U.PORTO

FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Fluxo Digital Completo em reabilitações fixas sobre implantes *full-arch*- Limitações

Mariana Ferreira Marques

Dissertação realizada no âmbito do
Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Orientador: Prof. Dr. Paulo Júlio Andrade de Almeida
Coorientador: Prof. Dr. César Fernando Coelho Leal da Silva

Porto, 2022

U.PORTO

FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Fluxo Digital Completo em reabilitações fixas sobre implantes *full-arch*- Limitações

Complete digital flow in fixed rehabilitations on *full-arch* implants-Limitations

Área científica: Reabilitação Oral

Autora: Mariana Ferreira Marques

Aluna do 5º ano do Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Contacto: up201703587@fmd.up.pt

Orientador: Paulo Júlio Andrade de Almeida

Professor Associado Convidado da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Coorientador: César Fernando Coelho Leal da Silva

Professor Associado com Agregação da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Agradecimentos

Quero agradecer a todos os que fizeram parte desta caminhada de cinco anos, que por tantos momentos passei, mas sozinha nunca estive, graças a Deus e a estas pessoas.

Primeiramente, aos meus pais, Luís Marques e Adelaide Ferreira, que são a minha vida, a minha força, os que me dão coragem para ultrapassar todos os obstáculos pelos quais cruzei e futuramente irei atravessar. Porque a vida é mesmo assim, um caminho de altos e baixos. Amo-vos muito.

A toda a minha família, avós paternos e maternos, os meus padrinhos, a pequena Maria, a Marta, a Mia, o Ni, a Lara, a Gabi e os restantes, que sabem quem são, obrigada por tudo, por estarem sempre comigo e me transmitirem sempre a boa energia e vontade de lutar.

Quero também dedicar este trabalho à minha avó materna, que partiu este ano, em maio. Que estejas sempre comigo e sejas mais uma Luz a guiar-me.

A todos os amigos fantásticos que a FMDUP me deu a conhecer, foram maravilhosos e levo-vos para a vida. Diana, Sofia, Isabel, Karem e Júlio, um obrigada não é suficiente! Sem vocês a universidade não era sinónimo de alegria, loucura e amor. Aos restantes amigos que tanto amo, Dalila, Diogo, Marta, Isa e Vanessa, estou grata por vos ter sempre comigo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Júlio Andrade de Almeida, pela partilha de sabedoria e conhecimentos, orientação e disponibilidade, na presente revisão bibliográfica.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. César Fernando Coelho Leal da Silva, pela sua aceitação e presença em todo o projeto desenvolvido.

E com isto termino os meus agradecimentos, com tantos por fazer, ainda que umas palavras de gratidão não chegam para agradecer tudo o que fizeram por mim.

Resumo

Introdução: A presente revisão bibliográfica aborda a técnica de Fluxo Digital Completo para a confeção de reabilitações fixas sobre implantes *full-arch*. Este tipo de reabilitação é uma das várias soluções para o edentulismo completo, e confere ao doente funções básicas e melhoria da qualidade de vida.

É uma técnica de grande procura, e, acompanhando a evolução do conhecimento e da tecnologia, necessita que se aprimorem as ferramentas existentes e/ou se descubram novas, no sentido de evoluir para o sucesso de fabrico das mesmas.

Objetivos: Esta revisão tem como principal objetivo explorar as limitações e condicionantes do fluxo de trabalho digital para a confeção de reabilitações fixas sobre implantes *full-arch,* e perceber quais as tecnologias atuais mais precisas para a execução das mesmas.

Materiais e Métodos: Para esta revisão realizou-se uma pesquisa eletrónica nas bases de dados *Medline (PubMed)* e *ResearchGate*. Foram selecionados os artigos publicados entre 2017 e 2022, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. No total, foram analisados 32 (trinta e dois) artigos publicados.

Desenvolvimento: O fluxo de trabalho digital é dividido em várias etapas, sendo uma delas a digitalização. Esta etapa é considerada uma das mais importantes para o sucesso da reabilitação. Na digitalização, são vários fatores condicionam o desempenho do *scanner*. Tratando-se de uma arcada edêntula, as condições de varredura não são as mais propícias para a correta execução desta fase. Por outro lado, a experiência do operador é o aspeto mais referenciado como um dos mais importantes fatores para o sucesso do trabalho digital. Nesta conformidade, para o sucesso deste processo, é indispensável um técnico de prótese com uma longa curva de aprendizagem.

Conclusão: Não obstante o avanço tecnológico, o Fluxo Digital Completo apresenta, ainda, vários fatores limitantes, nomeadamente para reabilitações fixas sobre implantes *full-arch.* Acresce ainda que, atualmente, todavia não há

evidências sobre a superioridade desta técnica, relativamente à abordagem clássica.

Palavras-chave: Fluxo Digital Completo, reabilitações fixas, reabilitações implanto-suportadas, reabilitações *full-arch*, fluxo tradicional completo.

Abstract

Introduction: The present literature review addresses the full digital flow work for the fabrication of fixed rehabilitations on full-arch implants. This type of rehabilitation is one of several solutions for complete edentulism, giving the patient basic functions and improved quality of life. As they are in great demand, it is necessary to improve the existing techniques and/or discover new ones, in order to evolve towards their successful manufacture.

Objectives: This review aims to explore the limitations and constraints of the digital workflow for the fabrication of fixed rehabilitations on full-arch implants and to understand which current technologies are the most accurate for their execution.

Materials and Methods: For this review an electronic search was performed in Medline (PubMed) and ResearchGate databases. Articles published between 2017 and 2022 were selected, subject to the inclusion and exclusion criteria, which made a total of 32 articles.

Development: The digital workflow is divided into several stages, and the digitalization stage is considered one of the most important for the success of rehabilitation. At this stage, several factors affect the performance of the scanner, and in the case of edentulous arches, the scanning conditions are not the most favorable for the correct execution of this phase. Furthermore, the operator's experience was the most referred aspect to as one of the most important for the success of digital work. Thus, a dental technician with a long learning curve is required to perform this technique.

Conclusion: Despite advances in technology, the full digital flow still has several limiting factors, particularly for fixed rehabilitation on full-arch implants.

In addition, there is currently no evidence of the superiority of this technique over the classical approach.

Keywords: *complete digital workflow, fixed prosthodontics, implant-supported rehabilitations, full-arch rehabilitation, traditional workflow*

Lista de Abreviaturas

CAD	*Computer Aided Design*
CAM	*Computer Aided Manufacturing*
CEREC	*Chairside Economical Restoration Of Esthetic Ceramics*
EOS	*Extraoral scanners*
IOS	*Intraoral scanners*
OBJ	*Object File Wavefront 3D*
PLY	*Polygon File*
SBs	*ScanBodies*
STL	*Standard Triangle Language*

Índice

Agradecimentos iii
Resumo v
Abstract vii
Lista de Abreviaturas ix
Índice de Figuras xiii
Índice de Tabelas xv
I. Introdução 1
II. Materiais e Métodos 7
III. Desenvolvimento 11
3.1 Edentulismo Completo e as suas possíveis soluções 12
3.2 Reabilitação fixa sobre implantes *full-arch* 13
3.2.1 Método convencional / tradicional 15
3.2.2. Método digital / Fluxo Digital Completo 18
3.3 *Scanners* 21
3.3.1 Tipos de *scanners* e suas classificações 22
3.3.2. Formação da imagem digital 25
3.3.3. Critérios de seleção de *scanners* 26
3.4 Limitações e condicionantes do fluxo de trabalho digital 29
3.4.1 Limitações exclusivas à fase de digitalização 30
3.4.2 Fatores condicionantes e limitantes, indiretamente relacionados com a fase de digitalização 36
IV. Conclusão 41
V. Referências Bibliográficas 45

Índice de Figuras

Figura 1: Fluxograma Da Pesquisa Realizada 8

Figura 2: Cronograma das etapas do fluxo digital 18

Figura 3: IOS TRIOS 4® (3Shape)..... 22

Figura 4: EOS Medit T710® 23

Figura 5: EOS Medit T710® para confeção de *full-arch*..... 23

Figura 6: IOS de camara de video Medit i700® 24

Índice de Tabelas

Tabela I: Critérios de Inclusão e Exclusão da pesquisa 7

INTRODUÇÃO

I. Introdução

Atualmente, a tecnologia faz cada vez mais parte do quotidiano de cada ser humano, e é particularmente importante nas áreas da saúde e da investigação. A introdução da tecnologia no mundo da Medicina Dentária ocorre na década de 70, com o uso das soluções *Computer Aided Design* / *Computer Aided Manufacturing* (CAD/CAM).[1] Apesar desta nova aquisição, o *digital* ainda era muito embrionário. Só com o passar do tempo e o desenvolvimento de conhecimento teórico e, consequentemente, a sua conversão para conhecimento aplicado, se vai incorporando, progressivamente, esta nova era na vida das pessoas, e, particularmente, na área da Medicina Dentária.[1]

À semelhança de muitas outras especialidades da área da saúde, a Medicina Dentária tem conseguido importar e ajustar estes avanços tecnológicos, tanto a nível da aplicação de novas técnicas inovadoras, como de materiais. Esta incorporação de conhecimento e tecnologia de outras áreas conferem à profissão maior praticidade, facilidade, rigor e precisão.[1,2]

Os avanços tecnológicos têm-se observado nas várias especialidades integrantes da Medicina Dentária.[3] Na Reabilitação Oral pode-se observar esta evolução no Fluxo Digital Completo, para a realização de vários tipos de reabilitações, nomeadamente próteses fixas sobre implantes *full-arch.*[4]

As próteses fixas sobre implantes *full-arch* são reabilitações protéticas de elevada importância e procura pelos pacientes. Esta solução permite uma reabilitação total do maxilar, melhorando, assim, as funções básicas e essenciais como a fonética e a mastigação, bem como uma boa estética.[5]

A confeção destas próteses pode ser realizada de três formas: convencional, digital e mista, em consequência da utilização de técnicas convencionais aliadas ao mundo digital.[6] Tradicionalmente, a abordagem do tratamento padrão consiste em técnicas de moldagem convencionais que produzem modelos de gesso necessários para a confeção de reconstruções totais em acrílico ou em cerâmica.[5] Em sentido oposto, o Fluxo Digital Completo é caracterizado pela aquisição de informação, com a criação de um modelo

virtual que, posteriormente, será desenhado com vista à produção da prótese. É, por isso, um método de trabalho com reduzido uso de mão de obra.[1]

Através do Fluxo Digital Completo, com recurso a aplicações e equipamentos CAD/CAM, é possível criar uma prótese fixa sobre implantes *full-arch* de forma mais rápida, comparativamente com o método de trabalho convencional.[1,6]

Sucintamente, é possível dividir o Fluxo Digital Completo em três etapas:[7]

I. Digitalização: fase de obtenção de uma imagem virtual;

II. CAD: fase de desenho, tendo em conta o plano de tratamento;

III. CAM: produção da prótese, através de fresagem ou impressão 3D.

Como em qualquer técnica, existem vantagens e desvantagens na sua utilização. O Fluxo Digital Completo, é atualmente reconhecido pelas vantagens que proporciona.[1,8]

Na Medicina Dentária, a introdução do mundo digital veio reduzir muitos procedimentos que utilizam substâncias químicas, como o material de moldagem. Donde, minimizam-se os problemas associados à impressão convencional, tais como o aparecimento de bolhas de ar, as deficiências na espatulação, e tudo o que envolva este tipo de trabalho.[8]

Uma outra vantagem é a oportunidade de visualização dos arquivos em 3D e possibilidade de modificar os mesmos, de forma a seguir o plano de tratamento mais adequado.[1]

A informação da cavidade oral adquirida através do Fluxo Digital Completo fica armazenada num ficheiro informático específico, o que permite repetir a confeção da prótese em qualquer altura, caso seja necessário.[1]

Na lista das vantagens, acresce ainda que estas técnicas mais digitais provocam menor desconforto no doente, implicam menor carga de trabalho ao operador e diminuem o risco de infeção. Donde se contabiliza um enorme

benefício, principalmente desde 2019, com o aparecimento da pandemia COVID-19. Adicionalmente, também evita o desperdício de materiais.[9]

Não obstante os benefícios, quantificam-se, ainda, algumas desvantagens.

De forma a evoluir no conhecimento e se conseguir ultrapassar as referidas desvantagens e limitações, é, pois, imprescindível inferir e caracterizar quais as principais desvantagens e condicionantes deste método de trabalho.

Esta revisão bibliográfica tem como principal objetivo explorar as limitações do Fluxo Digital Completo, nomeadamente na preparação de próteses fixas sobre implantes *full-arch,* e perceber quais as tecnologias mais precisas para a execução das mesmas.

MATERIAIS E MÉTODOS

II. Materiais e Métodos

Na elaboração desta revisão bibliográfica, fez-se uma pesquisa entre dezembro de 2021 e março de 2022, na literatura presente nas bases de dados *Medline (PubMed)* e *ResearchGate*.

A pesquisa foi delimitada temporalmente aos últimos 5 (cinco) anos e foram utilizadas as seguintes palavras-chave: *complete digital workflow, fixed prosthodontics, implant-supported rehabilitations, full-arch rehabilitation, traditional workflow.*

Estas foram agrupadas nas bases de dados com recurso ao operador booleano *AND*. De seguida, foi obtido um total de 1258 artigos, sujeitos posteriormente aos critérios de inclusão e exclusão, apresentados na Tabela 1.

Tabela I: Critérios de inclusão e exclusão da pesquisa

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO
Artigos que incluíssem todo o tipo de estudos (revisões bibliográficas, meta-análises, relatos de casos clínicos e ensaios clínicos).	Artigos cujo título não era considerado relevante para o tema.
Artigos publicados nos respetivos idiomas: português, Inglês e Espanhol	Artigos com data de publicação superior aos últimos 5 anos.
Artigos publicados entre 2017 e 2022.	Artigos duplicados.
Artigos disponíveis para acesso.	Artigos com acesso restrito.
Artigos com texto integral disponível.	
Artigos com título e resumo considerado relevante para o tema.	

Tendo em conta estes critérios, no final foram selecionados um total de 32 artigos, que foram descarregados e organizados através do *software Endnote*, versão *X20*.

Após esta seleção, os artigos foram estudados com detalhe, realizando-se uma análise crítica dos mesmos de acordo com a temática que abordavam, e relacionando-os com os objetivos vigentes para esta revisão.

No fluxograma representado na Figura 1 abaixo encontra-se esquematizada a pesquisa realizada, e os resultados que foram obtidos após exclusão de artigos em cada uma das etapas.

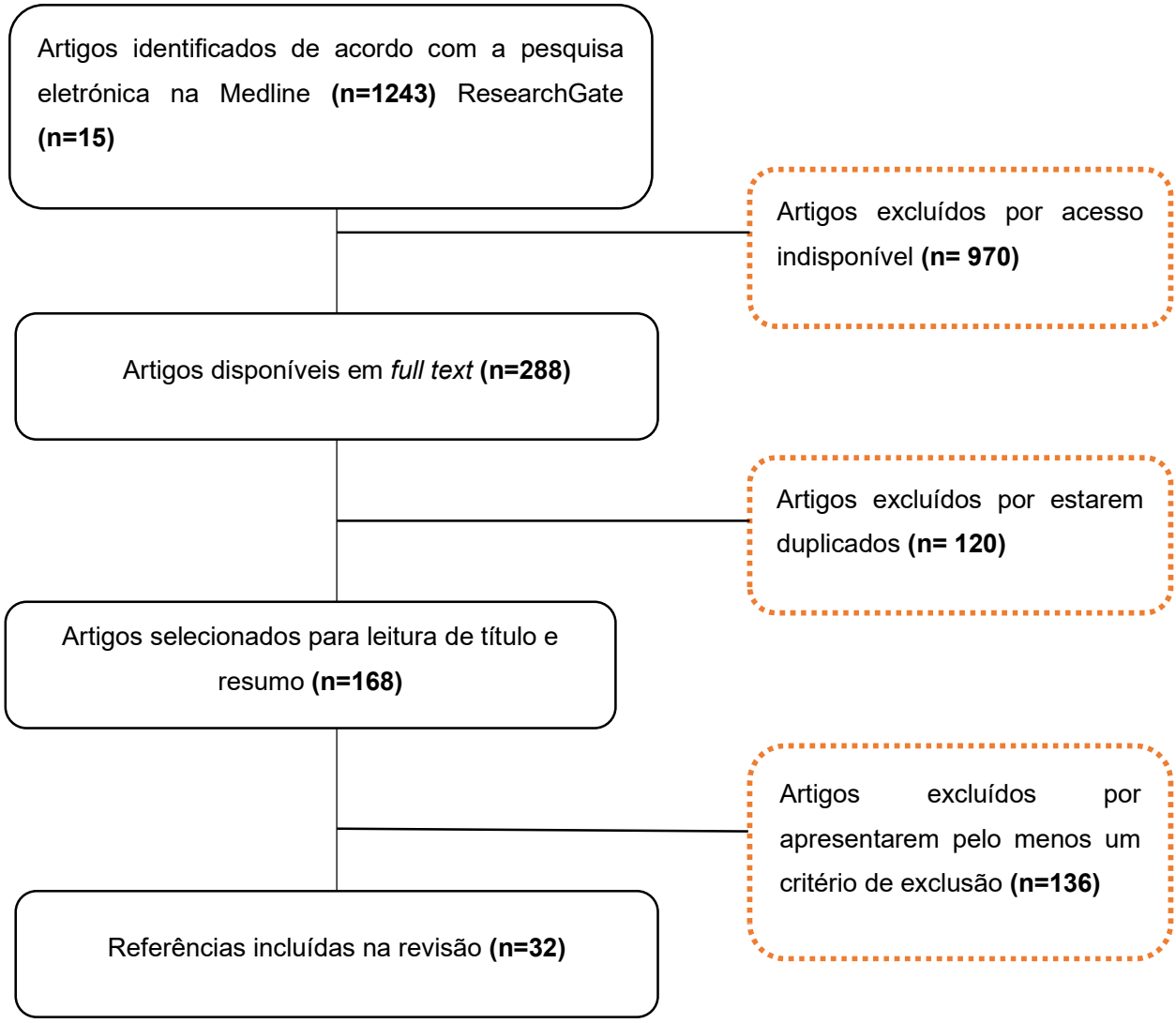

Figura 1: Fluxograma da pesquisa realizada

DESENVOLVIMENTO

III. Desenvolvimento

O estudo e a análise crítica de cada artigo selecionado, possibilitou o enquadramento do Fluxo Digital Completo, segundo uma perspetiva histórica.

Cronologicamente, a primeira tentativa de aplicação desta técnica na área da Medicina Dentária foi no ano de 1970, por François Duret.[1,5]

Duret pretendia conseguir alcançar a fabricação mais facilitada e com menos custos de restaurações dentárias.[1,5] A partir desse ano, verificou-se um aumento na utilização e aplicação desta técnica, em várias áreas, a fim de aprimorar e melhorar a sua execução.[1]

Apesar deste avanço, interessa ter presente que a abordagem convencional analógica ainda existe.[1,5]

A opção por uma das técnicas, digital ou convencional, é uma escolha ainda muito difícil, pois, não há uma que seja considerada como "método de eleição" para todo o tipo de reabilitações protéticas.[1,5]

Cabe ao profissional responsável decidir qual a técnica que lhe trará mais exatidão, ou seja, aquela que possivelmente irá conferir à reabilitação maior veracidade e precisão.[7,10]

A revisão apresentada debruça-se sobre reabilitações fixas sobre implantes *full-arch* para o tratamento de arcadas edêntulas. Aborda os dois métodos para a confeção deste tipo de reabilitações, e apresenta as vantagens e desvantagens de cada um. Será dado especial destaque ao Fluxo Digital Completo e às limitações associadas ao mesmo, tendo por base a literatura atual.

No percurso da elaboração deste desenvolvimento começa-se por referir o que é o edentulismo completo e identificar as suas possíveis soluções, evoluindo-se para a apresentação da reabilitação fixa sobre implantes full-arch. Seguidamente apresentam-se os *scanners* tipicamente usados e conclui-se com as limitações e condicionantes do fluxo de trabalho digital.

3.1 Edentulismo Completo e as suas possíveis soluções

O edentulismo caracteriza-se pela perda total ou parcial de dentes na arcada. Esta ausência pode ser congénita ou adquirida. O edentulismo adquirido está associado a várias etiologias, como por exemplo: doenças periodontais, cáries não tratadas, traumas, bruxismo ou má oclusão.[11]

É possível fazer uma associação entre o edentulismo completo e a idade avançada. Com efeito, existem vários estudos que demonstram existir um nexo de causalidade entre o envelhecimento e a perda de dentes na arcada.[5,11]

Esta relação de causalidade pode ser explicada, na medida em que estes pacientes já apresentam condições na cavidade oral que propiciam o edentulismo, nomeadamente a perda óssea.

Existe também conhecimento publicado que as doenças características do envelhecimento, como o *Alzheimer*, aumentam a probabilidade de perda de dentes.[5,11,12]

Relativamente à taxa de prevalência do edentulismo a nível mundial, os estudos indicam que esta atinge os 70% em indivíduos com idade superior a 60 anos.[5, 6]

Há quem defenda que os países desenvolvidos apresentam uma diminuição da prevalência do edentulismo completo na população, por conta da maior dedicação e atribuição da devida importância na prevenção e cuidados para a saúde oral.[12]

Apesar desta atenção para a saúde oral, é também nestes países que a esperança média de vida é maior, o que por sua vez, promove uma elevada necessidade para o tratamento do edentulismo completo.[12]

Como o edentulismo constitui um problema associado ao desenvolvimento das sociedades, a sua resolução tem vindo a avançar em paralelo com o avanço do conhecimento e com as inovações tecnológicas.[12]

Para tratar este problema, existem várias opções, como: próteses totais removíveis, *overdenture* implanto-suportada e reabilitação fixa sobre implantes *full-arch.*[13]

Apesar do custo ser bastante superior, os pacientes apresentam maior preferência pelas reabilitações fixas, uma vez que as próteses totais removíveis provocam sensação de insegurança nos mesmos, maior período de adaptação e também menor retenção na cavidade oral.[13]

Cumulativamente, as próteses fixas são as que mais se assemelham à dentição natural, podendo assentar sobre os dentes ou sobre implantes.[5,13]

Assim, a implantologia é, pois, uma opção de eleição e altamente requisitada para facilitar a vida destes pacientes. Além de proporcionar as funções básicas como a mastigação e fonética, também melhora a estética e, consequentemente, o bem-estar psicológico.[12]

Nesta revisão bibliográfica será dado destaque às próteses fixas sobre implantes *full-arch*, para uma ou duas arcadas totalmente edêntulas.

3.2 Reabilitação fixa sobre implantes *full-arch*

Uma reabilitação fixa sobre implantes *full-arch* consiste numa prótese que se apoia em quatro ou mais implantes, podendo ser removida, exclusivamente, pelo Médico Dentista.[5]

Pode ser dividida em três componentes:[14]

1) A prótese, sendo a parte visível, constituída pelos dentes e gengiva. Além de ter como objetivo assemelhar-se à dentição natural, também deve executar as funções da mesma. Normalmente é constituída por cerâmica ou resina.[14]

2) O pilar, que está aparafusado ao implante. Realiza a conexão entre a prótese e o implante.[14]

3) O implante, que se irá fundir com o osso da cavidade oral, sendo

este processo designado de osteointegração. Geralmente é constituído por titânio.[14]

Os implantes funcionam como fixadores, tendo a função de impedir que a prótese se mova e, consequentemente, provoque dano nos tecidos moles.[14]

Para a confeção da reabilitação fixa sobre implantes *full-arch* podem ser utilizados 2 (dois) métodos criteriosos, e distintos nomeadamente:[7]

1. Método convencional / tradicional[5,7]
2. Método digital / Fluxo Digital Completo[4,7]

3.2.1 Método convencional / tradicional

A técnica mais antiga para a confeção de uma reabilitação fixa sobre implantes *full-arch* é o fluxo de trabalho tradicional, que se caracteriza por ser um trabalho maioritariamente manual.[6]

Esta técnica inicia-se com a impressão e moldagem da cavidade oral, que tem como principal objetivo a reprodução em negativo dos componentes que constituem essa mesma cavidade.[6]

O material usado na impressão deve cumprir certos requisitos como resistência, elasticidade, facilidade no manuseamento, estabilidade dimensional consoante as condições de temperatura e humidade, fidelidade, sabor e odor agradável. O alginato e o silicone são atualmente os mais utilizados.[4,5,15]

Posteriormente, seguem-se várias etapas que culminam na elaboração da reabilitação fixa.[5]

Na construção da reabilitação fixa é obrigatório a colaboração do técnico de prótese, com conhecimento e capacidades técnicas para a execução deste tipo de tarefas.[6]

Estudos demonstram que a etapa mais importante e que mais influencia o bom assentamento da prótese é a moldagem, podendo ser executada pela técnica de moldeira aberta ou moldeira fechada.[4,15]

Nesta etapa, se os materiais sofrerem alterações na sua dimensão, devido à ausência de estabilidade dimensional, dependendo de certas condições de temperatura e humidade, ou se o profissional responsável não realizar a técnica corretamente, erros futuros vão condicionar o resultado. Assim, a reabilitação fixa pode apresentar deficiências na passividade e no assentamento, o que, consequentemente, poderá resultar em desaparafusamentos, fraturas das restaurações e/ou dos pilares de aperto.[15]

Para garantir o sucesso da impressão, é, portanto, fundamental ter em conta quatro fatores: as características do material a utilizar, a técnica que será efetuada, a angulação/inclinação dos implantes e o número de implantes.[6,15]

O técnico de prótese e Médico Dentista devem dar especial atenção a todos estes passos, de forma a direcionar o êxito das etapas seguintes da técnica tradicional.

Desvantagens do método convencional / tradicional

A técnica de fluxo de trabalho tradicional, apesar de ser considerada uma técnica com excelentes resultados, acarreta algumas desvantagens quer para o profissional que a executa, quer para o doente.[16]

As desvantagens são:

a) Os materiais para a moldagem convencional devem cumprir inúmeros requisitos de forma a não sofrerem alterações na dimensão com as alterações de temperatura e humidade. Além disso, devem ser de fácil manuseamento e apresentarem resistência.[2,16]

b) A técnica de moldagem deve ser bem realizada pelo profissional, de forma a evitar erros, que facilmente acontecem, como tensões na desinserção da impressão, bolhas de ar na impressão, material grumoso e espera insuficiente do tempo de presa.[2,16]

c) A desinfeção que a moldagem convencional requer, pela presença de fluídos biológicos, pode ser limitante para o sucesso e contribuir para a distorção do material de moldagem.[2,16]

d) O envio e armazenamento da impressão para um laboratório pode favorecer a contaminação entre operadores, além de que exige custo adicional, algo que com o aparecimento da pandemia da COVID-19 pode-se traduzir num aspeto extremamente negativo.[4,16]

e) A moldagem convencional provoca sempre um maior desconforto no paciente, sobretudo em pacientes ansiosos e com reflexo de vómito.[2,16]

f) As novas técnicas digitais, criam sempre uma associação positiva ao paciente, pois assumem que obtêm melhores resultados utilizando um componente tecnológico, comparativamente a uma técnica convencional analógica.[2,16]

Vantagens do método convencional / tradicional

A técnica tradicional apresenta-se, em vários casos, como uma técnica extremamente vantajosa. Desde logo, o facto de implicar menor investimento em dispositivos, comparativamente com o Fluxo Digital Completo.

Para além desta vantagem, podem haver características na cavidade oral que impossibilitam ou dificultam a impressão por via da tecnologia. Uma dessas características corresponde à quantidade de informação presente na cavidade oral. Para uma digitalização satisfatória, é necessário que a área sujeita a varredura contenha pontos de referência.[2,17]

3.2.2. Método digital / Fluxo Digital Completo

Com o avanço da tecnologia e necessidade de melhoria das técnicas, surgiu o Fluxo Digital Completo, com o objetivo de obter resultados com níveis de exatidão, precisão e veracidade cada vez maiores.[1]

O Fluxo Digital Completo foi usado pela primeira vez na área da reabilitação oral em 1980, através do desenvolvimento do *Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics*. Foi inicialmente utilizado para a fabricação de *inlays* em resina composta.[1]

O Fluxo Digital Completo pode ser dividido em etapas, conforme se apresentado na Figura 2.[18]

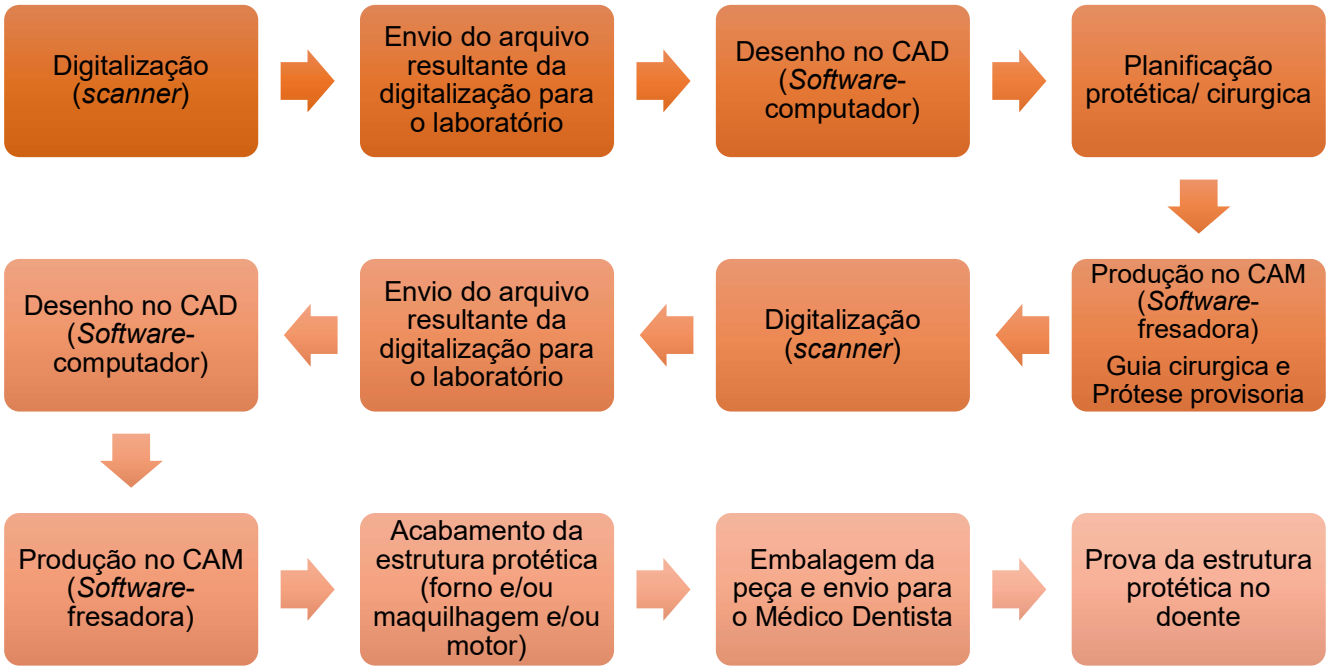

Figura 2: Cronograma das etapas do fluxo digital, desde a planificação da prótese provisória até à confeção da reabilitação final

Etapas do método digital / Fluxo Digital Completo

Sucintamente, o trabalho de fluxo digital completo desenvolve-se nas seguintes etapas:

Etapa 1: Digitalização *(scanner)*

Nesta primeira etapa obtém-se uma imagem virtual do preparo, através da utilização de um *scanner*.[3]

O *scanner* pode ser usado diretamente na cavidade oral, designando-se de *scanner* intra-oral (IOS), ou indiretamente, em impressões ou modelos resultantes dessas impressões, nomeado de *scanner* extra-oral (EOS).[18]

Etapa 2: Envio do arquivo resultante da digitalização para o laboratório

A imagem digital, que consiste em um modelo em 3D, arquivada em ficheiro informático específico, de forma a puder ser enviada para o laboratório responsável.[18]

Nesta etapa, é necessário ter em conta o formato do arquivo digital, na medida em que posteriormente, pode ser incompatível com o *software* a ser utilizado.[3,18]

Pode existir a incompatibilidade entre tipo de ficheiro e aplicação informática a usar. Tal circunstância deriva do facto de puder não ser possível conhecer a linguagem de programação (código) de determinado programa informático e este não estar preparado para conseguir fazer a leitura do ficheiro informático produzido.[3,18]

Na prática, existem dois tipos de aplicações informáticas, vulgo *software*: os *softwares* de código aberto ou sistemas abertos e os *softwares* de código fechado ou sistemas fechados.[3,18]

Nos *softwares* de código fechado ou sistema fechado, cada fabricante desenvolve o seu próprio *software* 3D, num formato sujeito a aquisição de licença

de utilização ou subscrição de serviço.[3,18]

Nas condições de uso de *software* de código fechado fica impossibilitada a utilização gratuita e sem restrições por parte de qualquer usuário, a menos que, como já referido, faça a aquisição da licença. [3,18]

Por outro lado, os *softwares* de código aberto ou sistema aberto não implicam condições ou custos para a sua utilização. [3,18]

Normalmente, a imagem digital é arquivada no formato de arquivo *Standard Triangle Language* (STL), pois é compatível com *softwares* de código aberto, além de que é um formato comumente utilizado para CAD e impressão em 3D.[3,18]

Também podem ser usados outros formatos, como por exemplo: *Polygon File* (PLY) ou *Object File Wavefront 3D* (OBJ).[3,18]

Etapa 3: Desenho no CAD

Nesta etapa, tal como o nome indica, o ficheiro arquivado, normalmente no formato STL, vai ser aberto em um *software* de desenho, que permite ao operador realizar todas as visualizações e todas as alterações necessárias e restaurações pretendidas, neste caso, em uma reabilitação fixa sobre implantes *full-arch.*[3]

Em Reabilitação Oral, os fabricantes mantêm o formato STL como ficheiros proprietários, ou seja, sistemas fechados. Porém, atualmente, existe um maior número de fabricantes que os preservam como sistemas abertos.[3]

Os sistemas abertos permitem uma melhor flexibilidade aquando da partilha de ficheiros, independentemente do *software* CAD e sistema CAM.[3]

Etapa 4: Produção no CAM

Na etapa designada de CAM, quer seja através de impressão em 3D ou de sistema de fresagem, é produzida a estrutura protética estudada e desenhada pelo operador.[18]

Tratando-se de uma reabilitação fixa sobre implantes *full-arch,* a produção no CAM é realizada apenas recorrendo-se ao sistema de fresagem, podendo ser a seco ou fresagem húmida.[18]

Etapa 5: Acabamento da estrutura protética

Após realizados os passos anteriores, é necessário proceder ao acabamento natural da reabilitação fixa obtida, utilizando-se para isto um forno, maquilhagem e motor.[18]

Etapa 6: Embalagem da peça e envio para o Médico Dentista

Nesta fase, a estrutura protética deve ser devidamente embalada, com o nome do paciente e enviada ao Médico Dentista responsável.[18]

Etapa 7: Prova da estrutura protética no paciente

Em consultório, o Médico Dentista introduz a prótese na boca do paciente, e deve verificar se a reabilitação cumpre os requisitos funcionais, estéticos e assentamento passivo.

O Médico Dentista tem ainda o dever de explicar e exemplificar como deve efetuar uma correta higienização da cavidade oral, agora com a sua reabilitação fixa, garantindo que o mesmo a consegue executar.[18]

Por último, e caso seja necessário, são realizados ajustes até cumprir todos os requisitos supracitados.[18]

3.3 *Scanners*

Um estudo recente, realizado em 2021, demonstrou que os IOS são usados por 53% dos Médicos Dentistas nos seus consultórios.[19]

Cerca de 34% dos Médicos Dentistas ainda não aderiram a esta tecnologia, mas demonstram vontade de a adquirir, pois consideram que esta tecnologia confere à Medicina Dentária maior eficiência e previsibilidade.[19]

Cada vez mais a procura dos *scanners* tem aumentado exponencialmente na prática clínica.[19]

Há, contudo, vários critérios de seleção que são necessários valorizar na altura da sua compra.[19]

O critério principal para a seleção no mercado é o tipo de *scanner* que se pretende inserir no consultório.[19]

A partir desta seleção, o clínico deve ponderar a sua decisão tendo em conta outros fatores que, futuramente, vão influenciar todo o processo de digitalização, conferindo assim maior ou menor grau de exatidão à mesma.[19]

3.3.1 Tipos de *scanners* e suas classificações

Os *scanners* podem ser classificados consoante o local onde é realizada a digitalização.

IOS e *scanners* extra-orais

Quando a digitalização é realizada diretamente na boca do paciente, denomina-se como intra-oral.[19-21] A Figura 3 abaixo ilustra um IOS.

Figura 3: IOS TRIOS 4® (*3shape*). Fonte: https://www.3shape.com/en/scanners/trios-4. Retirado a 5 de julho de 2022, sem autorização do autor.

Contrariamente, quando utilizado em modelos obtidos a partir da técnica de moldagem tradicional ou em impressões, é classificado como extra-oral. Apresenta-se também abaixo imagens deste tipo de *scanners*, nas Figuras 4 e 5.[19-21]

Figura 4: EOS *Medit T710® (Medit).* Fonte: https://www.medit.com/dental-lab. Retirado a 5 de julho de 2022, sem autorização do autor.

Figura 5: EOS Medit T710® *(Medit)* para confeção de *full-arch*. Fonte: https://www.medit.com/dental-lab. Retirado a 5 de julho de 2022, sem autorização do autor.

Em fluxo de trabalho totalmente digital, o *scanner* utilizado é IOS.

O seu funcionamento consiste na emissão de um feixe de luz, seja esta luz laser ou estruturada, que tem como principal função atingir as estruturas que se pretendem obter na imagem virtual.[19-21]

Desta forma, a distorção que as estruturas provocam no feixe emitido são capturadas pelas câmaras de alta resolução do *scanner*, formando-se subsequentemente a imagem digital. Fatores como a angulação da própria estrutura a ser digitalizada e a profundidade do gradiente da luz influenciam a qualidade da imagem obtida.[19-21]

Ainda relativamente a este tipo de *scanners* que permitem capturar impressões óticas, existem dois tipos: *scanners* de imagem única e *scanners* de câmara de vídeo.[7,8,19-21]

O *scanner* de imagem única permite uma digitalização máxima de três dentes em cada imagem. A sua câmara permite obter uma maior definição da anatomia dentária e são mais indicados para o fluxo de trabalho na execução de alinhadores. Como exemplos de *scanner* de imagem única existem o *TRIOS 4® (3 Shape)* e o *iTero® (Align Technology)*.[7,8]

Relativamente ao *scanner* de câmara de vídeo, como o *Medit i700® (Medit) e Primescan® (Dentsply Sirona),* é de esperar que se obtenham imagens com alcance superior ao *scanner* anteriormente mencionado, gravando assim as áreas sujeitas à varredura. São muito apropriados na digitalização de tecidos moles.[7,8,19-21] Este *scanner* está ilustrado na Figura 6.

Figura 6: IOS de câmara de vídeo Medit i700®*(Medit)*.
Fonte: https://www.medit.com/dental-clinic-i700. Retirado a 5 de julho de 2022, sem autorização do autor

Para a captura de todas as características da cavidade oral, o IOS necessita de incluir várias tecnologias que permitam a aquisição e processamento dos dados, de forma a aumentar a veracidade e precisão da varredura.[7,8,19-21]

Algumas destas características incluem: Microscopia de Varrimento com Laser, Imagem Confocal, Triangulação Ótica, Tomografia de Coerência Ótica, Interferometria de Bordo de Acordeão e Amostragem de frente de Onda Ativa.[7,8,19-21]

Scanner chairside/in-office e in-lab

Além do anteriormente descrito, o Fluxo Digital Completo pode ser dividido consoante o local físico onde é realizada a fase de digitalização.[7,19,20]

Caso seja realizada em ambiente clínico, ou seja, numa clínica, denomina-se como digitalização *chairside* ou *in-office*.[7,19,20]

Na condição desta etapa ser efetuada em laboratório, o *scanner* é identificado como *in-lab* ou como o próprio nome o indica, em laboratório.[7,19,20]

3.3.2. Formação da imagem digital

O *scanner* não faz a medição da superfície dentária de forma contínua. Para isso, utiliza uma nuvem de pontos, que posteriormente serão unidos para formar a imagem digitalizada.[7,20]

A veracidade e precisão da imagem digital depende de fatores como o número de pontos fixos que o *scanner* conseguiu alcançar e a distância entre esses pontos.[7,20]

3.3.3. Critérios de seleção de *scanners*

Velocidade do *scanner*

A rapidez de um *scanner* já não é um critério de exclusividade para a sua seleção. Este aspeto é mais valorizado pelo clínico, quando compara *scanners* mais económicos e de gamas mais baixas.[19,21]

Tipo de manipulação de suavidade na varredura

A experiência que o *scanner* confere traduz-se na suavidade com que executa a varredura e a facilidade na sua manipulação.[20-23]

Sabe-se que um IOS consegue, atualmente, digitalizar arcadas completas em 1 minuto e registos oclusais em 10 segundos. Tempo superior a este, significa que a técnica de digitalização possivelmente estará a ser mal-executada ou a informação a ser recolhida não é suficiente para a sua correta leitura.[20]

Os scanners mais atuais, têm a capacidade de eliminar a presença de artefactos durante a digitalização, enquanto outros, ainda não possuem esta vantagem, sendo necessário um programa de edição após esta etapa, a fim de eliminar todos os artefactos resultantes.[20-23]

É importante realçar a limitação que um scanner apresenta em digitalizar uma arcada totalmente edêntula, na medida em que há falta de pontos de referência. Está estudado que uns obtêm melhor desempenho face a outros, principalmente os scanners com campos de visão maiores.[20]

Tamanho e peso do IOS

Antes da aquisição do *scanner*, o clínico deve assegurar-se que este é confortável, não sendo extremamente grande nem pesado, de forma a tornar a

sua função mais ergonómica. Para isto, deve realizar um teste no seu consultório e assegurar estas características.[20-23]

Os IOS podem ser de unidade móvel ou de bancada.[20]

Os IOS de bancada caracterizam-se por serem mais pesados, sendo que incluem o próprio *scanner* de carrinho personalizado, um monitor e um computador.[20-23]

Os IOS de unidade móvel são mais leves e podem ser utilizados em qualquer computador, desde que cumpra determinadas características de *hardware*.[20-23]

Apesar do peso e do tamanho não serem a maior preocupação para os clínicos, é necessário referir que *scanners* mais largos podem apresentar-se desafiantes para bocas mais estreitas e, consequentemente, influenciar a digitalização deste tipo de cavidades orais.[20-23]

Relativamente ao seu peso, habitualmente um *scanner* varia entre as 150g e as 500g.[20-23]

Sabe-se que o peso dos *scanners* está diretamente relacionado com a técnica de digitalização que utiliza. Por exemplo, os *scanners* que utilizam como técnica a microscopia confocal a laser são maiores e mais pesados.[20-23]

Preço do *scanner* e requisitos de subscrição

O investimento necessário para a compra de um IOS é uma das principais razões pelas quais ainda não se verifica total adesão a esta tecnologia, por parte dos Médicos Dentistas.[21]

Os IOS mais baratos, que estão atualmente disponíveis no mercado, têm como função realizar a impressão digital e enviá-la num ficheiro, sem qualquer *software* CAD ou ferramentas de diagnóstico associados.[21]

Por outro lado, os *scanners* considerados de nível superior, integram o *software* CAD e ainda outras características, como as de diagnóstico e sistema de fresagem. São designados como “sistemas CAD-CAM integrados”.[21-23]

Além do investimento, existe, normalmente, uma taxa de pagamento anual para a atualização (e manutenção) do *software.* Não obstante, os IOS que sejam de menor qualidade e preço não necessitam do pagamento desta cota pelos usuários, independentemente da atualização do *software.*[21-23]

Características adicionais de diagnóstico

Atualmente, o principal fator de diferenciação entre os tipos de *scanners* são as características que oferecem e as funções complementares que executam, além da principal.[19-24]

A deteção de cáries, simulação ortodôntica, perceção do ajuste de uma coroa e a construção de modelos são funções que valorizam um *scanner*.[19-24]

IOS *wireless* ou *wired*

Existem *scanners* que necessitam de fios, ou seja, *wired* e os que não precisam, *wireless*.[19-23]

Estudos demonstram que os *scanners wireless* permitem uma digitalização mais facilitada a quem a realiza, evitando problemas como a rutura de fios. No entanto, verificam-se problemas associados ao tempo de bateria e conectividade.[19-24]

Scanners com CAD integrado

A integração do *software* CAD é outro dos fatores mais significativos para a diferenciação dos *scanners* existentes no mercado.[20-24]

Estes tipos de *scanners* apresentam capacidades ao nível do *software* CAD como o desenho de restaurações e aparelhos, incluindo coroas, pontes, guias cirúrgicas, *onlays/inlays* e reabilitações fixas.[21-24]

Os *scanners* que não integram o *software* CAD, podem obtê-lo a partir de

terceiros ou exportar os ficheiros e, seguidamente, importá-los manualmente para um *software* de outrem.[21-23]

Os *CEREC® (Dentsply Sirona*), *TRIOS® (3Shape)* e *Planmeca Emerald® (Planmeca)* são exemplos de *scanners* que integram o *software* CAD.[21]

Em conclusão, é possível aferir que a escolha de um *scanner* não é um processo fácil e que devem ser considerados todos estes critérios, no sentido de melhorar o processo de impressão digital.[21]

***Scanners* que utilizam sistema de opacificação**

Além dos critérios supracitados, ainda podemos dividir os *scanners* consoante a necessidade de utilização de pó para a digitalização, sendo que, no presente, são pouco utilizados pois provocam desconforto no paciente.[24]

Deste modo, existem *scanners* que exigem a utilização de pó para formar uma cobertura totalmente opaca, de forma a permitir a reflexão da luz, como por exemplo os *scanners Apollo DI® (Dentsply Sirona)* e *CEREC® Bluecam (Dentsply Sirona)*.[20]

3.4 Limitações e condicionantes do fluxo de trabalho digital

Na bibliografia disponível, identificaram-se fatores que condicionam e limitam o trabalho de fluxo digital para a confeção de reabilitações fixas sobre implantes *full-arch*.[4]

A maior parte desses fatores encontram-se na etapa da digitalização, pois é extremamente sensível quer à técnica, quer ao operador.[4]

Nesta revisão, as limitações encontradas foram divididas em dois grupos.

O primeiro grupo com limitações exclusivas à etapa de digitalização e um

segundo cujas limitações estão indiretamente relacionadas com a fase de digitalização.

3.4.1 Limitações exclusivas à fase de digitalização

A digitalização é considerada a etapa mais importante para o sucesso do Fluxo Digital Completo.

É a partir da digitalização que se obtém a imagem virtual da estrutura que se pretende reabilitar.

Esta etapa é, pois, a mais sensível, na medida em que vários fatores influenciam a sua correta realização, tais como os descritos abaixo.[4]

Diferenças de desempenho entre *scanners*

Para a realização da digitalização, é necessário um *scanner,* podendo este ser intra ou extra-oral.

Para reabilitações fixas sobre implantes *full-arch*, é possível utilização de IOS ou EOS.

Contudo, no fluxo totalmente digital apenas se utilizam IOS.

Existem inúmeros *scanners* deste tipo, com diferentes características e diferentes desempenhos.[24]

D'haese R *et al.* num estudo realizado em 2021, demonstraram a importância do desempenho do *scanner* para o sucesso do trabalho digital. Nesse estudo, tinham como objetivo comparar as moldagens digitais de arcada completa com as moldagens convencionais.[25] Para isso, digitalizaram dois modelos de resina, um com seis implantes e outro com seis pilares, utilizando-se quatro tipos de *scanners*: *Primescan® v5.1 (Dentsply Sirona), Primescan® v5.2 (Dentsply Sirona), TRIOS 3® (3Shape)* e *TRIOS 4® (3Shape).* [25]

O modelo convencional, vazado a gesso, foi digitalizado, utilizando-se um

scanner in-lab.[25] Posteriormente, recorrendo a uma máquina de coordenadas, geraram a varredura de referência para ambos os modelos.[25] Em todas as digitalizações foi calculada a posição dos implantes e, posteriormente, comparada com a obtida na varredura de referência. [25]

Concluíram que "***As moldagens digitais para próteses suportadas por implantes de arcada completa podem ser tão precisas quanto as moldagens convencionais, dependendo do IOS e do software***."[25]

Num estudo realizado por Revell G *et al.* (2021), numa maxila edêntula, ressecada de um cadáver fresco, foi comparada a veracidade e precisão de cinco IOS e a influência da experiência do operador para a replicação de tecidos moles e implantes.[26]

Neste, foram utilizados os seguintes IOS: *iTero Element 2® (iTero), Medit i500® (Medit), Primescan® (Dentsply Sirona), TRIOS 3® (3Shape), TRIOS 4® (3Shape).*[26]

Foram colocados cinco implantes na maxila edêntula ressecada e realizada uma varredura de referência, denominada varredura “mestre”. [26]

De seguida, com cada *scanner* supracitado, foram realizadas oito varreduras por um operador experiente e outras oito por um inexperiente. [26]

Posteriormente, alinharam a varredura mestre e as varreduras sujeitas a teste, calculando-se o desvio entre ambas. Para isto, os arquivos STL da imagem da varredura mestre e das imagens dos IOS citados foram importados individualmente para um programa. [26]

Utilizou-se o *software GOM inspect* no qual foram alinhados, considerando todos os pontos da superfície do implante.[26]

Concluiu-se que “***há diferenças significativas quanto ao desempenho dos scanners, sendo que TRIOS 4® (3Shape) e Primescan® (Dentsply Sirona) apresentam maior veracidade na digitalização de arcadas completas, comparativamente aos iTero Element 2® (iTero) e Medit i500® (Medit)”.***

Apesar desta evidência, não se pode excluir a possível influência da experiência do operador.[26]

Assim, é possível concluir que diferentes tipos de *scanners* produzem resultados com níveis de veracidade diferente, o que posteriormente, deve levar o Médico Dentista e o Técnico de Prótese responsável a eleger o *scanner* que prefere utilizar.[26]

***Scanners* que necessitam de utilização de pó**

Na impressão digital, além do anteriormente mencionado, também há outros fatores que condicionam o resultado da reabilitação fixa sobre implantes *full-arch*, nomeadamente quando um *scanner* necessita adicionalmente de pó para o seu funcionamento.

Ribeiro P *et al.* (2020), realizaram um estudo comparando a precisão das moldagens obtidas por trabalho digital, relativamente às adquiridas pelo método convencional, para confeção de próteses fixas sobre implantes *full-arch*.

Através de dois modelos mestres, estes autores verificaram que os *scanners* que necessitavam de um sistema de opacificação produzem um maior desconforto para o paciente, na medida em que o pó pode tornar o processo mais incómodo.[27]

Inclusivamente constataram que a técnica de opacificação deve ser bem realizada, pois caso contrário pode gerar camadas de diferentes espessuras em vários pontos onde foi executada e, consequentemente, menor precisão nesta fase.[27]

Assim, concluíram que deve ser preferido um *scanner* onde não seja necessária a utilização de pó.[27]

Erros de digitalização associados a uma arcada edêntula

No estudo realizado por Ribeiro P *et al.* (2020) também verificaram que a

digitalização da arcada de pacientes edêntulos pode resultar no dobro de erros comparativamente com a digitalização em modelos, devido à presença de fluídos biológicos, instabilidade da mucosa e movimentação da mandíbula.[27]

Todos estes aspetos podem tornar-se limitantes na etapa da digitalização, pois esta etapa é muito sensível à área de varredura, por quem a executa e à forma como é executada.[27]

Deste modo, em relação à área de varredura Siqueira R *et al.* (2021) realizaram uma pesquisa na literatura eletrónica com o intuito de perceberem se os IOS reduzem o tempo de trabalho e aumentam a satisfação do paciente.

Os investigadores concluíram que o tempo de varredura pode tornar-se um fator limitante para o processo digital, já que varreduras de arco completo são mais demoradas e vulneráveis a desvios de precisão, comparativamente às varreduras de quadrante. [16]

Também verificaram que o potencial de acumulação de erros nas varreduras de arco completo é maior devido a várias condicionantes.[16]

Este potencial de acumulação de erros está relacionado com a dimensão da área de varredura, a presença de fluídos biológicos, tais como o sangue e a saliva, que acabam por dificultar o sucesso deste processo.[16]

Para além disso, movimentos da cabeça do paciente, também influenciam a digitalização.[16,28]

Acredita-se que o tamanho das arcadas dentárias virtuais completas seja ligeiramente menor comparativamente às arcadas físicas reais, sendo relatada uma diferença de 1.5mm.[16,28]

Esta falha de precisão pode comprometer o resultado de uma reabilitação fixa *full-arch.*[16,28]

A digitalização também está comprometida nas áreas mais posteriores de uma arcada edêntula, na medida em que o *scanner* pode ter dificuldades em alcançar essas zonas.[4]

Utilização de *Scan Bodies* (SBs)

Durante o processo de digitalização, são utilizados SBs.

Estes são dispositivos de referenciação, que se ligam à conexão do implante ou a um pilar transepitelial, de forma a sinalizar o mesmo, aquando da digitalização. [24]

A distância entre estes corpos, o material da sua constituição, erros na sua colocação e até mesmo a sua morfologia podem afetar a digitalização, na medida em que podem absorver ou refletir a luz, influenciando também a etapa do CAD, criando imagens sobrepostas.[24]

Existem estudos cujo objetivo consistia em obter uma relação entre a qualidade da digitalização e as características físicas dos SBs.[29]

Nestes estudos, foram enumerados todos os SBs disponíveis comercialmente e percebeu-se que todos eles eram altamente diferentes quanto ao seu desenho, forma, tamanho, tipo de superfície e compatibilidade com IOS e *software*.[29]

Apesar disto, não chegaram a nenhuma conclusão sobre estas variadas características físicas dos SBs e a consequência que produzem na impressão digital.[29]

Além das características dos SBs, a distância entre os mesmos pode ser um fator preponderante na fase da digitalização.[30]

Mangano F *et al.* (2020), recorreram a um modelo de gesso de um paciente completamente edêntulo, com oito SBs de implantes e utilizaram um *scanner* de mesa o *7Series®* , para obterem um modelo virtual de referência bem como dois IOS: *CS 3700® (Carestream Dental)* e *Emerald S® (Planmeca Emerald).*[30]

Estes autores realizaram cinco varreduras com cada IOS.[30]

Com este estudo, observaram as dificuldades na realização da digitalização num paciente totalmente edêntulo, que necessita de restaurações protéticas de arco completo, suportado por seis ou mais implantes.[30]

A justificação encontrada para estes resultados deve-se à dificuldade do IOS ler corretamente as distâncias entre os diferentes SBs.[30]

Posição e angulação do implante

Outro aspeto que influencia o sucesso da digitalização é a angulação do implante.[4]

Michelinakis G *et al.* (2021) procederam com uma pesquisa eletrónica que tinha por objetivo examinar a aplicabilidade do processo de digitalização intra-oral em restaurações de implantes fixos unitários e múltiplos.[4]

Relativamente aos implantes *full-arch*, além de perceberem que o processo de digitalização era dificultado devido a fatores como a grande área de varredura, distância entre implantes, digitalização de tecido mole, também concluíram que a incorreta posição dos implantes se torna uma limitante a esta técnica. Assim, este estudo reforça a importância da correta colocação dos implantes e SBs, para que o processo de digitalização seja bem efetuado e de forma precisa.[4]

Deste modo, o operador necessita de ter em conta todos estes fatores na etapa de digitalização, de forma a garantir o sucesso da reabilitação protética pretendida.[4]

Além destes aspetos, também é preciso valorizar outros, indiretamente relacionados com a etapa de digitalização.

3.4.2 Fatores condicionantes e limitantes, indiretamente relacionados com a fase de digitalização

O sucesso de uma reabilitação fixa sobre implantes *full-arch* depende de vários fatores. Quer a técnica tradicional, como a digital exigem um operador experiente na área.

Experiência do operador

Com isto, é essencial e estritamente obrigatório que o Fluxo Digital Completo seja realizado por um Médico Dentista e Técnico de Prótese, sujeitos a uma curva de aprendizagem íngreme e rigorosa, sabendo exatamente o que se deve fazer, de forma a garantir a boa execução da reabilitação fixa. É seguro afirmar que na maior parte dos estudos que avaliam a técnica do fluxo de trabalho digital, a experiência do operador é um dos fatores mais importantes.[4]

Cappare P *et al.* (2020) realizaram um estudo que tinha por objetivo avaliar a técnica de moldagem mais precisa para reabilitações fixas sobre seis implantes *full-arch*. Para isto, compararam a técnica tradicional/convencional, denominando-a grupo de controlo, com a técnica de fluxo de trabalho digital, o grupo teste.[6]

Deste modo foram selecionados pacientes tratados com reabilitações fixas de arco completo sobre seis implantes, com carga imediata.[6]

Quer no grupo de controlo (técnica tradicional), quer no grupo teste (técnica digital), foram entregues próteses provisórias num período de 24h.[6]

Quatro meses após o posicionamento dos implantes, foram realizadas as restaurações definitivas nos dois grupos: técnica convencional *pick up* no grupo de controlo e moldagens digitais definitivas no grupo teste. Foi calculado o tempo envolvido nestes procedimentos. Seguidamente, os pacientes foram sujeitos a radiografias intra-orais que iriam avaliar a conexão entre osso-implante e medir o nível ósseo. Para avaliar o sucesso da reabilitação protética foram utilizados os seguintes critérios: existência de manutenção da reabilitação, ausência de fraturas da estrutura acrílica.[6]

Por fim, concluiu-se que o trabalho do fluxo digital era um método extremamente sensível à técnica e conhecimento do operador, pelo que este facto se tornaria uma limitante ao presente estudo.[6]

No seguimento desta conclusão, Turkyilmaz I *et al.* (2018) realizaram um estudo no qual analisaram o desempenho clínico de vinte estruturas de titânio, suportadas por implantes *full-arch*, usando a tecnologia CAD/CAM. Inicialmente, planearam a localização de todos os implantes através de um *software* tridimensional *NobleClinician*® (*Nobel Biocare*™). Recorreram a quinze pacientes, utilizando-se quatro a oito implantes em cada arcada edêntula, tendo por base as medidas anatómicas de cada um. Por conseguinte, foram tratados um total de vinte arcadas edêntulas com reabilitações fixas *full-arch* sobre implantes, utilizando estruturas de titânio, fresadas através do CAD/CAM.[31]

De seguida, promoveram o acompanhamento dos pacientes, por um período de 48 meses.[31] E no fim desse período, foi avaliado o desempenho clínico dos implantes e das reabilitações segundo os seguintes critérios: manutenção dos implantes, sobrevivência dos implantes/prótese, nível ósseo, assentamento passivo da prótese. Chegaram à conclusão de que as estruturas de titânio fresadas através de CAD/CAM podem ser uma das soluções para as arcadas edêntulas. Contudo, só é exequível se o Fluxo Digital Completo for realizado por um técnico de prótese dentária com grande conhecimento e sujeito a uma curva de aprendizagem acentuada.[31]

Diferenças no formato do ficheiro

Além da experiência do operador, também os diferentes formatos de ficheiros influenciam todo o processo digital. A incompatibilidade de formatos de ficheiros condiciona a manipulação dos dados 3D e, consequentemente, limitam a análise e o desenho.[3,4,10]

É necessário dar preferência a formatos de arquivos para sistemas abertos, na medida em que se isto não for tido em conta, posteriormente, aquando da etapa do CAD, será necessária a conversão de formatos de ficheiros de sistemas fechados para ficheiros de sistemas abertos. Este processo pode levar a uma perda de informação e qualidade.[3,4,10]

Condições Clínicas

A iluminação do consultório e a luz ambiente foram referenciadas como aspetos a valorizar.[32]

Acredita-se que para varreduras de quatro unidades/implantes, o tipo de luz ambiente não influencia o tempo nem a precisão de varredura. Porém, para varreduras de arcadas completas, isto já não se verifica. Concluiu-se que para digitalizações de arcadas edêntulas, a luz ambiente e a iluminação do consultório influenciam o desempenho do *scanner* e o tempo de varredura.[32]

Caso esta não esteja numa condição específica, pode comprometer várias fases, principalmente a etapa da digitalização.[32]

Assim, a iluminação torna-se uma condicionante para o fluxo de trabalho digital, na medida em que cada IOS digitaliza com mais precisão em condições de iluminação específicas.[4,24,31]

CONCLUSÃO

IV. Conclusão

Chegados aqui, dá-se por alcançado o objetivo principal deste trabalho: "*explorar as limitações e condicionantes do fluxo de trabalho digital para a confeção de reabilitações fixas sobre implantes full-arch, e perceber quais as tecnologias atuais mais precisas para a execução das mesmas*".

Após a pesquisa e analisados os factos acima expostos, é possível concluir que apesar dos avanços tecnológicos na Medicina Dentária e da implementação do conceito do Fluxo Digital Completo, para reabilitações fixas sobre implantes full-arch, algumas etapas deste método de trabalho devem ser complementadas com a técnica convencional.

As condições de uma arcada edêntula são extremamente propícias ao surgimento de erros, principalmente na digitalização, nomeadamente devido à presença excessiva de fluídos biológicos, como sangue e a saliva, entre outras condicionantes. Isto vai comprometer a precisão e veracidade desta etapa, tão crucial para o sucesso da reabilitação protética.

Outros fatores, tais como a angulação do implante, distância entre implantes, a diferença de desempenho de scanners, a má colocação de SB's, os scanners que necessitem da utilização de pó e as diferenças no formato do ficheiro, podem afetar, significativamente, a qualidade do trabalho final.

Deste modo, apesar do mencionado, há algo em comum que deve estar presente quer na técnica convencional, quer no fluxo de trabalho digital.

Em ambas as técnicas exige-se um operador experiente.

Enfatiza-se, em complemento, que a utilização da técnica de fluxo de trabalho digital pressupõem uma aprendizagem prévia detalhada do operador e com curva de aprendizagem extremamente acentuada.

Finalmente, pode-se também concluir que o Fluxo Digital Completo, apesar de se definir como uma técnica mais rápida para a confeção de reabilitações fixas sobre implantes *full-arch*, apresenta ainda várias limitações.

Conclui-se, pois, que são necessários mais estudos para averiguar se existem mais limitações e condicionantes, associadas a este método de trabalho,

a fim de as solucionar ou, pelo menos diminuir. Para além disso, são precisos mais projetos que determinem uma técnica de eleição para a confeção de reabilitações fixas sobre implantes *full-arch*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

V. Referências Bibliográficas

1. Moglioni E, Carlo L, Shulman M, Pasqualini M, Rossi F, Cosma C, et al. Intra-oral scanning and CAD/CAM prosthesis fabrication. Annali di Stomatologia. 2018;9:146-61.

2. Janeva NM, Kovacevska G, Elencevski S, Panchevska S, Mijoska A, Lazarevska B. Advantages of CAD/CAM versus Conventional Complete Dentures - A Review. Open Access Maced J Med Sci. 2018;6(8):1498-502.

3. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. BMC Oral Health. 2017;17(1):149.

4. Michelinakis G, Apostolakis D, Kamposiora P, Papavasiliou G, Ozcan M. The direct digital workflow in fixed implant prosthodontics: a narrative review. BMC Oral Health. 2021;21(1):37.

5. Rawal S, Balshi T, Jivraj S, Birdi B. Evolution of Full-Arch Implant Prosthodontics: From Analog Protocols to Digital Workflows. Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ : 1995). 2019;40:578-85; quiz 86.

6. Cappare P, Sannino G, Minoli M, Montemezzi P, Ferrini F. Conventional versus Digital Impressions for Full Arch Screw-Retained Maxillary Rehabilitations: A Randomized Clinical Trial. International journal of environmental research and public health. 2019;16(5):829.

7. Joda T, Zarone F, Ferrari M. The complete digital workflow in fixed prosthodontics: a systematic review. BMC Oral Health. 2017;17(1):124.

8. Joda T, Ferrari M, Gallucci GO, Wittneben JG, Brägger U. Digital technology in fixed implant prosthodontics. Periodontol 2000. 2017;73(1):178-92.

9. Farhan F-A, Sahib A-J-A, Fatalla A-A. Comparison of the accuracy of intraoral digital impression system and conventional impression techniques for multiple implants in the full-arch edentulous mandible. J Clin Exp Dent. 2021;13(5):e487-e92.

10. Ender A, Zimmermann M, Mehl A. Accuracy of complete- and partial-arch impressions of actual intraoral scanning systems in vitro. Int J Comput Dent. 2019;22(1):11-9.

11. Dioguardi M, Gioia GD, Caloro GA, Capocasale G, Zhurakivska K, Troiano G, et al. The Association between Tooth Loss and Alzheimer's Disease: a Systematic Review with Meta-Analysis of Case Control Studies. Dent J (Basel). 2019;7(2).

12. Caramês J. A comprehensive classification to full arch implant rehabilitation. Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial. 2019;60.

13. Ghiasi P, Petrén S, Chrcanovic B, Larsson C. Comparative cost analysis of different prosthetic rehabilitations for the edentulous maxilla: early results from a randomized clinical pilot study. BDJ Open. 2022;8(1):8.

14. Tribst JPM, Campanelli de Morais D, Melo de Matos JD, Lopes G, Dal Piva AMO, Souto Borges AL, et al. Influence of Framework Material and Posterior Implant Angulation in Full-Arch All-on-4 Implant-Supported Prosthesis Stress Concentration. Dent J (Basel). 2022;10(1).

15. Malik J, Rodriguez J, Weisbloom M, Petridis H. Comparison of Accuracy Between a Conventional and Two Digital Intraoral Impression Techniques. Int J Prosthodont. 2018;31(2):107-13.

16. Siqueira R, Galli M, Chen Z, Mendonça G, Meirelles L, Wang HL, et al. Intraoral scanning reduces procedure time and improves patient comfort in fixed prosthodontics and implant dentistry: a systematic review. Clin Oral Investig. 2021;25(12):6517-31.

17. Alsharbaty MHM, Alikhasi M, Zarrati S, Shamshiri AR. A Clinical Comparative Study of 3-Dimensional Accuracy between Digital and Conventional Implant Impression Techniques. J Prosthodont. 2019;28(4):e902-e8.

18. Mühlemann S, Kraus RD, Hämmerle CHF, Thoma DS. Is the use of digital technologies for the fabrication of implant-supported reconstructions more efficient and/or more effective than conventional techniques: A systematic review. Clin Oral Implants Res. 2018;29 Suppl 18:184-95.

19. Revilla-Leon M, Frazier K, da Costa JB, Kumar P, Duong ML, Khajotia S, Urquhart O; Council on Scientific Affairs. Intraoral scanners: An American Dental Association Clinical Evaluators Panel survey. J Am Dent Assoc. 2021 Aug;152(8):669-670.e2. doi: 10.1016/j.adaj.2021.05.018. PMID: 34325781.

20. Bilmenoglu C, Cilingir A, Geckili O, Bilhan H, Bilgin T. In vitro comparison of trueness of 10 intraoral scanners for implant-supported complete-arch fixed dental prostheses. J Prosthet Dent. 2020 Dec;124(6):755-760. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.11.017. Epub 2020 Jan 25. PMID: 31987587.

21. Tran D, Nesbit M, Petridis H. Survey of UK dentists regarding the use of CAD/CAM technology. Br Dent J. 2016 Nov 18;221(10):639-644. doi: 10.1038/sj.bdj.2016.862. PMID: 27857080.

22. Sawase T, Kuroshima S. The current clinical relevancy of intraoral scanners in implant dentistry. Dent Mater J. 2020;39(1):57-61.

23. Loiola M, Shibasaki W, Lima L, Santos M, Dias F, Fernandes T, et al. Escaneamento Intraoral: o fim da era dos modelos de gesso Intraoral scanning: the end of the era of plaster models. 2019.

24. Mangano FG, Admakin O, Bonacina M, Lerner H, Rutkunas V, Mangano C. Trueness of 12 intraoral scanners in the full-arch implant impression: a comparative in vitro study. BMC Oral Health. 2020;20(1):263.

25. D'Haese R, Vrombaut T, Roeykens H, Vandeweghe S. In Vitro Accuracy of Digital and Conventional Impressions for Full-Arch Implant-Supported Prostheses. J Clin Med. 2022;11(3).

26. Revell G, Simon B, Mennito A, Evans ZP, Renne W, Ludlow M, et al. Evaluation of complete-arch implant scanning with 5 different intraoral scanners in terms of trueness and operator experience. J Prosthet Dent. 2021.

27. Ribeiro P, Herrero-Climent M, Díaz-Castro C, Ríos-Santos JV, Padrós R, Mur JG, et al. Accuracy of Implant Casts Generated with Conventional and Digital Impressions-An In Vitro Study. International journal of environmental research and public health. 2018;15(8):1599.

28. Bosio J, Del Santo M, Jacob H. ODONTOLOGIA DIGITAL CONTEMPORÂNEA - SCANNERS INTRAORAIS DIGITAIS. Orthodontic Science and Practice. 2017;10:355-62.

29. Sawase T, Kuroshima S. The current clinical relevancy of intraoral scanners in implant dentistry. Dent Mater J. 2020 Jan 31;39(1):57-61. doi: 10.4012/dmj.2019-285. Epub 2019 Nov 14. PMID: 31723067.

30. Mangano FG, Bonacina M, Mandelli F, Marchiori F. Solid index versus intraoral scanners in the full-arch implant impression: in vitro trueness evaluation. BMC Res Notes. 2020;13(1):504.

31. Turkyilmaz I, Hariri N-H. Four-year outcomes of full-arch fixed dental prostheses using CAD/CAM frameworks: A retrospective review of 15 cases. J Clin Exp Dent. 2018;10(10):e1045-e8.

32. Wesemann C, Kienbaum H, Thun M, Spies BC, Beuer F, Bumann A. Does ambient light affect the accuracy and scanning time of intraoral scans? The Journal of Prosthetic Dentistry. 2021;125(6):924-31.

ANEXOS

U.PORTO
FACULDADE DE MEDICINA DENTARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

DECLARAÇÃO

Monografia/Relatório de Estágio

Declaro que o presente trabalho, no âmbito da Monografia/Relatório de Estágio, integrado no MIMD, da FMDUP, é da minha autoria e todas as fontes foram devidamente referenciadas.

09/07/2022

Mariana Ferreira Marques
O / A Estudante

U.PORTO
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

DECLARAÇÃO
Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Monografia/Relatório de Estágio

Identificação do autor

Nome completo Mariana Ferreira Marques

N.º de identificação civil 14459953 8ZX0 **N.º de estudante** 201703587

Email institucional up201703587@fmd.up.pt

Email alternativo mfm989b@gmail.com **Tlf/Tlm** 911548312

Faculdade/Instituto Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Identificação da publicação

Dissertação de Mestrado Integrado (Monografia) ☒ **Relatório de Estágio** ☐

Titulocompleto

Fluxo digital completo em reabilitações fixas sobre implantes full-arch - Limitações

Orientador Prof. Dr. Paulo Júlio Andrade de Almeida

Coorientador Prof. Dr. César Fernando Coelho Real da Silva

Palavras-chave fluxo digital completo ; reabilitações fixas ; reabilitações implanto-suportadas ; reabilitações full-arch ; fluxo tradicional completo

Autorizo a disponibilização imediata do texto integral no Repositório da U.Porto: X (x)

Não Autorizo a disponibilização imediata do texto integral no Repositório da U.Porto : _____ (x)

Autorizo a disponibilização do texto integral no Repositório da U.Porto, com período de embargo, no prazo de:

6 Meses: X ; 12 Meses: _____ ; 18 Meses: _____ ; 24 Meses: _____ ; 36 Meses: _____ ; 120 Meses: _____.

Justificação para a não autorização imediata _____

U.PORTO

FACULDADE DE
MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Informo que o Trabalho de Monografia/Relatório de Estágio desenvolvido pelo(a) Estudante Mariana Ferreira Marques, com o título: Fluxo digital completo em reabilitações fixas sobre implantes *full-arch*-Limitações, está de acordo com as regras estipuladas na FMDUP, foi por mim conferido e encontra-se em condições de ser apresentado em provas públicas.

09/07/2022

O Orientador

(Prof. Dr. Paulo Júlio Andrade de Almeida)

U.PORTO

FACULDADE DE
MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Informo que o Trabalho de Monografia/Relatório de Estágio desenvolvido pelo(a) Estudante Mariana Ferreira Marques, com o título: Fluxo digital completo em reabilitações fixas sobre implantes *full-arch*-Limitações, está de acordo com as regras estipuladas na FMDUP, foi por mim conferido e encontra-se em condições de ser apresentado em provas públicas.

09/07/2022

O Coorientador

(Prof. Dr. César Fernando Coelho Leal da Silva)