam potencializar e que limitam a generalização desses dados são que no caso dos implantes TLX a plataforma do implante pode ser Narrow TorcFit™ Ø3.5mm ou Regular TorcFit™ Ø4.8mm, variando então as dimensões do colar do implante que poderá influenciar na estabilidade no momento da sua colocação e posteriormente no posicionamento.

Também foram realizadas as possíveis influências de posicionamento final do implante, tendo em conta as classificações de edentulismo parcial de Kennedy Applegate e ACP. No que diz respeito à classificação Kennedy Applegate, dos valores analisados apenas o desvio angular é estatisticamente significativo, sendo este valor mais alto em arcadas de classe I, III mod 1, III, III mod 2, respetivamente. É interessante verificar maior desvios em classes de desdentação do tipo III, pois implicam uma guia dento-suportada. Nestas situações, o desvio deveria ser exatamente menor, pelo melhor suporte que a guia tem. (68, 77) Nas classes I, em que as guias são dento-muco-suportadas é compreensível um maior desvio pelo facto de a guia poder ter alguma oscilação na zona do suporte mucoso.(53) Nesta situação teria sido relevante colocar um pino de fixação posterior na guia, e estudar a sua influência no desvio angular do implante.

Os resultados do nosso estudo demonstram que é possível transferir com precisão uma posição do implante com base no planeamento digital para o leito cirúrgico usando uma guia cirúrgica para a colocação do implante, e indica também que os desvios existentes do posicionamento do implante entre os dados de planificados pré-operatório e os resultados pós-operatórios usando cirurgia estática guiada para a colocação de implantes, não são clinicamente significativos.

Todos os profissionais que realizaram a colocação de implantes analisados nestes estudos, possuíam alguma experiência clínica, mas nenhum deles tinha experiência com cirurgia guiada o que está descrito na literatura(78, 79) que poderá levar a alteração de alguns valores, o que vai de encontro com o descrito na literatura. Cassetta *et al*, demonstrarem que quando a cirurgia guiada de colocação do implante é feita por especialistas em implantologia, os

níveis de precisão são mais altos. No entanto, os erros de posicionamento foram significativamente maiores no grupo inexperiente(78). O valor do desvio angular poderá não ser influenciado pela experiência do operador.(78, 80)

Embora tenha havido algumas diferenças estatisticamente significativas observadas no conjunto de dados, comparando os dados obtidos na nossa investigação com os Consensus ITI(63, 81) respetivamente o desvio 3D médio (ombro) foi de 1,13mm vs 1,20 mm, com, na posição apical foi de 1,80mm vs 1,5 mm e para desvio angular foi de 5,30° vs 3,5°, na discrepância vertical, ou seja, o desvio apicocoronal (ombro e ápice) foi de 0,01mm vs -0,08mm e 0,07mm vs 1,13 mm, o que indica que os desvios obtidos pelo nosso estudo estão dentro dos limites aceites pela literatura.

4.1. SUGESTÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Numa próxima investigação, seria importante, analisar os mesmos parâmetros não só em pacientes com edentulismo parcial, mas também com edentulismo total, e também ter em conta o *design* macroscópico do implante na influência no posicionamento final do implante. A comparação com grupos de controlo, onde seja possível comparar diferentes protocolos de colocação de implantes, bem como incluir a densidade óssea da zona do leito implantar como uma das variáveis a analisar. Nesta investigação também não foi tido em consideração a experiência do clínico, pelo que também se sugere a inclusão desta variável em trabalhos futuros.

5. CONCLUSÃO

No estudo atual verificou-se que os diversos fatores e variáveis que influenciam os desvios estão de acordo ao descrito previamente na literatura, mesmo que alguns parâmetros não apresentem valores estatisticamente significativos.

Foi possível inferir alguns resultados estatisticamente significativos, nomeadamente: entre o “suporte da guia cirúrgica” e o desvio “vestibulolingual (ápice)”, entre o “gênero” do paciente que recebe o implante e o desvio “vestibulolingual (ápice)”, entre a ‘localização’ na maxila ou na mandíbula e o desvio “mesiodistal (ápice)”, entre a ‘localização (quadrante)’ e os desvios “mesiodistal (ombro e ápice)” e “3D (ápice)”, entre a “classificação Kennedy/Applegate (classe)” e o desvio “angular”; o que sugere que os desvios estão mais propensos a ocorrer nas regiões mais apicais do implante, e em sentido vestibulolingual e mesiodistal.

A nossa investigação não encontrou significância estatística entre os desvios da posição final do implante e a tipologia de colocação do implante, nem pelo tipo de implante em questão.

O posicionamento final dos implantes apresenta desvio comparativamente com a sua planificação, sendo o valor mediano do desvio 3D (ombro e ápice) de 1,04mm e de 1,70mm respetivamente, bem como desvio angular mediano de 4,40°, apesar desses desvios na grande maioria não serem clínicos nem estatisticamente significativos.

A imprecisão dos sistemas de cirurgia guiada parece ser multifatorial, e o conhecimento sobre esses fatores é importante para alcançar resultados ainda mais precisos. No entanto, são necessários estudos adicionais para demonstrar a precisão e previsibilidade destes protocolos de colocação de implantes.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Bauer JC, Brown WT. The digital transformation of oral health care. Teledentistry and electronic commerce. *J Am Dent Assoc.* 2001;132(2):204-9.
2. Eaton KA, Reynolds PA, Grayden SK, Wilson NH. A vision of dental education in the third millennium. *Br Dent J.* 2008;205(5):261-71.
3. Parashos P, Messer HH. The diffusion of innovation in dentistry: a review using rotary nickel-titanium technology as an example. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;101(3):395-401.
4. Stanton J. Innovations in health and medicine. Diffusion and resistance in the twentieth century. 2002.
5. Webster A. Innovative Health Technologies and the Social: Redefining Health, Medicine and the Body. *Current Sociology.* 2002;50(3):443-57.
6. Rekow ED. Digital dentistry: The new state of the art — Is it disruptive or destructive? *Dental Materials.* 2020;36(1):9-24.
7. Weber H-P, Cano J, Bonino F. Digital Implant Surgery. *Clinical Applications of Digital Dental Technology*2015. p. 139-66.
8. Blatz MB, Conejo J. The Current State of Chairside Digital Dentistry and Materials. *Dent Clin North Am.* 2019;63(2):175-97.
9. Ito T, editor *A Concurrent Engineering Approach Towards Digital Dentistry Support*2013; London: Springer London.
10. Duret F, Blouin JL, Duret B. CAD-CAM in dentistry. *J Am Dent Assoc.* 1988;117(6):715-20.
11. Larsson A, Sabolová D. Digital dentistry: A solution to the dentistry crisis? *Digital Transformation and Public Services*2020. p. 117–26.
12. Mangano F, Shibli JA, Fortin T. Digital Dentistry: New Materials and Techniques. *International Journal of Dentistry.* 2016;2016:5261247.
13. Jacobs R, Quirynen M. Dental cone beam computed tomography: justification for use in planning oral implant placement. *Periodontology* 2000. 2014;66(1):203-13.
14. Hatcher DC, Dial C, Mayorga C. Cone beam CT for pre-surgical assessment of implant sites. *CDA.* 2003;31(11):825-34.
15. Alamri HM, Sadrameli M, Alshalhoob MA, Alshehri M. Applications of CBCT in dental practice: a review of the literature. *General dentistry.* 2012;60(5):390-400; quiz 1.
16. Garg AK, Vicari A. Radiographic modalities for diagnosis and treatment planning in implant dentistry. *The Implant Society:[periodical].* 1995;5(5):7-11.
17. Monsour PA, Dudhia R. Implant radiography and radiology. *Australian dental journal.* 2008;53:S11-S25.
18. Greenstein G, Carpentieri JR, Cavallaro J. Dental cone-beam scans: important anatomic views for the contemporary implant surgeon. *Compend Contin Educ Dent.* 2015;36(10):735-41.

19. Kopp S, Ottl P. Dimensional stability in composite cone beam computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2010;39(8):512-6.
20. Venkatesh E, Elluru SV. Cone beam computed tomography: basics and applications in dentistry. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*. 2017;51(3 Suppl 1):S102.
21. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Tinazzi Martini P, Bergamo Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *European Radiology*. 1998;8(9):1558-64.
22. American Dental Association Council on Scientific A. The use of cone-beam computed tomography in dentistry: an advisory statement from the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *The Journal of the American Dental Association*. 2012;143(8):899-902.
23. Hatcher DC. Operational principles for cone-beam computed tomography. *The Journal of the American Dental Association*. 2010;141:3S-6S.
24. Widmann G, Fischer B, Michael Berggren JP, Dennhardt A, Schullian P, Reto B, et al. Cone beam computed tomography vs multislice computed tomography in computer-aided design/computer-assisted manufacture guided implant surgery based on three-dimensional optical scanning and stereolithographic guides: does image modality matter? *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2016;31(3).
25. Stimmelmayer M, Denk K, Erdelt K, Krennmair G, Mansour S, Beuer F, et al. Accuracy and reproducibility of four cone beam computed tomography devices using 3D implant-planning software. *Int J Comput Dent*. 2017;20(1):21-34.
26. Koenig LJ. Imaging of the jaws. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*. 2015;36(5):407-14.
27. Pieper R. Digital Impressions—Easier than Ever Digitale Abdrucknahme noch einfacher. *International journal of computerized dentistry*. 2009;12:47-52.
28. Patzelt SBM, Lamprinos C, Stampf S, Att W. The time efficiency of intraoral scanners: an in vitro comparative study. *The Journal of the American Dental Association*. 2014;145(6):542-51.
29. Taneva E, Kusnoto B, Evans CA. 3D scanning, imaging, and printing in orthodontics. *Issues in contemporary orthodontics*. 2015;148.
30. Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, et al. Intraoral scanner technologies: a review to make a successful impression. *Journal of Healthcare Engineering*. 2017;2017.
31. Ting-shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *Journal of Prosthodontics*. 2015;24(4):313-21.
32. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *Journal of Dentistry*. 2010;38(7):553-9.
33. Gallardo YR, Bohner L, Tortamano P, Pigozzo MN, Laganá DC, Sesma N. Patient outcomes and procedure working time for digital versus conventional

impressions: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2018;119(2):214-9.

34. Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, Bilir H. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health*. 2014;14(1):10.

35. Derks J, Håkansson J, Wennström JL, Klinge B, Berglundh T. Patient-reported outcomes of dental implant therapy in a large randomly selected sample. *Clinical Oral Implants Research*. 2015;26(5):586-91.

36. Scherer MD. Presurgical implant-site assessment and restoratively driven digital planning. *Dent Clin North Am*. 2014;58(3):561-95.

37. Dreiseidler T, Tandon D, Kreppel M, Neugebauer J, Mischkowski RA, Zinser MJ, et al. CBCT device dependency on the transfer accuracy from computer-aided implantology procedures. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23(9):1089-97.

38. Naziri E, Schramm A, Wilde F. Accuracy of computer-assisted implant placement with insertion templates. *GMS Interdiscip Plast Reconstr Surg DGPW*. 2016;5:Doc15.

39. Mora MA, Chenin DL, Arce RM. Software tools and surgical guides in dental-implant-guided surgery. *Dent Clin North Am*. 2014;58(3):597-626.

40. Flügge T, Derksen W, Te Poel J, Hassan B, Nelson K, Wismeijer D. Registration of cone beam computed tomography data and intraoral surface scans - A prerequisite for guided implant surgery with CAD/CAM drilling guides. *Clin Oral Implants Res*. 2017;28(9):1113-8.

41. Smitkarn P, Subbalekha K, Mattheos N, Pimkhaokham A. The accuracy of single-tooth implants placed using fully digital-guided surgery and freehand implant surgery. *Journal of Clinical Periodontology*. 2019;46(9):949-57.

42. The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017;117(5):e1-e105.

43. Park C, Raigrodski AJ, Rosen J, Spiekerman C, London RM. Accuracy of implant placement using precision surgical guides with varying occlusogingival heights: an in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2009;101(6):372-81.

44. Garcia-Hammaker S, George FM. Use of a surgical template for minimally invasive second-stage surgery: A dental technique. *J Prosthet Dent*. 2019;121(1):37-40.

45. Kim JY. The implant positioning guide and the stent: part I. *Dent Implantol Update*. 2009;20(8):57-64.

46. Moslehifard E. Computer aided techniques developed for diagnosis and treatment planning in implantology. *Implant Dentistry-The Most Promising Discipline of Dentistry*. 2011:409-36.

47. Nokar S, Moslehifard E, Bahman T, Bayanzadeh M, Nasirpouri F, Nokar A. Accuracy of implant placement using a CAD/CAM surgical guide: an in vitro study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011;26(3):520-6.

48. Fortin T, Champleboux G, Lormée J, Coudert JL. Precise dental implant placement in bone using surgical guides in conjunction with medical imaging techniques. *J Oral Implantol*. 2000;26(4):300-3.
49. Harris D, Buser D, Dula K, Grondahl K, Haris D, Jacobs R, et al. E.A.O. guidelines fo the use of diagnostic imaging in implant dentistry. A consensus workshop organized by the European Association for Osseointegration in Trinity College Dublin. *Clin Oral Implants Res*. 2002;13(5):566-70.
50. Akça K, İplikçioğlu H, Cehreli MC. A surgical guide for accurate mesiodistal paralleling of implants in the posterior edentulous mandible. *J Prosthet Dent*. 2002;87(2):233-5.
51. Martins RJ, Lederman HM. Virtual planning and construction of prototyped surgical guide in implant surgery with maxillary sinus bone graft. *Acta Cir Bras*. 2013;28(9):683-90.
52. Garber DA, Belser UC. Restoration-driven implant placement with restoration-generated site development. *Compend Contin Educ Dent*. 1995;16(8):796, 8-802, 4.
53. Califano JV, Rosenfeld A, Mandelaris G. A Logical and Progressive Approach to Computed Tomography–Guided Implantology. *Clinical Advances in Periodontics*. 2012;2(4):263-73.
54. Zitzmann NU, Marinello CP. Treatment plan for restoring the edentulous maxilla with implant-supported restorations: removable overdenture versus fixed partial denture design. *J Prosthet Dent*. 1999;82(2):188-96.
55. Ramasamy M, Giri, Raja R, Subramonian, Karthik, Narendrakumar R. Implant surgical guides: From the past to the present. *J Pharm Bioallied Sci*. 2013;5(Suppl 1):S98-s102.
56. Lal K, White GS, Morea DN, Wright RF. Use of stereolithographic templates for surgical and prosthodontic implant planning and placement. Part II. A clinical report. *J Prosthodont*. 2006;15(2):117-22.
57. Jabero M, Sarment DP. Advanced surgical guidance technology: a review. *Implant Dent*. 2006;15(2):135-42.
58. Straumann® TLX Implant System - Basic Information [Internet]. 2022 [cited 2022/03/15]. Available from: <https://www.straumann.com/en/dental-professionals/products-and-solutions/dental-implants/tlx.html>.
59. Straumann® BLX Implant System - Basic Information [Internet]. 2022.
60. Wennerberg A, Jimbo R, Stübinger S, Obrecht M, Dard M, Berner S. Nanostructures and hydrophilicity influence osseointegration: a biomechanical study in the rabbit tibia. *Clinical Oral Implants Research*. 2014;25(9):1041-50.
61. Herschdorfer L, Negreiros WM, Gallucci GO, Hamilton A. Comparison of the accuracy of implants placed with CAD-CAM surgical templates manufactured with various 3D printers: An in vitro study. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2021;125(6):905-10.
62. von See C, Wagner MEH, Schumann P, Lindhorst D, Gellrich N-C, Stoetzer M. Non-radiological method for three-dimensional implant position

evaluation using an intraoral scan method. *Clinical Oral Implants Research*. 2014;25(9):1091-3.

63. Wismeijer D, Joda T, Flügge T, Fokas G, Tahmaseb A, Bechelli D, et al. Group 5 ITI Consensus Report: Digital technologies. *Clinical Oral Implants Research*. 2018;29(S16):436-42.

64. Tahmaseb A, Wismeijer D, Coucke W, Derksen W. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29 Suppl:25-42.

65. Van Assche N, Vercruyssen M, Coucke W, Teughels W, Jacobs R, Quirynen M. Accuracy of computer-aided implant placement. *Clinical Oral Implants Research*. 2012;23(s6):112-23.

66. Zhou W, Liu Z, Song L, Kuo C-I, Shafer DM. Clinical Factors Affecting the Accuracy of Guided Implant Surgery—A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Evidence Based Dental Practice*. 2018;18(1):28-40.

67. Cassetta M, Stefanelli LV, Giansanti M, Calasso S. Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical template. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012;27(3):655-63.

68. Putra RH, Yoda N, Astuti ER, Sasaki K. The accuracy of implant placement with computer-guided surgery in partially edentulous patients and possible influencing factors: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Prosthodontic Research*. 2022;66(1):29-39.

69. Varga Jr. E, Antal M, Major L, Kiscsatári R, Braunitzer G, Piffkó J. Guidance means accuracy: A randomized clinical trial on freehand versus guided dental implantation. *Clinical Oral Implants Research*. 2020;31(5):417-30.

70. Behneke A, Burwinkel M, Behneke N. Factors influencing transfer accuracy of cone beam CT-derived template-based implant placement. *Clinical Oral Implants Research*. 2012;23(4):416-23.

71. Bencharit S, Staffen A, Yeung M, Whitley D, 3rd, Laskin DM, Deeb GR. In Vivo Tooth-Supported Implant Surgical Guides Fabricated With Desktop Stereolithographic Printers: Fully Guided Surgery Is More Accurate Than Partially Guided Surgery. *J Oral Maxillofac Surg*. 2018;76(7):1431-9.

72. Ozan O, Orhan K, Turkyilmaz I. Correlation Between Bone Density and Angular Deviation of Implants Placed Using CT-Generated Surgical Guides. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2011;22(5):1755-61.

73. Devi S, Duraisamy R. Evaluation of Bone Density, Implant Site, and Crestal Position of Implants and Their Influence on Implant Primary Stability—A Retrospective Study. 2021;31(3):77-82.

74. Jensen O. Site classification for the osseointegrated implant. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1989;61(2):228-34.

75. Arisan V, Karabuda ZC, Özdemir T. Accuracy of Two Stereolithographic Guide Systems for Computer-Aided Implant Placement: A Computed Tomography-Based Clinical Comparative Study. *Journal of Periodontology*. 2010;81(1):43-51.

76. Ozan O, Turkyilmaz I, Ersoy AE, McGlumphy EA, Rosenstiel SF. Clinical Accuracy of 3 Different Types of Computed Tomography-Derived Stereolithographic Surgical Guides in Implant Placement. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2009;67(2):394-401.
77. Derksen W, Wismeijer D, Flügge T, Hassan B, Tahmaseb A. The accuracy of computer-guided implant surgery with tooth-supported, digitally designed drill guides based on CBCT and intraoral scanning. A prospective cohort study. *Clinical Oral Implants Research*. 2019;30(10):1005-15.
78. Cassetta M, Bellardini M. How much does experience in guided implant surgery play a role in accuracy? A randomized controlled pilot study. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2017;46(7):922-30.
79. Cushen SE, Turkyilmaz I. Impact of operator experience on the accuracy of implant placement with stereolithographic surgical templates: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2013;109(4):248-54.
80. Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JYK, Schutyser F, Boumans T. Accuracy of computer-guided surgery: A comparison of operator experience. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2015;114(3):407-13.
81. Tahmaseb A, Wu V, Wismeijer D, Coucke W, Evans C. The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*. 2018;29(S16):416-35.

7. ANEXOS

Anexo I - Parecer Favorável CES-UCP



Parecer sobre o projeto nº 201
Comissão de Ética para a Saúde da Universidade Católica Portuguesa
Mandato 2019/2023

Projeto de Investigação Na reunião do dia 24 de março de 2022 a CES-UCP esteve reunida e apreciou do ponto de vista ético os elementos submetidos pelo investigador principal. Após apreciação redige o parecer que agora se apresenta.
Título: APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NA REABILITAÇÃO ORAL. Mestrado Integrado em Medicina Dentária. Estudo clínico sem intervenção. Data prevista de início: 02/05/2022 Data prevista de conclusão: 31/12/2031
Investigador Principal: André Ricardo Maia Correia, UCP Equipa de Investigação (CV's submetidos): Patricia Fonseca, Professora Auxiliar FMD-UCP; Nélcio Veiga, Professor Auxiliar da FMD-UCP; Tiago Marques: Assistente Convidado da FMD-UCP; Filipe Araújo: Assistente Convidado da FMD-UCP; Ana Margarida Silva: Assistente Convidada da FMD-UCP; Cristina Figueiredo: Assistente Convidada da FMD-UCP; Helena Salgado: Assistente Convidada da FMD-UCP; Luis Pereira Azevedo, Investigador do CIIS, Doutorando na Univ.; Complutense de Madrid, e Investigador da Universidade de Genebra.; Bruno Oliveira – Médico Dentista, Docente Convidado da pós-graduação de Reabilitação Oral Protética Digital da FMD-UCP; Sandro Lopes – aluno 5º ano FMD-UCP (2021/2022); Maria Garcia – aluno 5º ano FMD-UCP (2021/2022); Diana SottoMayor – aluno 5º ano FMD-UCP (2021/2022)
Resumo: A reabilitação oral compreende um conjunto de procedimentos com uma sequência temporal bem estabelecida que vai desde o diagnóstico, planeamento, restabelecimento de estruturas duras ou moles perdidas na cavidade oral e follow-up sistematizado de cada caso em particular. A necessidade crescente de um atendimento personalizado e individualizado fez crescer no mercado sistemas digitais (equipamentos e tecnologias) que se enquadram nas diferentes fases de uma reabilitação oral. A opção por um determinado tipo de reabilitação (próteses dentárias fixas ou removíveis; muco-suportadas, dento-suportadas, dento-muco-suportadas ou implanto-suportadas), depende de condicionantes anatómicas, fisiológicas e socioeconómicas do paciente, mas também da aptidão/competências dos profissionais envolvidos em todo o processo de reabilitação oral (particularmente, Médicos Dentistas, Assistentes Dentárias, Higienistas Oraís e Técnicos de Prótese Dentária), e do seu acesso aos diferentes equipamentos, tecnologias e biomateriais. Neste projeto pretende-se analisar parâmetros morfo-anatómicos através de técnicas de metrologia não invasivas em pacientes que foram submetidos a algum tipo de reabilitação oral para aferir, determinar ou comparar a relevância ou improvement da utilização de tecnologia digital atualmente utilizada em Medicina Dentária, do diagnóstico ao follow-up, dado que esta é economicamente dispendiosa e requer uma curva de aprendizagem demorada e exigente. De uma forma objetiva pretende-se responder à questão: será que a aplicação da tecnologia digital otimiza as reabilitações orais dos pacientes em comparação com os métodos analógicos convencionais? Objetivos: <ul style="list-style-type: none">• Analisar a qualidade da reabilitação oral final de acordo com a guia cirúrgica digital utilizada;• Analisar a qualidade da reabilitação oral final de acordo com o protocolo cirúrgico de fresagem de implantes dentários através de guias cirúrgicas computadorizadas;• Analisar a qualidade da reabilitação oral final de acordo com o protocolo cirúrgico de manipulação de tecidos moles em cirurgia periodontal / implantar;• Analisar a qualidade da reabilitação oral final de acordo com o processo de fabrico digital da reabilitação oral protética e materiais utilizados;• Analisar a posição real 3D do implante em relação ao planeado em software de planeamento;• Analisar a estabilidade peri-implantar obtida em função de diferentes protocolos cirúrgicos e (bio)materiais utilizados;• Analisar parâmetros de avaliação digital oclusal utilizados na reabilitação oral protética.

1



<p>Tipo de estudo: Estudo Clínico Sem Intervenção (em concordância com a lei n.º 21/2014 de 16 de abril). Estudo Observacional Longitudinal (retrospectivo).</p> <p>Locais onde decorre o estudo: Faculdade de Medicina Dentária da Universidade Católica Portuguesa.</p> <p>População: A amostra será obtida a partir da população de pacientes que frequenta habitualmente a Clínica Dentária Universitária da FMD-UCP, que tenham realizado reabilitação oral, e que tenham no seu registo clínico as informações necessárias (variáveis em análise – descritas no Anexo I).</p> <p>Não envolve menores, nem populações vulneráveis.</p> <p>Instrumento de colheita de dados: Os dados referentes às variáveis em análise (descritas no Anexo I) serão introduzidos numa base de dados de SPSS totalmente anonimizados.</p> <p>Procedimentos: O investigador principal solicitará ao RGPD da Faculdade de Medicina Dentária da UCP (Prof. Doutor Paulo Ribeiro) os dados referentes às variáveis em análise (Anexo I), devidamente anonimizados, antes de distribuir para análise pelos restantes elementos da equipa de investigação.</p> <p>Riscos ou incómodos: Tratando-se de um estudo retrospectivo com base em dados obtidos do RGPD já anonimizados, não representa qualquer risco ou incómodo para os pacientes.</p> <p>Potenciais benefícios: Tratando-se de um estudo retrospectivo com base em dados obtidos do RGPD já anonimizados, os benefícios são indiretos e para futuras intervenções clínicas em outros pacientes.</p> <p>Confidencialidade dos dados e RGPD: A confidencialidade e anonimato dos dados é garantida pelo RGPD (Prof. Doutor Paulo Ribeiro) que entrega ao investigador principal os dados referentes às variáveis em análise, garantindo a não identificação do paciente. Apenas o RGPD terá acesso a uma chave de anonimização. Os dados solicitados ao RGPD são registados e armazenados num computador da Faculdade de Medicina Dentária destinado para o efeito, com acesso protegido e apenas durante o estudo, pelo Investigador Responsável. Concluída a investigação, os dados armazenados serão eliminados.</p> <p>Autorização da Instituição/Instituições onde vai decorrer o estudo: apresentada.</p> <p>Valor científico e social: A investigação proposta apresenta valor científico e social. O desenho do estudo apresenta valor social, científico e clínico, com potencial para ganhos na área da saúde oral – reabilitação oral - e do atendimento personalizado. Do ponto de vista metodológico revela rigor e robustez na fundamentação.</p> <p>Integridade, transparência e idoneidade: As declarações de Conflito de interesses são apresentadas. Os CV's da equipa de investigação revelam a idoneidade para a prossecução da investigação em causa e adequação à natureza do estudo. As fontes bibliográficas estão devidamente apresentadas.</p>
<p style="text-align: center;">Estiveram presentes na reunião nº 38 da CES-UCP Presidente: Doutora Mara de Sousa Freitas Doutor Jerónimo Santos Trigo Doutor Pedro Garcia Marques Dr. Eugénio Fonseca Doutora Ana Mineiro Zaky Doutora Marta Brites Mestre Ivone Gaspar</p>
<p>Conclusão Ouvido o Relator, e o plenário da reunião de 24 de março de 2022, realizada por videoconferência, esta CES delibera, por unanimidade, emitir Parecer Favorável.</p> <p>Esta CES solicita ao Investigador Principal que, aquando da conclusão do estudo, lhe seja enviada uma síntese dos resultados obtidos e respetivas conclusões, via eletrónica, para o correio eletrónico da CES UCP.</p> <p style="text-align: center;">A Presidente,</p> <p style="text-align: center;"> Mara de Sousa Freitas 24/03/2022</p>