FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

ARTIGO DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

SCANNERS INTRAORAIS: APLICABILIDADE EM PRÓTESE FIXA/ INTRA ORAL *SCANNERS*: APPLICABILITY IN FIXED PROTHESES

Gabriela Benedet Mendes

Porto, 2021

FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

ARTIGO DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

SCANNERS INTRAORAIS: APLICABILIDADE EM PRÓTESE FIXA/ INTRA ORAL *SCANNERS*: APPLICABILITY IN FIXED PROTHESES

Gabriela Benedet Mendes
up202001151@up.pt

Orientadora:
Paula Cristina dos Santos Vaz Fernandes
Professora Auxiliar com Agregação da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Coorientador:
César Fernando Coelho Leal Silva
Professor Associado com Agregação da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

Porto, 2021

Índice

RESUMO..... iv

ABSTRACT..... v

INTRODUÇÃO..... 1

MATERIAIS E MÉTODOS..... 3

DESENVOLVIMENTO..... 4

1. REABILITAÇÃO ORAL EM PRÓTESE FIXA..... 4
2. *SCANNERS* INTRAORAIS..... 7
3. FLUXO DE TRABALHO DIGITAL..... 16
4. PRECISÃO DE IMRESSÃO DIGITAL..... 21

DISCUSSÃO..... 24

CONCLUSÃO..... 25

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 26

Índices de Tabelas

Tabela I. Critérios de inclusão e exclusão de artigos..... 3

Tabela II. Número de artigos em cada base de dados..... 3

Tabela III. Critérios de comparação para a avaliação de *Scanners* Intraorais..14

Tabela IV. Indicações clínicas e contraindicações do uso IOS..... 15

Lista de Abreviaturas

ATM – Articulação Temporomandibular.

CAD/CAM – Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing

CS – Matriz de Pedra Convencional

DSD – Digital Smile Design

ISO – International Organization for Standardization

IOS – Intra Oral Scanners

MIP – Maxima Intercuspidação

PFM – Prótese Fundida com Metal

PPF – Prótese Parcial Fixa

STL – Standard Tessellation Language

VD – Matriz Digital Virtual

µm – Micrómetro

RESUMO

Introdução: A medicina dentária digital tem vindo a evoluir constantemente, desde a primeira aplicação da tecnologia de *design* e produção auxiliada por computador (CAD/CAM), para a produção de próteses dentárias, reportada na década de 1980. Alguns estudos sobre a precisão de *scanners* intraorais e impressões digitais tem sido publicados, testando restaurações de uma só unidade, de várias unidades, incluindo dentes adjacentes, quadrantes e digitalizações de arcada completa. Quase em conjunto, com o uso do *scanner* intraoral, veio o fluxo de trabalho digital, que melhorou a globalidade dos tratamentos reabilitadores. Em medicina dentária, ainda não é completamente consensual a passagem da era convencional para a totalmente digital. Não se encontra totalmente esclarecida a indicação de uma via clássica pura, nem um fluxo de trabalho totalmente digital. As etapas de trabalho digital encontram-se integradas, embora ainda não exista uma abordagem comprovada do *Gold Standartrd* em reabilitação oral.

Objetivo: O objetivo desta revisão bibliográfica centrou-se na avaliação da aplicabilidade da utilização de *scanners* intraorais na confeção de prótese fixa no mercado de trabalho atual.

Material e métodos: Para a realização da revisão bibliográfica e dissertação da presente monografia foram selecionados artigos científicos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, nas bases de dados PubMed®, Elsevier® e ISI Web of Science®. Foram selecionados 40 artigos.

Desenvolvimento: Atualmente, 5 a 10% dos médicos dentistas recorrem à obtenção de uma impressão dentária digital recorrendo a *scanners* intraorais, sendo que a taxa de utilizadores tem vindo a aumentar todos os anos. Os IOSs usam luz estruturada e/ou laser para capturar imagens sequenciais das arcadas dentárias do paciente, permitindo a reconstrução tridimensional (3D) da sua superfície, usando um *software* de reconstrução potente. O fluxo de trabalho digital apresenta uma nova abordagem para uma reabilitação previsível, recorrendo, entre outros elementos, a fotografias intra e extraoral do paciente, enceramento diagnóstico virtual, *scanner* intraoral e produção CAD-CAM.

Conclusão: Encontram-se ainda limitações na medicina dentária convencional e digital, mas caberá médico dentista criar uma integração sinérgica de processos de ambas as áreas para otimizar a gestão de planos tratamentos complexos e desafiadores.
Deverá ser o profissional a selecionar qual o equipamento (IOS e *software*) que mais se adaptar aos seus procedimentos eprática clínica diária.

Palavras-chave: Intraoral *scanners*; IOS; Fixed Protheses; *Digital Workflow;* CAD/CAM.

ABSTRACT

Introduction: The digital dental medicine is constantly evolving, since the first application of the technology of design and production computer-aided (CAD/CAM) for the production of dental protheses, reported in the decade of 1980. Some studies on the precision of intraoral scanners and digital prints have been published, testing restorations of one unit alone, of several units, including adjacent teeth, quadrants and scannings of complete arches. At the same time, that the use of intraoral scanner emerged, the digital workflow emerged too, what led to an improvement of global rehabilitators treatments. In this area of dental medicine, the transition from the conventional area to a totally digital area is not completely consensual. Until now, the path between digital workflow and a pure classic way is not totaly clarified. The digital work stages are integrated, although there is not yet a proven study adopted by the Standard Gold in this oral rehabilitation field.

Objective: The objective of this literature review was centered in the evaluation of the applicability of the use of intraoral scanners in the production of fixed protheses in the current market.

Material and methods: For the accomplishment of the literature review and of the present thesis, scientific articles have been selected in accordance to the criteria of inclusion and exclusion of the databases PubMed®, Elsevier® and ISI Web of Science®. 40 articles had been selected.

Development: Currently, 5 to 10% of the dental doctors turn to dental digital impression using intraoral scanners and the number of users has been increasing every year. The IOSs use structuralized light and/or laser to capture sequential images of the patient dental arches. This allows the three-dimensional reconstruction (3D) of its surface, using a powerful reconstruction software. The flow of digital work presents a new approach for a predictive rehabilitation, using the intra and extraoral photographs of the patient, virtual waxing diagnostic, intraoral scanner and CAD-CAM production.

Conclusion: Limitations in the conventional and digital dental medicine still exist but it will be the role of the dental doctor to create a synergic integration of the processes of both areas to optimize the management of complex and challenging treatments. The professional will have to select which equipment (IOS and software) will adapt better to his own procedures and daily clinical practice.

Keywords: Intra oral scanners; IOS; Fixed Protheses; Digital Workflow; CAD / CAM.

INTRODUÇÃO

A medicina dentária digital tem vindo a evoluir constantemente, desde a primeira aplicação da tecnologia de *design* e produção auxiliada por computador (CAD/CAM) para a produção de próteses dentárias, reportada na década de 1980 [1]. A estratégia de desenvolvimento de tecnologias de CAD/CAM incluiu a automatização do processo produtivo e a otimização da qualidade das restaurações, com o recurso a novos materiais, que se procurou que fossem biocompatíveis, principalmente cerâmicas de alto desempenho, como zircónia e dissilicato de lítio [4].
Os valores de estabilidade descritos para as cerâmicas de óxido de zircónia permitem a utilização deste material como alternativa às restaurações metálicas fixas definitivas. A produção de próteses provisórias de longa duração também tem vindo a sofrer um incremento, sobretudo através do enceramento virtual, constituindo uma alternativa restauradora mais rápida, prática e previsível [2].

De acordo com a 8ª edição do Glossário de Termos de Prótese Dentária, a "impressão" é definida como "uma semelhança negativa ou cópia no reverso da superfície de um objeto, uma impressão dos dentes e estruturas adjacentes para uso em medicina dentária". A precisão da impressão depende dos próprios materiais selecionados, do tipo de moldeiras e das técnicas de impressão eleitas. Cada etapa do processo introduz um potencial erro humano e/ou material [4, 10]. Apesar destas limitações, a técnica de impressão convencional tem sido considerada o *Gold Standard* em medicina dentária, principalmente devido ao custo-benefício [7].

Tem sido publicados alguns estudos sobre a precisão de *scanners* intraorais e impressões digitais, testando restaurações de uma só unidade, de várias unidades, incluindo dentes adjacentes, quadrantes e digitalizações de arcada completa [4]. Segundo os estudos de Yuzbasioglu *et al*., que compararam as técnicas de impressão digital e convencional, avaliando a percepção dos pacientes, conforto do tratamento, eficácia e resultados clínicos, foi possível concluir que a técnica de impressão digital foi mais eficaz do que a técnica de impressão convencional. O tempo total para a execução do tratamento com a técnica de impressão convencional foi superior ao tempo necessário para a técnica de impressão digital. Quando comparada com a técnica de impressão convencional, a técnica de impressão digital foi aceite como técnica preferida e eficaz, de acordo com a percepção dos médicos dentistas. O conforto do tratamento associado à técnica de impressão digital foi superior ao da técnica de impressão convencional, quando realizada por um operador experiente [4].

Outras vantagens da digitalização intraoral incluem a visualização e ampliação em tempo real, a digitalização automática de cores para seleção de tonalidade estética e melhor cooperação do paciente. Junto com a melhoria da confiança e reprodutibilidade da tecnologia, estas vantagens contribuíram para um incremento da aplicação e globalização da técnica de impressão digital [5].

Quase em conjunto, com o uso do *scanner* intraoral, veio o fluxo de trabalho digital, que melhorou a globalidade dos tratamentos reabilitadores. Com a integração da tecnologia digital assistiu-se a uma simplificação do tratamento cirúrgico e restaurador, levando em muitos casos a resultados reabilitadores mais eficazes e previsíveis [7]. O fluxo de trabalho digital em si consiste em três fases diferentes: (1) fase de aquisição de dados, (2) fase de *design* e (3) a fase de produção. Durante a fase de aquisição de dados, os *scanners* digitais executam uma leitura dos pontos da superfície, com exatidão e precisão, e definem a topografia da superfície. Após a fase de aquisição de dados, o arquivo proprietário, contendo a digitalização digital é convertido num arquivo universal (STL, *Standard Tessellation Language*). Esta transformação do arquivo pode ocorrer em diferentes plataformas, independentemente do sistema inicial subjacente. Assim, verifica-se que os *scanners* produzem conjuntos de dados com uma qualidade variável, com base em diferentes tecnologias de digitalização e algoritmos de processamento de *software* [7]. A fase de produção refere-se à impressão 3D ou à fresagem do modelo obtido.

Normalmente, existem três tipos de *scanners* que são classificados em: *scanners* mecânicos com uma sonda de toque, *scanners* a laser ou *scanners* de luz branca. A digitalização precisa e exata é uma etapa crucial no fluxo de trabalho digital, e a viabilidade clínica dos sistemas de impressão digital deve ser validada na etapa de aquisição e digitalização de dados [7].

Diversas empresas oferecem diferentes *software,* aplicações e dispositivos técnicos informatizados, cabendo à equipa de medicina dentária, ao clínico e ao técnico, elegerem como e quando proceder digitalmente ou permanecer com as técnicas convencionais. As mudanças têm vindo a crescer na área do tratamento prostodôntico, efetuando-se cada vez menos procedimentos de impressão convencional, uma vez que estes tendem a ser, cada vez mais substituídos por digitalização intraoral (IOS), bem como a pela produção CAD/CAM de restaurações de prótese fixa ou estruturas combinadas com recobrimento CAD-on. Em medicina dentária, ainda não é completamente consensual a passagem da era convencional para a era totalmente digital. Não existe nem a via clássica pura nem um fluxo de trabalho totalmente digital [8].

Na generalidade, poucos são os estudos que analisaram os fluxos de trabalho digital em prótese fixa [4]. Os estudos existentes limitam-se sobretudo a condições *in-vitro*, onde se investigam a precisão laboratorial; ou séries de casos clínicos concentrando-se em etapas de tratamento único, nomeadamente IOS em comparação com procedimentos convencionais de impressão [7].

O objetivo desta revisão bibliográfica centrou-se na avaliação da aplicabilidade da utilização de *scanners* intraorais na confeção de próteses fixas no mercado de trabalho atual em reabilitação oral.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização da revisão bibliográfica e dissertação da presente tese foram selecionados artigos científicos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão (tabela 1), nas bases de dados PubMed®, Elsevier® e ISI Web of Science®. Foram utilizadas as palavras-chaves: "Intra-oral *scanners*", "IOS", "*Fixed Protheses*", "*Digital Workflow*", "CAD/CAM". Foram selecionados 40 artigos. Após a seleção dos artigos, foi realizada uma análise crítica que teve principalmente em conta a temática abordada nos mesmos. Os artigos foram organizados com o auxílio da plataforma eletrónica Medley.

Tabela 1: Critérios de inclusão e exclusão de seleção de artigos.

INCLUSÃO	EXCLUSÃO
Artigos livre acesso	Título não relevante
Texto completo	Artigos não disponíveis para acesso
Título relevante	Artigos duplicados
Todos os idiomas	Artigos com mais de 20 anos
Todos os tipos de estudos	

Tabela 2: Número de artigos em cada base de dados.

	Intra Oral *Scanners*	IOS	*Fixed Protheses*	*Digital Workflow*	CAD/CAM
PubMed®	7	19	112	18	53
Elsevier®	328	59	179	707	2.240
ISI Web ff Science®	1.537	1.855	12.437	11.879	2.916

DESENVOLVIMENTO

1- Reabilitação em Prótese Fixa

A prótese parcialfixa (PPF) é utilizada com frequência na prática clínica em medicina dentária, seja para solucionar a perda de um único dente ou na reabilitação de toda a arcada dentária. A substituição de dentes ausentes contribui para o maior conforto do paciente, com melhorias na sua capacidade de mastigação e na saúde e integridade das arcadas dentárias, auxiliando na melhoria da autoestima [11].

O sucesso do trabalho final de prótese fixa na prática clínica diária está diretamente associado a uma correta e criteriosa planificação, que deve ser individualizada e executada, de modo a atender às necessidades de cada paciente. Desta forma, cabe ao médico dentista recolher todas as informações necessárias durante o exame do paciente para que sejam organizadas e interpretadas, orientando-o na determinação do plano de tratamento.

A PPF é um tipo de prótese que pode ser cimentada sobre dentes naturais e aparafusada ou cimentada sobre implantes. Neste último caso, estes atuam como pilares para suportar uma PPF, devendo esta ser constituída com pelo menos dois dentes ou implantes, normalmente posicionados nas extremidades do espaço edêntulo, designados de retentores, os quais suportam um ou mais dentes colocados entre eles, denominados pônticos. A união dos pônticos às coroas (retentores) é rígida, sendo efetuada por uma liga metálica obtida porfundição (PPF metalocerâmica) ou por uma cerâmica de elevada resistência (PPF de cerâmica pura) [12].

As cerâmicas possuem excelentes características, tais como: biocompatibilidade, estabilidade de cor, baixa condução térmica, baixa acumulação de placa bacteriana, resistência à abrasão, além de promoverem uma excelente estética. Contudo, as cerâmicas são frágeis e podem apresentar baixa resistência mecânica, quando submetidas às tensões de tração, o que pode comprometer seu desempenho clínico em alguns aspetos. As tradicionais coroas metalocerâmicas consistem numa infraestrutura de metal recoberta por cerâmica. A infraestrutura de metal é opaca e como tal não consegue mimetizar a translucidez do dente natural. Os sistemas totalmente cerâmicos surgiram com o intuito de eliminar estas infraestruturas, na tentativa de promover uma melhor distribuição da reflexão da luz, resultando assim, numa melhor estética. Estes sistemas podem ser produzidos numa única camada (coroas monolíticas), como as vitrocerâmicas (por exemplo, cerâmicas à base de dissilicato de lítio ou de leucite), e posteriormente dada uma “pintura”, para permitir as características de cor, ou, podem ser confecionadas em camadas, compostas pela infraestrutura cerâmica e pela cerâmica de recobrimento [13].

As coroas de cerâmica fundida com metal (PFM) têm boas propriedades mecânicas, resultados estéticos satisfatórios e uma qualidade biológica aceitável, necessária para a saúde periodontal. No entanto, as coroas PFM têm algumas limitações. Por exemplo, a estética das coroas PFM é limitada pela estrutura de metal e pela camada de cerâmica opaca, necessária para mascarar o tom acinzentado do metal subjacente [14]. Para reforçar as cerâmicas à base de sílica, procurou-se aumentar a fração da fase cristalina, proporcionando melhorias significativas nas propriedades mecânicas através do aumento do módulo de elasticidade e consequente limitação na propagação de fraturas. Já as coroas à base de óxido de zircónia, apresentam excelentes características mecânicas, como a tenacidade à fratura e a resistência flexural. Este material estava indicado apenas para coroas unitárias na região anterior, no entanto, com o advento dos sistemas cerâmicos, este pode ser aplicado em reabilitações de maiores dimensões[11].
A zircónia apresenta um problema relacionado com a sua degradação por envelhecimento a baixas temperaturas, sendo que este fenómeno ocorre na superfície da zircónia e degrada as suas excelentes propriedades mecânicas [13]. A literatura reporta, sobretudo, uma quantidade surpreendente de falhas coesivas na cerâmica de revestimento, raramente expondo a infraestrutura, entre 6% a 15,2%, no decurso de um período de 3 a 5 anos [13].

Uma das principais características dos sistemas cerâmicos relaciona-se com a translucidez da infraestrutura. Quanto mais translúcido for o sistema, mais apropriada será a sua indicação para a solução de casos com extrema exigência estética. Contudo, translucidez e resistência são grandezas inversamente proporcionais. No estudo de Heffernan *et al.* (2002), a translucidez de vários sistemas cerâmicos foi avaliada, tendo como grupos controle uma cerâmica de recobrimento e uma liga metálica, com espessuras compatíveis com as indicadas para a clínica (Fig. 1) [13,16].

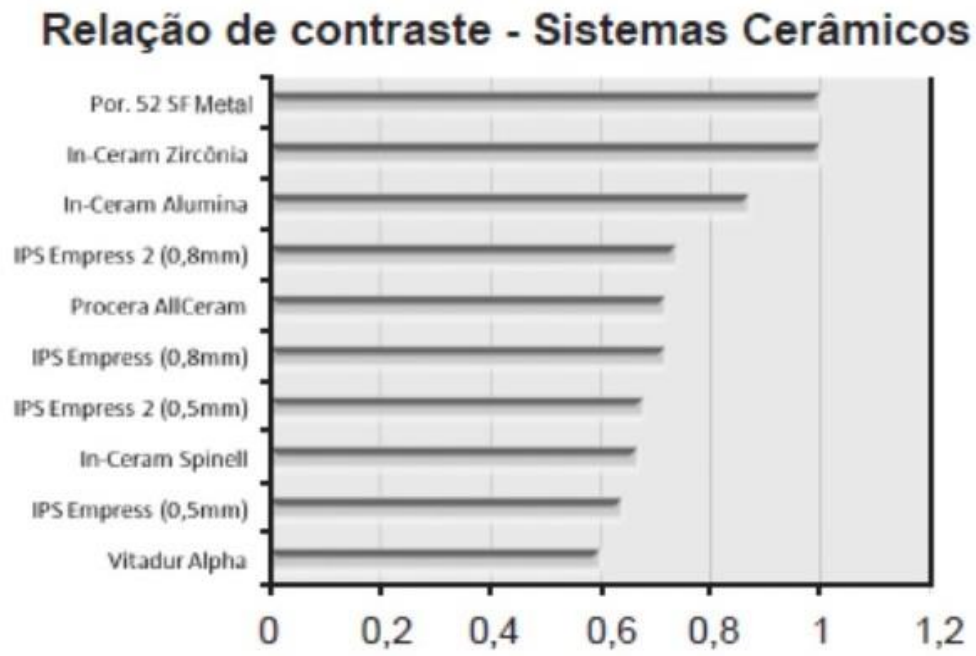


Figura A: Valores médios da relação de contraste dos principais sistemas cerâmicos. Fonte: Heffernan et al. (2002). (Adaptado e sem autorização do autor).

Foi reportado que os sistemas IPS Empress e In-Ceram Spinell os mais translúcidos, contudo, estes foram mais opacos do que a cerâmica Vitadur Alpha (controle). Adicionalmente, foi verificado que não houve diferença estatísticamente significativa entre os sistemas IPS Empress 2 e o Procera AllCeram. Foi ainda reportado que os valores da translucidez do metal (grupo controle), e da zircónia foram similares. Apesar da baixa translucidez da zircónia, similar à das ligas metálicas, esta não apresentava substrato acinzentado, e, assim, não havia a necessidade de implementar uma técnica adicional para mascarar a cor da infraestrutura [13,16].

Durante a confeção de uma PPF deverá ter-se em consideração os fundamentos biomecânicos como, retenção e resistência/estabilidade, vitalidade pulpar, preservação da saúde periodontal e estética. A complicação biológica mais frequente é a perda de vitalidade pulpar, com uma taxa de incidência de 2,1% no decurso de 5 anos. A segunda maior causa de fracasso em sistemas totalmente cerâmicos está relacionada com a recidiva de lesões de cárie, com uma taxa anual descrita de 0,37% [15].
A resistência à fratura das próteses parciais fixas (PPFs) está relacionada com a forma, o tamanho e a posição do conector, além do comprimento do(s) pôntico(s). A forma mais comum de falhas em PPFs totalmente cerâmicas é a

fratura dos conectores, resultando na propagação de fraturas a partir da superfície gengival dos pônticos [13].

Com a grande diversidade de sistemas cerâmicos disponíveis atualmente no mercado, ainda não foi possivel classificar qual o melhor, pois todos possuem vantagens e desvantagens descritas.

2- *Scanners* intraorais

Atualmente, 5 a 10% dos médicos dentistas utilizam a possibilidade de obter uma impressão dentária digital com o uso de *scanners* intraorais, e a taxa de utilizadores aumenta todos os anos. Mesmo assim, as impressões convencionais ainda são muito comuns. No entanto, é reconhecido que os modelos digitais oferecem mais vantagens [17]. Os *scanners* digitais intraorais (IOSs) levam a medicina dentária a uma era totalmente digital, mudando a rotina diária dos médicos dentistas e dos técnicos [1].
Os IOSs usam luz estruturada e/ou laser para capturar imagens sequenciais das arcadas dentárias do paciente, permitindo a reconstrução tridimensional (3D) da sua superfície, usando um *software* de reconstrução potente [18].

Estes sistemas baseiam-se em tecnologias óticas sem contacto tais como a microscopia confocal a laser, a triangulação ativa e passiva, a amostragem por frente de onda ativa, a tomografia de coerência ótica, a interferometria e princípios de mudança de fase. Todos os equipamentos atuais combinam mais de uma técnica de imagem para minimizar os erros, que podem surgir devido às características próprias da cavidade oral, como a diferente reflexão e translucidez dos dentes, gengiva, resinas, saliva e também os movimentos aleatórios da cabeça de cada paciente. Adicionalmente também se verifica que nestes dispositivos estão presentes diferentes tipos de fontes de luz estruturada e componentes óticos [19].

A digitalização por microscopia de laser confocal é uma técnica que capta as imagens com determinadas profundidades, num processo chamado de digitalização ótica. As imagens são adquiridas ponto a ponto e reconstruídas por *software* específico. Desta forma, a imagem do interior dos objetos translúcidos pode ser reconstruída, enquanto nos opacos isso só ocorre com as suas superfícies. Um microscópio convencional permite visualizar até onde a luz penetra num objeto, enquanto um microscópio confocal só consegue efetuar uma leitiura até uma determinada profundidade de cada vez [19].

Na técnica da microscopia confocal, que foi patenteada em 1961, por Marvin Minsky e desenvolvida nos anos posteriores, um cone de luz passa por uma pequena abertura e depois é focado pela lente da objetiva para um ponto focal pequeno no objeto. A abertura limitada do detetor de luz obstrui a luz, que não está a ser refletida do ponto focal, o que resulta em imagens mais nítidas e em várias profundidades (Fig. 2). O *software* consegue criar uma imagem em 3D, agrupando as imagens 2D dos sucessivos planos focais [19].

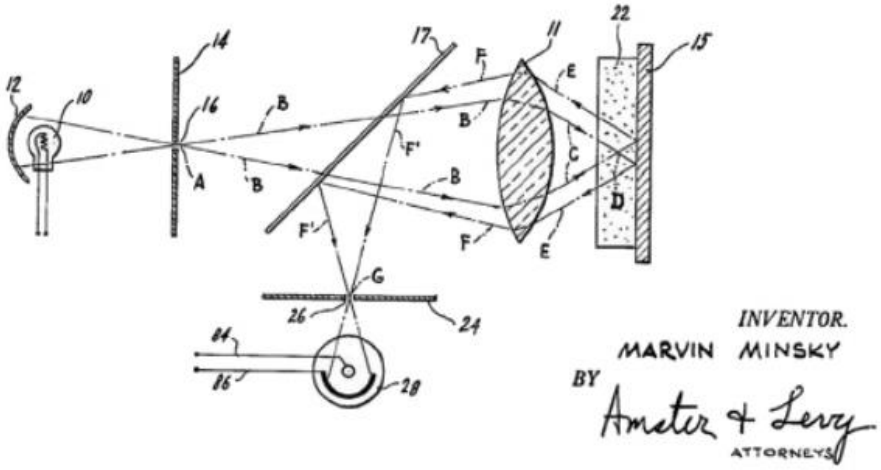


Figura B: Esquema de funcionamento da microscopia confocal.
Fonte: Logozzo et al. (2014). (Adaptado e sem autorização do autor).

A técnica da triangulação pode ser ativa ou passiva. Na triangulação ativa a radiação luminosa é projetada sobre o objeto e a sua reflexão é adquirida de forma a ser calculada a posição do objeto. Um cone de luz é gerado por um laser, que é refletido por um espelho e digitalizado no objeto alvo. Uma câmara, composta por lentes, e um fotodetector sensível medem a 14ª localização da imagem no ponto do objeto que está iluminado (Fig. 3). Na triangulação passiva duas imagens são obtidas através de duas câmaras, cujas posições e angulações são conhecidas. Essa informação é necessária para identificar os pontos com características correspondentes nas duas imagens, e assim aplicar a triangulação. A triangulação passiva fornece a maior precisão entre os sistemas deste tipo, contudo, só alvos de alto contraste com arestas bem definidas podem ser medidos com elevada precisão. Além disso, a luz ambiente também interfere bastante com os resultados (Fig. 4) [19].

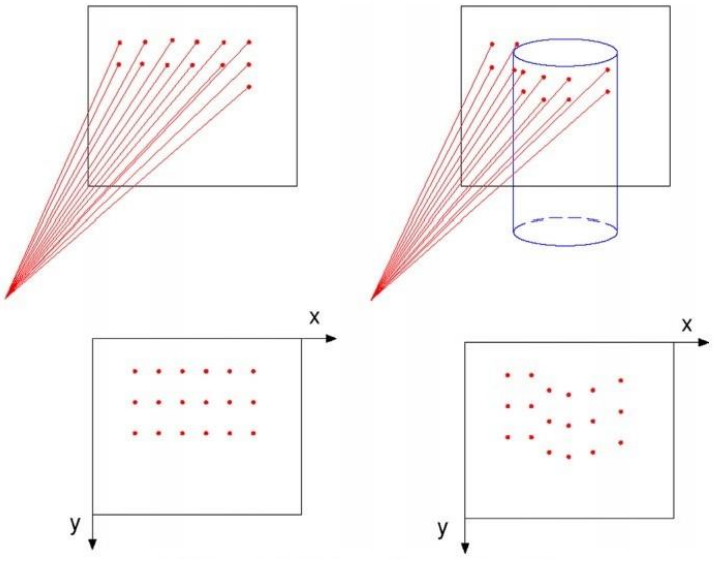


Figura 3: Método de triangulação ativa.
Fonte: Logozzo et al. (2014). (Adaptado e sem autorização do autor).

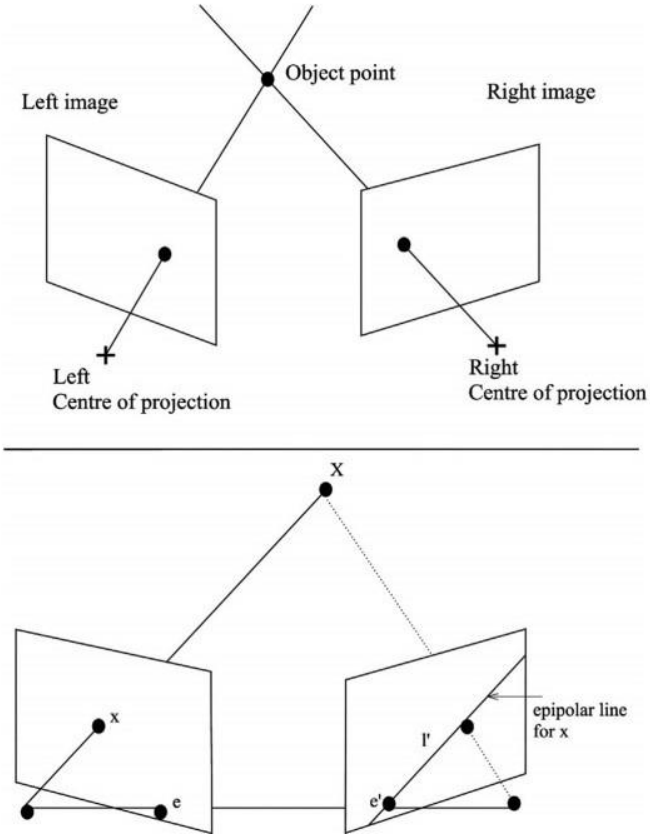


Figura 4: Método de triangulação passiva.
Fonte: Logozzo et al. (2014). (Adaptado e sem autorização do autor).

A amostragem através de onda ativa, é uma técnica de imagem 3D que usa uma única câmara e que incorpora um *design* ótico revolucionário, com algoritmos de processamento de imagem e uma reconstrução de modelo que captura os dados em 3D, numa sequência de vídeo e que modela os dados em tempo real (Fig. 5). Já a tomografia de coerência ótica é uma técnica de imagem interferométrica que fornece imagens de cortes transversais da subsuperfície de microestruturas dos alvos, como tecidos biológicos [19].

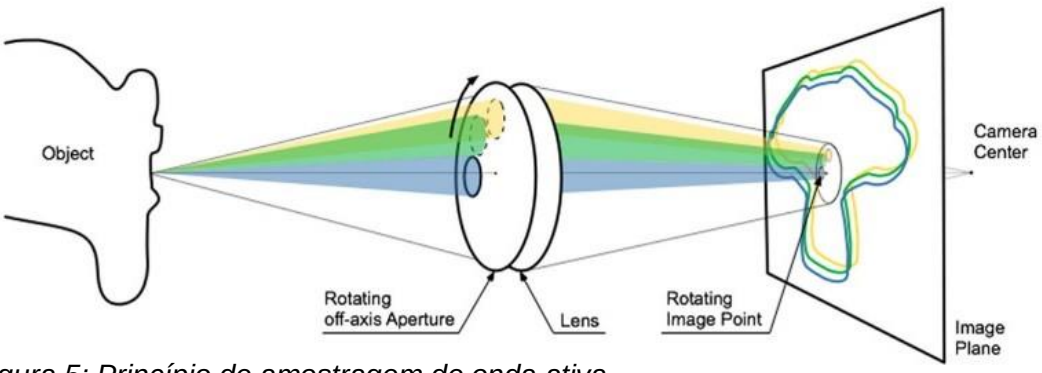


Figura 5: Princípio de amostragem de onda ativa.
Fonte: Logozzo et al. (2014). (Adaptado e sem autorização do autor).

A captura da impressão digital requer que se sigam uma série de passos, para cada impressão, através dos quais o operador é guiado. Isso inclui cinco digitalizações da área preparada: oclusal, lingual, contatos vestibulares e interproximais dos dentes adjacentes, e requer aproximadamente 15 ou 20s por dente preparado. Quando as digitalizaçães estão completas, o paciente é solicitado para fechar em oclusão, em relação cêntrica e um registo virtual é arquivado. Na generalidade, as digitalizações completas dos quadrantes superior e inferior e o registo de mordida virtual pode levar menos de 3 minutos para ser executado. Quando a impressão digital é concluída, o clínico pode ter uma série de ferramentas de diagnóstico para avaliar a preparação e para completar a própria impressão. Por exemplo, uma ferramenta para a linha de acabamento marginal está disponível para auxiliar na identificação de margem, permitindo um registo com mais definição e clareza [19].

Até ao momento, apenas alguns estudos compararam a veracidade e a precisão de diferentes IOS. Alguns focaram-se na precisão do IOS em modelos com dentes naturais, enquanto outros avaliaram a precisão em implantologia oral, sendo assim, devemos avaliar se diferentes IOS têm diferentes precisões. É muito difícil comparar os resultados (em termos de definição e precisão) desses estudos, pois os *scanners* têm diferentes tecnologias de captura de imagem e podem exigir diferentes técnicas de digitalização [20].

A precisão e definição, no entanto, não são os únicos elementos que podem diferenciar os dispositivos atualmente disponíveis comercialmente. Toda uma série de elementos (necessidade de opacificação com pó, velocidade de digitalização, tamanho da ponta, capacidade de deteção de impressões com cor) diferencia o IOS em termos da sua aplicabilidade clínica. A necessidade de aplicação de pó e opacificação é característica do IOS de primeira geração; onde o pó pode representar um inconveniente para o paciente. Além disso, a aplicação de uma camada uniforme de pó é complexa, e uma técnica de opacificação inadequada pode resultar em camadas de diferentes espessuras em vários pontos dos dentes, com o risco de surgirem erros, que reduzem a qualidade geral da digitalização (Fig. 6) [20].



Figura 6: Revestimento das superficies com pó de dióxido de titânio e digitalização intraoral.
Fonte: Martins (2014). (Adaptado e sem autorização do autor).

Os IOS têm velocidades de digitalização diferentes e os dispositivos de última geração são geralmente mais rápidos do que os mais antigos. No entanto, a velocidade de digitalização não depende apenas do dispositivo, mas em grande parte da experiência do clínico.
O tamanho da ponta também desempenha um papel importante, especialmente no caso de segundos e terceiros molares (ou seja, as regiões posteriores da maxila/mandíbula). Um *scanner* com uma ponta de dimensões limitadas seria preferível para o conforto do paciente, durante o exame; no entanto, mesmo *scanners* com pontas mais volumosas permitem excelentes digitalizações em áreas posteriores. A possibilidade de obtenção de modelos 3D com cor das arcadas dentárias representa uma das mais recentes inovações no campo da digitalização ótica. Até ao momento, apenas alguns IOS podem fazer impressões com cor. Geralmente, a cor é simplesmente adicionada aos modelos 3D, sobrepondo-os com fotografias de alta resolução. A informação sobre a cor é significativa, especialmente na comunicação entre o paciente e o técnico (Fig. 7) [20].



Figura 7: IOS 3Shape TRIOS 4 com cores e tecnologia fluorescente incorporada que ajuda na identificação de possíveis cáries.
Fonte: https://www.3shape.com/pt/scanners/trios-4 (2020). (Adaptado e sem autorização do autor).

A capacidade de capturar diretamente todas as informações da arcada dentária do paciente, sem o recurso de impressões físicas convencionais, é uma das vantagens das impressões óticas. As impressões físicas convencionais podem causar desconforto momentâneo ao paciente pelos incómodos e dificuldades decorrentes dos materiais posicionados nas moldeiras (por exemplo, pacientes com forte reflexo de vómito ou crianças) [20]. Segundo estudos de Yuzbasioglu, *et al*. (2014) as impressões digitais resultaram numa

técnica mais eficaz, em termos de tempo, do que as impressões convencionais. Os pacientes preferiram a técnica de impressão digital em vez das técnicas convencionais.

Vários estudos têm revelado eficácia em termos de tempo, pois possibilitam a redução do tempo de trabalho (e dos custos) quando comparadas com as impressões convencionais. Uma digitalização de arcada completa pode levar de 3 a 5 minutos, semelhante ao necessário para impressões convencionais, mas a necessidade de vazar moldes e obter modelos físicos de gesso acabam por exigir mais tempo de trabalho, quando comparados com a digitalização, que permite ainda o envio de modelos virtuais (arquivos proprietários ou STL), sem a necessidade de entrega por outras vias convencionais. As clínicas dentárias equipadas para planificar e produzir restaurações de prótese fixa, conseguem efetuar todo o processo desde a aquisição da imagem até á produção da peça final. As restaurações, são, assim, obtidas e caracterizadas para se encontrarem prontas para aplicação clínica [20].

Além disso, o armazenamento de modelos de gesso juntamente com a documentação do paciente exige dos profissionais muito espaço físico nos seus consultórios, o que é desnecessário quando se recorre ao IOS. Os modelos digitais incluem armazenamento e recuperação mais eficientes, transferência mais fácil, durabilidade superior, versatilidade diagnóstica aumentada e tempo de processamento reduzido [17].

Uma das principais desvantagens do uso dos *scanners* intraorais é a dificuldade em detetar as linhas de acabamento marginais mais profundas, de dentes preparados ou em caso de presença de hemorragia sulcular (Fig. 8). Em áreas estéticas, onde é importante para o clínico colocar as margens protéticas subgengivalmente, pode ser mais difícil para a luz detetar corretamente toda a linha de acabamento. Apesar disto, com a devida atenção e rapidez (o sulco gengival tende a colapsar imediatamente após a remoção do fio de retração ou do material de retração) e as estratégias adequadas para destacar a linha de acabamento (inserção de fio de retração simples ou duplo) e evitar hemorragia (excelente higiene oral e provisórios com perfil de emergência correto), é possível para o clínico adquirir uma boa impressão óptica, mesmo em contextos difíceis. Porém, alguns autores sugeriram estratégias de combinação, ou seja, utilização parcial de materiais de impressão convencional e procedimentos digitais [20]. Além disso, uma boa impressão ótica é o resultado de muitos fatores, nomeadamente do tipo de tecido digitalizado, da experiencia do operador, do tipo de *scanner* e/ou *software* e da adesão do paciente a correctas técnicas de higiene oral [17].

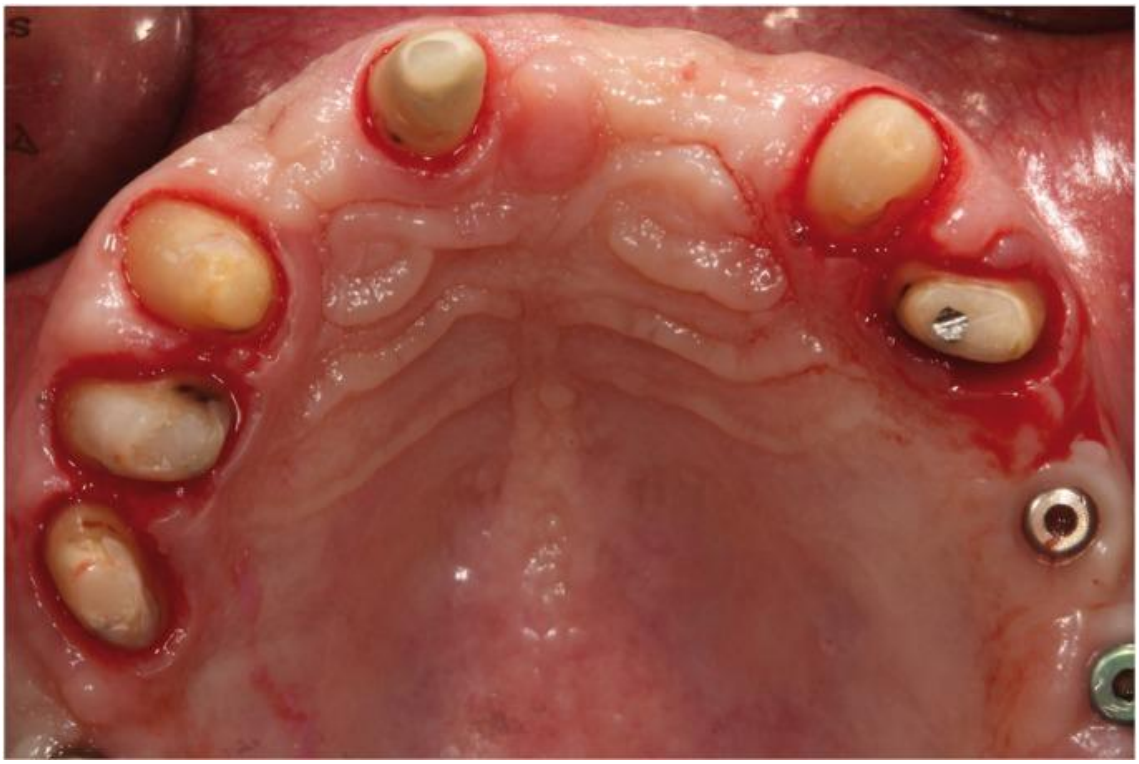


Figura 8: Imagem clínica com linhas de acabamento marginais profundas.
Fonte: Solá-Ruiz (2017). (Adaptado e sem autorização do autor).

Outra desvantagem, é o valor de aquisição de um IOS. Nos últimos anos, os fabricantes lançaram vários modelos novos no mercado, e o incremento da oferta deveria vir acompanhado de uma redução nos custos de aquisição. Independentemente disso, o custo de aquisição de um IOS de última geração deve ser amortecido ao longo dos anos, integrando o dispositivo no fluxo de trabalho clínico, em várias áreas da medicina dentária. Um aspeto importante a ser considerado inclui os custos adicionais relacionados com as atualizações do *software* de reconstrução. Diferentes empresas têm políticas diferentes a esse respeito, e é importante que o clínico esteja totalmente informado sobre os custos e taxas anuais, quando presentes, antes de adquirir um IOS. Finalmente, no caso de sistemas "fechados", ou com IOS que geram apenas formatos de arquivo proprietários, uma taxa anual ou mensal pode ser exigida para "desbloquear"os arquivos e torná-los utilizáveis por qualquer *software* CAD ou qualquer laboratório. Mais uma vez, o médico deve estar informado adequadamente sobre esses custos adicionais [20].

Um estudo realizado pelo *The Institute of Digital Dentistry* por Hamid Al-Hassiny, Haidar Al-Hassiny e Ahmad Al-Hassiny comparou todos os IOS disponíveis numa exposição na Alemanha (ISD 2019). Estes autores apresentaram todos os recursos que um IOS necessita de ter, visando auxiliar

os médicos dentistas na decisão da escolha do *scanner* intraoral mais adequado para a sua prática diária (Tabela 3) [21].

Tabela 3: Critérios de comparação para a avaliação de *Scanners* Intraorais.
Fonte: *The Institute of Digital Dentistry* (2019). (Adaptado e sem autorização do autor).

Critérios de Comparação para a avaliação de *Scanners* Intra-orais.	
Velocidade de digitalização	Velocidade total de digitalização da arcada (3-5min).
Fluxo de digitalização	Alta ou baixa frequência de imagens/compactação de imagens numa única digitalização .
Tamanho	Peso e comprimento geral e tamanho da ponta.
Facilidade de uso	Avaliar a digitalização e o processamento do *software*.
Custo	Depende dos complementos, distribuidora, localização.
Requisitos de subscrição e pacotes de manutenção	Assinatura anual para suporte e manutenção.
Exportação de exploração aberta ou fechada	Ficheiros-fonte devem ser STL, OBJ e/ou PLY.
Pormenores dedigitalização eautoclavagem	Se as pontas podem ser autoclavadas e quantos ciclos podem ser completados antes de serem substituídas.
Ecrã táctil	Se é *touch screen* ou se pode ser manipulado com rato e teclado.
***Scanner* sem fio**	Existe com ou sem fio.
Integração CAD	Possui ou não uma função de detecção de cárie, como a transiluminação ou fluorescência.
Integração CAD/CAM	Funções de *design* CAD/CAM integradas ou terá que exportar os ficheiros para *software* de terceiros.

Os IOS são de grande utilidade e são aplicados em vários campos da medicina dentária, para diagnóstico e para a produção de restaurações ou dispositivos personalizados em próteses, cirurgia e ortodontia, e cabe ao médico dentista escolher qual o melhor IOS para sua prática diária. Em prótese dentária são usados para fazer impressões de preparações de dentes naturais, para a produção de uma ampla gama de restaurações protéticas: *inlays/onlays* de resina, *copings* de zircónia, coroas simples em dissilicato de lítio, zircónia, metalo-cerâmica e cerâmica pura, bem como para estruturas e próteses parciais fixas. O IOS também pode ser usado com sucesso para capturar a posição 3D de implantes dentários e para produzir restaurações suportadas por implantes, nomeadamente coroas simples, pontes e barras [20].

Além disso, um estudo de Libonati *et al.* (2020) demonstrou através de um caso clínico, que também é possível utilizar a digitalização intraoral para fresar um pino e uma restauração num dente pré-molar inferior tratado

endodonticamente. Este protocolo operativo foi baseado em experiências *in vitro* anteriores que confirmaram a capacidade de leitura do *scanner* 3shape Trios de um pós-espaço até 9 mm de profundidade [22,23].
Até ao momento, a literatura não suporta o uso de IOS em impressões de arcada completa mas vários estudos e revisões da literatura demonstraram que a precisão do IOS ainda não é suficiente em tais casos clínicos desafiadores. Num estudo realizado na China em 2020, que avaliou a eficácia clínica da prótese totalmente executada de forma digital, por tecnologia de *design*/produção assistida por computador (CAD/CAM) e a prótese total realizada por métodos tradicionais, verificou que a prótese totalmente executada de forma digital foi alcançada da mesma forma que a de uma prótese executada de forma totalmente tradicional, apresentando, assim, o mesmo efeito terapêutico em termos de satisfação do paciente e avaliação da qualidade de vida oral. Assim, podemos perceber que ainda faltam mais estudos sobre impressões de arcada completa para avaliar sua eficácia na prática clínica diária [20,24]. Na tabela 3 apresentam-se as indicações e contraindicações do uso clínico do IOS em diferentes áreas de atuação da medicina dentária [20].

Indicações e Contraindicações do uso de IOS		
Área	**Indicação**	**Contraindicação**
Prótese	Resina Inlay/Onlay	Próteses parciais fixas de grande extensão/ arcadas completas fixas (6-8 elementos)
	Copings de zircónia	Próteses parciais fixas sobre implantes de grande extensão(6-8 elementos)
	Restaurações em dissilicato de lítio, zicónia, cerâmica	Próteses removíveis completas
	Estruturas e próteses parciais fixas em zircónia (4-5 elementos)	
	Coroas unitárias de implantes	
	Pontes sobre implantes (4-5 elementos)	
	Barras suportadas por implantes (≤ 4 implantes)	
	Espigões	
	Próteses parciais removíveis	
	Design de sorriso digital	

Tabela 4: Indicações clínicas e contraindicações do uso IOS.
Fonte: Mangano *et al.* (2017). (Adaptado e sem autorização do autor).

	Obturadores	
Implantodontia	Cirurgias guiadas de implantes	
Ortodontia	Diagnóstico e planificação	
	Alinhadores	
	Dispositivos confecionadossob medida	
	O paciente virtual	

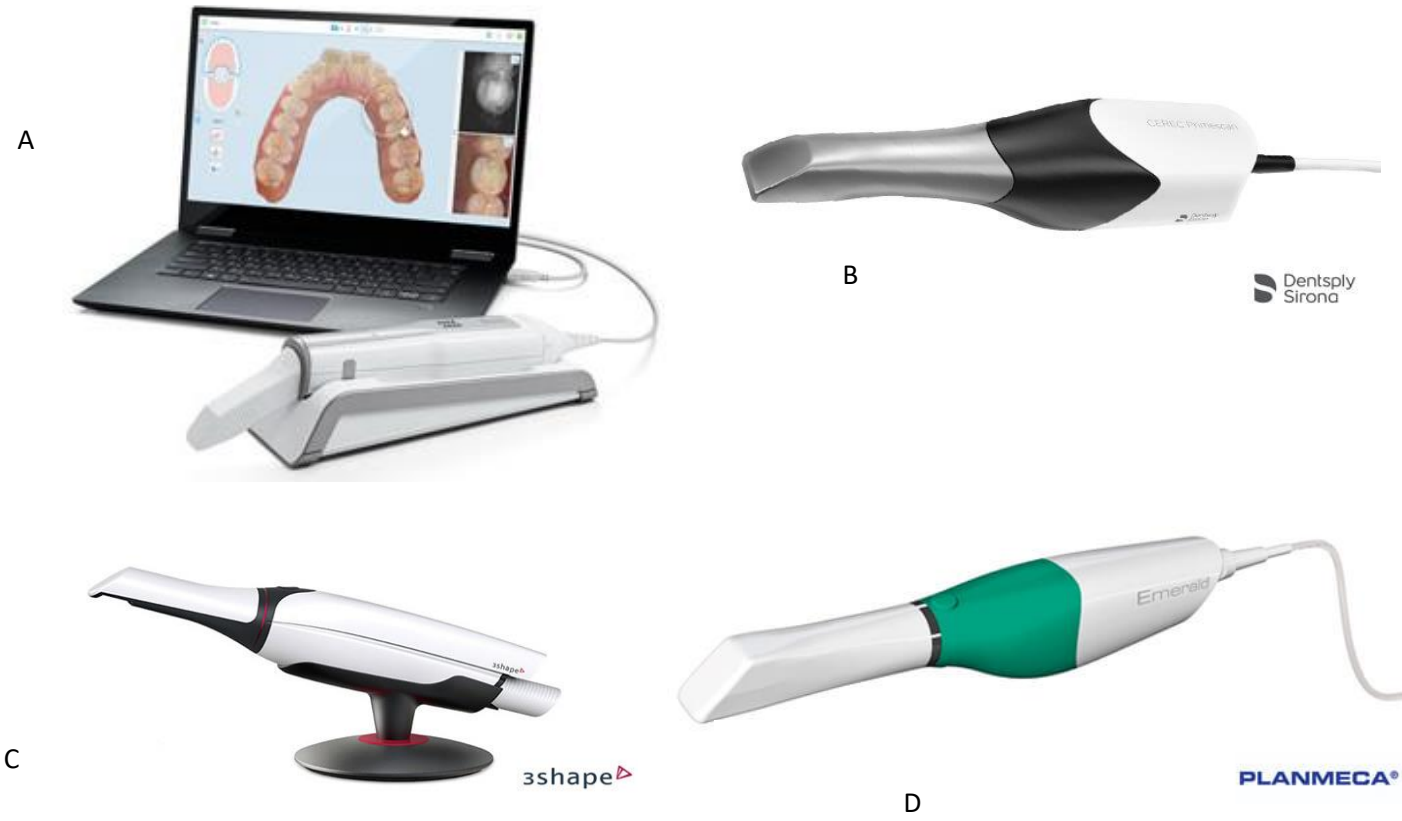


Figura 9: Scanners Intraorais. A) iTero Elemento 5D por Align Technology. B) Primescan de Dentsply Sirona. C) TRIOS 4 de 3 Shape. D) Emerald S de Planmeca.
Fonte: The Institute of Digital Dentistry (2019). (Adaptado e sem autorização do autor).

3. Fluxo de Trabalho Digital

O fluxo de trabalho digital em medicina dentária tem aumentado nos últimos anos, devido ao avanço de tecnologias como *scanners* intraorais e

software, que têm contribuído para melhorar a comunicação entre o clínico e o técnico de prótese dentária. O fluxo de trabalho digital apresenta uma nova abordagem para uma reabilitação previsível usando fotografias intra e extraoral do paciente, enceramento diagnóstico virtual, *scanner* intraoral e produção CAD-CAM. A tecnologia *Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing* (CAD-CAM), consiste num desenho tridimensional do tratamento e produção pelo uso de equipamentos de impressão ou fresagem [25, 27].

A primeira etapa de um fluxo de trabalho digital é o enceramento diagnóstico virtual a partir das fotografias do paciente, para a uma planificação estética com a tecnologia do sorriso digital. O método do sorriso digital permite um diagnóstico estético simplificado e torna mais eficaz a comunicação com os pacientes, graças à visualização da restauração. Uma vez validada a simulação da reabilitação e, em seguida, validada a preparação, a produção final será realizada usando tecnologias CAD-CAM. Essa tecnologia oferece várias vantagens, tais como a precisão de um planeamento/projeto baseado em computador, a rapidez da impressão digital, a qualidade dos produtos realizados em formato digital e sua reprodutibilidade em qualquer momento. Outra vantagem muito importante é uma pré-visualização tridimensional (simulação), que permite que o objeto/execução final seja visualizado, para que o clínico e o paciente possam avaliá-los de todos os pontos de vista, aumentando a capacidade de diagnóstico e a precisão dos tratamentos [26, 27].



Figura 10: Ilustração de Planmeca Romexis Smile Design. Fonte:https://www.planmeca.com/pt/software/modulos-de-software/planmeca-romexis-smile-design/ (2020). (Adaptado e sem autorização do autor).

A estética beneficia com o a aplicação de *scanners* intraorais e fluxo de trabalho digital, consistindo em *design* e simulação de sorrisos, maquetes de protótipos e produção de facetas cerâmicas. Isso é possível pela aquisição de impressões digitais, uma série de fotografias do rosto e do sorriso do paciente, e através de um *software* de *design* de sorriso, que permite modelar toda a aparência do sorriso. Dessa forma, o clínico tem a oportunidade de discutir com o paciente e decidir com o mesmo a estética da restauração, antes de dar início ao plano de tratamento. Este ponto é crucial para a percepção das expectativas do paciente [27].

Uma rápida pesquisa no mercado de trabalho a generalidade dos *software* disponíveis, entre os quais se destaca o método *Digital Smile Design*. O *Digital Smile Design* permite um fluxo de trabalho completo, que simula a reabilitação de um paciente, simplesmente começando com fotografias devidamente calibradas. O estudo facial geralmente é feito a partir das linhas de referência, as quais foram desenvolvidas a partir dos parâmetros padronizados para os perfis frontal e lateralda face. As linhas de referência horizontais utilizadas no perfil frontal incluem as linhas interpupilar e intercomissural, que proporcionam uma sensação geral de harmonia e perspetiva horizontal, presentes num rosto esteticamente agradável. No entanto, a principal limitação deste tipo de método está relacionada com as diversas características anatómicas envolvidas na reabilitação. O plano de tratamento para alcançar um "sorriso estético" do paciente está relacionado com diferentes áreas anatómicas, nomeadamente dentes, gengiva, mucosa, lábio, pele, entre outros, que dependem de simetria, forma e proporções consideradas como o *Gold Standard* [28].

Um estudo de Stanley *et al*. 2018, que teve como objetivo resolver uma perda de dimensão vertical, estética e disfunções da articulação temporomandibular, utilizando um fluxo de trabalho digital, uso de IOS e o *software Digital Smile Design,* e demonstra que é possivel obter a posição de intercuspidação máxima (MIP) através de um *scanner* intraoral, bem como a obtenção de uma nova dimensão vertical de oclusão, recorrendo ao articulador virtual em sistema de CAD/CAM. Neste caso foi aplicado o protocolo de documentação dinâmica do *digital smile design* (DSD) obtendo-se quatro vídeos, executados com um *smartphone*, de vários ângulos, calculados para atingir um desenvolvimento ideal dodo sorriso facial. A informação foi enviada ao Laboratório DSD. O objetivo principal da técnica DSD é conciliar as fotografias dos três perfis (oclusal, frontal e 12 horas), com uma régua digital, para criar um enquadramento do sorriso, apoiado por uma análise de vídeo. De seguida, este enquadramento do sorriso 2D foi transformado num enceramento digital 3D, no *software* CAD. O formato *STL* do arquivo 3D final foi exportado para uma impressora, que gerou o modelo com o novo *design,* produzindo-se um *mock-up* motivacional, com resina bisacril. No novo modelo, a dimensão vertical foi redimensionada e o paciente passou duas semanas com um *mock up* provisório, para testar a adaptação à nova dimensão vertical. Depois de testada essa

mordida, e como o paciente estava confortável e estável, não houve necessidade de desprogramar a mordida e redefinir uma nova relação cêntrica. Guiados pelo *mock up*, os dentes pilares foram minimamente preparados. Uma nova digitalização intraoral foi efetuada. As novas informações foram enviadas para o laboratório DSD, que produziu um arquivo STL, com modelos virtuais, que foram enviados e fabricados em laboratório. Esses modelos 3D foram impressos num equipamento de impressão 3D. As facetas e coroas definitivas foram preparadas digitalmente, utilizando *software* protético, e confecionadas numa fresadora, com blocos de cerâmica de dissilicato de lítio. Depois de confirmar o ajuste marginal e as propriedades óticas, através de um teste, os dentes pilares, coroas e facetas de cerâmica foram preparados, foram cimentados de forma adesiva aos *abutments*. Todo o excesso do agente de cimentação foi removido e os ajustes oclusais foram realizados e confirmados usando a tecnologia *T-scan*. Após 6 meses, as restaurações finais foram avaliadas e permaneceram estáveis, sem qualquer traço de fratura. O paciente com a nova dimensão vertical apresentava conforto oclusal e miofacial. Graças à evolução da tecnologia em medicina dentária, é possível efetuar um caso totalmente digital e solucionar problemas, como perda de dimensão vertical, com sucesso (Fig. 11) [25].





Figura 11: Sequência de fotos do caso clínico.
Fonte: Stanley et al. (2018). (Adaptado e sem autorização do autor).

O fluxo trabalho digital noutras áreas da medicina dentária, também é reconhecido, como o trabalho de Arias *et al.* 2015 foi efetuado um estudo mais aprofundado sobre a abordagem com o *Digital Smile Design*, para a realização e planificação de uma cirurgia periodontal, para resolução de um sorriso gengival. Coachman *et al.* também avaliaram a utilização deste *software* para o planificação de reabilitações de prótese total sobre implantes. Neste estudo, o *software* foi usado para planificar uma cirurgia guiada por computador e produção auxiliada por computador (CAD / CAM) dos dispositivos protéticos finais. Nesse caso, portanto, o *Digital Smile Design* foi útil para a reabilitação implante-prótese. Um artigo publicado no *Journal of Prosthetic Dentistry* reporta a possibilidade de realizar uma reabilitação total apoiada por implantes e uma regeneração óssea guiada com base na informação obtida através do *Digital Smile Design*. O paciente portador de deficiência óssea grave, após uma planificação digital, foi submetido a uma cirurgia de aumento ósseo vertical e horizontal, e para tal, foram construídos dispositivos cirúrgicos, os acessórios foram posicionados de forma a permitir a reabilitação implante-prótese. A reabilitação final envolveu uma prótese totalmente aparafusada sobre os implantes [28].
Veneziani M. propôs um estudo sobre esta abordagem usando *Digital Smile Design* para o tratamento de casos complexos. Neste artigo, este autor avaliou a possibilidade de reabilitação com facetas incluindo diferentes ramos da medicina dentária, como tratamento periodontal, cirurgia mucogengival, medicina dentária restauradora, ortodontia e reabilitação oral. Segundo este autor, é possivel realizar uma abordagem multidisciplinar para o paciente, graças a este protocolo digital, incluindo facetas de cerâmica [28].

Como sabemos os protocolos digitais tem vindo a influenciar, cada vez mais, os conceitos de tratamento reabilitador prostodôntico. Os fluxos de trabalho para restaurações individuais, tanto nos dentes como nos implantes, podem beneficiar principalmente da tendência digital atual. As restaurações monolíticas processadas por CAD/CAM originadas de IOS, seguidas de um projeto virtual e produção sem a necessidade de fundição física devem ser consideradas como uma primeira linha das técnicas convencionais de produção para restaurações posteriores. Portanto, as vantagens de um ambiente virtual são óbvias, embora a validação científica ainda esteja pendente [8].

4. Precisão de Impressão Digital

Vários estudos sobre a precisão de *scanners* intraorais e impressões digitais foram publicados, testando restaurações de um único elemento, vários dentes adjacentes, quadrantes e digitalizações de arcada completa [4]. Um estudo de Abduo J. realizado em 2019, comparou a precisão das impressões produzidas a partir do fluxo de trabalho digital, com a das impressões produzidas a partir de técnicas convencionais. Para a precisão de arcada completa, os modelos produzidos com IOS, foram inferiores aos produzidos com polivinilsiloxano e alginato. O resultado inferior do IOS parece estar relacionado com a extensão da digitalização. Para a precisão de um único dente, o IOS mostrou uma precisão superior em comparação com as impressões convencionais [29].

Em relação à adaptação marginal de coroas, um estudo de Hasanzade *et al.* 2020 concluiu que as técnicas de impressão e produção podem afetar a precisão do ajuste de restaurações fixas de recobrimento completo [30]. Um fluxo de trabalho totalmente digital permitiu a obtenção de restaurações com adaptação marginal comparável ou melhor do que a dos outros métodos [30].

O tipo de substrato tem um impacto na precisão geral das digitalizações intraorais, onde a dentina é a mais precisa e o esmalte é a estrutura dentária registrada com menos precisão. Investigadores da Carolina do Sul, em 2020, afirmaram que o tipo de substrato afeta a definição e a precisão de uma digitalização. Estes autores reportaram que os *scanners* de triangulação ativos são mais sensíveis às diferenças de substrato do que as suas componentes confocais paralelas. Devido aos avanços da tecnologia, alguns *scanners* digitalizam melhor certos substratos, mas, em geral, a nova geração de *scanners* superou os problemas dos antigos, incluindo uma melhoria coletiva na imagem de todos os substratos [17, 31].

Outro aspeto que influencia na precisão é a experiência do operador, onde operadores mais experientes e areas menores de digitalização tornam as digitalizações mais precisas. Uma pesquisa realizada em Seul, em 2018, demonstrou que os sistemas mais recentes eram menos propensos a serem influenciados pela experiência clínica do clínico, bem como pela região da

cavidade oral que é digitalizada. Esta teoria foi confirmada pelos estudos realizados em Seul no ano de 2017 e no Brasil, em 2020. Facto é que a experiência do operador pode se questionada, uma vez que neste estudo, executado em 2020, a equipa de operadores foi composta por 3 profissionais com diferentes níveis de experiência, ao contrário das pesquisas de Seul, que utilizavam assistentes como operadores [17].

Como visto anteriormente, o tipo de *scanner* intraoral e o *software* utilizado também são levados em consideração quando falamos em precisão de impressão; um grupo de investigadores de Giessen, estudou a precisão de transferência de quatro *scanners* diferentes, que foram equipados com as versões de *software* mais recentes. Estes últimos compararam os dados obtidos com os das impressões convencionais e verificaram que os IOSs atuais, equipados com as versões de *software* mais recentes, apresentavam menor desvio para distâncias curtas em comparação com a técnica de impressão convencional. No entanto, os resultados mostraram que, para distâncias muito superiores, a técnica de impressão convencional proporcionava uma melhor *performance*[17].

O sucesso de qualquer restauração dentária a longo prazo depende da sua adaptação marginal à estrutura dentária existente. Complicações como o desenvolvimento de lesões de cárie, podem ocorrer na proximidade das margens da preparação dentária, como resultado da infiltração bacteriana e acumulação de biofilme, nas zonas com discrepâncias marginais. Portanto, a obtenção de uma impressão precisa do dente é fundamental no processo de produção de uma restauração dentária de prótese fixa.
Um estudo realizado em 2020 por Chiu *et al*. investigou a diferença na precisão entre as impressões digitais obtidas usando várias configurações de resolução de digitalização no *scanner* 3Shape TRIOS 3, visto que este IOS e *software* possuem grande popularidade no mercado e suposta precisão superior. Estes autores verificaram a precisão das digitalizações na linha de acabamento dos dentes preparados. Concluiram que não se encontrava nenhuma diferença estatisticamente significativa entre a resolução padrão e a alta resolução em termos de precisão na linha de acabamentode preparação da coroa, usando o *scanner* intraoral 3Shape TRIOS 3 [5].

Além das investigações sobre a precisão de impressão existem também alguns estudos sobre a qualidade das próteses produzidas num modelo impresso em 3D; assim, em 2018, Jang *et al.* avaliaram a adaptação marginal e o acabamento de coroas produzidas com base num modelo impresso em 3D, visando investigar o potencial de aplicabilidade clínica do mesmo no campo protético dentário. Para isso, foram confecionadas coroas em matrizes impressas em 3D e foram comparadas quanto à adaptação marginal e acabamento de coroas confecionadas em matriz de gesso convencional (CS) e em matriz digital virtual (VD). Dentro das limitações deste estudo *in vitro*, foram retiradas as seguintes conclusões: os valores médios da discrepância marginal e o *gap* interno em todos os grupos variaram entre 30,9 a 52,6 µm, ainda dentro

da faixa clinicamente aceitável (<120 µm). Porém, a adaptação marginal de coroas produzidas com base nos modelos impressos em 3D (DD e PD) foram inferiores aos obtidos com os modelos em gesso (CS) e modelos virtuais digitais (VD). Portanto, é necessário melhorar a *performance* da impressora 3D, antes da aplicação clínica de modelos impressos em 3D na área de prótese fixadentária [32].
Ahrberg *et al*. avaliaram a adaptação marginal de coroas de zircónia produzidas em CAD/CAM e PPF de três unidades, resultantes da digitalização direta *versus* indireta. As únicas diferenças verificadas entre estas duas técnicas, referem-se á digitalização dos dentes preparados na impressão direta intraoral, relativamente à impressão indireta dos dentes preparados (digitalização através dos modelos vazados extra oralmente [33].
Outro estudo, que avaliou a adaptação marginal de próteses parciais fixas de três unidades produzidas em cerâmica pura CAD/CAM, por digitalização indireta, e de próteses parciais fixas de metalocerâmica fabricadas com a técnica de impressão convencional, revelou que a precisão das PPFs de três unidades geradas por CAD/CAM é satisfatória para aplicação clínica [33].

De acordo com a ISO 5725 (*International Organization for Standardization*), a exatidão é descrita por dois métodos de medição: definição e precisão. A definição refere-se à proximidade da concordância entre a média aritmética de muitos resultados de teste e o valor de referência verdadeiro ou aceite. A precisão refere-se à proximidade da concordância entre os resultados do teste. O método de medição contribui para a variabilidade da definição e precisão reportadas para o IOS, pois dependem de aspetos como o operador, o equipamento utilizado e a calibração, o tempo decorrido entre as medições e o ambiente (temperatura, humidade etc.). No entanto, os métodos de cálculo de precisão e definição para IOS são limitados, devido à qualidade das referências utilizadas e à técnica de medição utilizada [34]. Além disso, alguns estudos compararam distâncias entre STL gerados a partir de um modelo de gesso e aqueles gerados com IOS manualmente, enquanto outros estudos usaram um algoritmo para alinhar dois arquivos diferentes e calcular a distância entre eles [35]. No entanto, o processo de medição na primeira estratégia é altamente dependente do operador, enquanto o algoritmo de alinhamento requer a supressão manual subjetiva do operador de áreas imprecisas, como a língua ou tecidos moles, para evitar o alinhamento incorreto. Assim sendo, considera-se que são necessárias mais investigações para desenvolver estratégias padronizadas e comparáveispara a medição da precisão do IOS [36].

DISCUSSÃO

No presente estudo, foi realizada uma revisão bibliográfica objetivando-se transmitir a evolução do uso de *scanners* intraorais e sua aplicabilidade em prótese fixa. A medicina dentária moderna está cada vez mais eficaz e prática com o uso de IOS, sendo que uma reabilitação oral protética torna-se previsível e rápida. Tradicionalmente, a abordagem de tratamento padrão consistia em técnicas de impressão convencionais e modemos de gesso para a produçãode reconstruções de resina acrílica e cerâmicas fundidas com metal, usando a técnica de cera perdida. Em oposição, a tecnologia de engenharia computadorizada está relacionada com precisão consistente e resultados de produção reprodutiveis num processo de trabalho simplificado com uma mão de obra reduzida. O estabelecimento da tecnologia CAD/CAM foi o divisor de águas para a produção de próteses dentárias fixas suportadas por dentes e suportadas por implantes através de *design* digital com aplicações de *software* de medicina dentáriae produção secundária assistida por computador com procedimentos de prototipagem rápida, como fresagem ou impressão 3D, num ambiente virtual sem qualquer necessidade de modelo físico [8].

O IOS parece encontrar-se clinicamente adaptado para a prática diária comum, independentemente da tecnologia usada. Cada tecnologia deve ser considerada no contexto da atividade individual, requisitos e expectativas dos profissionais. Uma compreensão da tecnologia IOS é necessária para que qualquer médico dentista tenha uma estratégia clínica bem sucedida durante a digitalização de dentes preparados. No entanto, não existe uma técnica de digitalização, *scanner* ou tecnologia que possa ser unanimemente considerada mais precisa, devido à falta de procedimentos padronizados ou estudos *in vivo* comparáveis. Embora o IOS seja atualmente baseado principalmente em tecnologia confocal, a exigência de *hardware* volumoso significa que ainda estão a ser desenvolvidas técnicas alternativas, como tecnologias baseadas em *software*, especialmente por razões ergonómicas, nomeadamente o conforto do paciente [36].

Com a introdução da nova tecnologia digital no campo da medicina dentária, é necessário determinar a combinação ideal de um fluxo de trabalho digital e convencional com base nas etapas do plano de tratamento [37]. Várias são as especialidades que sofreram mudanças evidentes em todas as etapas dos protocolos e materiais, incluindo, à ortodontia, à implantologia, á reabilitação oral e todos os procedimentos laboratoriais médico-dentários. Isso permite uma planificação protético/funcional precisa, uma pré-avaliação estética/funcional adequada da reabilitação oral proposta [27]. A abordagem digital encontra-se em

rápido desenvolvimento e otimização, constituindo na opção mais realista, com possibilidades de melhorias imediatas através de uma melhoria na comunicação e transferência de dados entre a clínica e o laboratório [38]. Compreender as limitações da medicina dentáriaconvencional e digital permitirá ao clínico criar uma integração sinérgica de processos de ambas as áreas, para otimizar a gestãode planos de tratamento complexos e desafiadores [37].

CONCLUSÃO

É possível concluir que com o avanço das tecnologias na área da medicina dentária o fluxo de trabalho se torna muito mais rápido, simples e previsível, a aplicabilidade de planificações de tratamentos digitais na área da prótese fixa está a revolucionar cada vez mais a reabilitação oral. No entanto contiua a ser necessário realizar mais investigações de forma a complementar os estudos anteriores, para assim se definir o padrão de trabalho, seja ele convencional e/ou digital. Entretanto cabe ao profissional selecionar qual o material (IOS e *software*) que considera mais apropriado a cada situação específica e que mais se aproxima da sua rotina clínica diária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ferrini, F., Sannino, G., Chiola, C., Capparé, P., Gastaldi, G., & Gherlone, E. F. Influence of intra-oral scanner (I.O.S.) on the marginal accuracy of CAD/CAM single crowns. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019; 16(4), 1–9.
2. Beuer, F., Schweiger, J., & Edelhoff, D. Digital dentistry: An overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. British Dental Journal. 2008; 204(9), 505–511.
3. Van der Meer, W. J., Andriessen, F. S., Wismeijer, D., & Ren, Y. Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. PLoS ONE. 2012; 7(8), 1–8.
4. 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), 1–7.
5. Chiu, A., Chen, Y. W., Hayashi, J., & Sadr, A. Accuracy of CAD/CAM digital impressions with different intraoral scanner parameters. Sensors (Switzerland). 2020; 20(4).
6. Yilmaz, H., Özlü, F. Ç., Karadeniz, C., & Karadeniz, E. I. (2019). Efficiency and accuracy of three-dimensional models versus dental casts: A clinical study. Turkish Journal of Orthodontics. 2019; 32(4), 214–218.
7. Lee, S. J., Kim, S. W., Lee, J. J., & Cheong, C. W. Comparison of intraoral and extraoral digital scanners: Evaluation of surface topography and precision. Dentistry Journal. 2020; 8(2).
8. Joda, T., Zarone, F., & Ferrari, M. The complete digital workflow in fixed prosthodontics: A systematic review. BMC Oral Health. 2017; 17(1), 1–9.
9. Venezia, P., Torsello, F., Santomauro, V., Dibello, V., & Cavalcanti, R. Full digital workflow for the treatment of an edentulous patient with guided surgery, immediate loading and 3D-printed hybrid prosthesis: The BARI technique 2.0. a case report. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2019; 16(24).
10. The glossary of prosthodontic terms. J Prosthet Dent. 2005 Jul; 94 (1): 10-92.
11. Da Silva, P. L. P., Lemos, G. A., Bonan, R. F., Queiroz, J. R. C., & Batista, A. U. D. Sobrevida de prótese parcial fixa posterior em zircônia: revisão sistemática de estudos clínicos com até 7 anos de acompanhamento. Cerâmica. 2016; 62(361), 71–76.
12. Pegoraro, F. Prótese Fixa: Bases para o Planejamento em Reabilitação Oral. 2ed. São Paulo. [livro online]; [acesso em fevereiro de 2021]. Disponivel em Google Books.
13. Martins, L. M., Lorenzoni, F. C., Farias, B. C., Lopes, L. D. S., Bonfante, G., & Rubo, J. H. Biomechanical behavior of dental ceramics: Review. In Ceramica. 2010; Vol. 56, Issue 338, pp. 148–155.
14. Porcelain-Fused-to-Metal Crowns versus All-ceramic Crowns: A Review of the Clinical and Cost-Effectiveness. Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health. 2015.

15. Sailer, I., Pjetursson, B. E., Zwahlen, M., & Hämmerle, C. H. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part II: Fixed dental prostheses. Clinical oral implants research. 2007; 18 Suppl 3, 86–96.
16. Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. J Prosthet Dent. 2002 Jul; 88 (1): 4-9.
17. Kustrzycka, D., Marschang, T., Mikulewicz, M., & Grzebieluch, W. Comparison of the accuracy of 3D images obtained from different types of scanners: a systematic review. Journal of Health engineering. 2020.
18. Mangano, FG, Admakin, O., Bonacina, M., Lerner, H., Rutkunas, V., & Mangano, C. Veracity of 12 intraoral scanners in the molding of a full arch implant: a comparative study in vitro. BMC oral health. 2020; 20 (1), 263.
19. Silva, IMF. "Comparative study of digital reading of intra and extraoral scanners in Prosthodontics". Monografia; Porto: Faculdade de Medicina Dentária da Universidade Porto; 2015.
20. 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.
21. Comparison criteria for the evaluation of intraoral scanners. The Institute of Digital Dentistry. 2019; Alemanha.
22. Libonati, A., Di Taranto, V., Gallusi, G., Montemurro, E., & Campanella, V. Custom CAD / CAM fiberglass powders and core with intraoral digital printing: a case report. Clinical, cosmetic and experimental dentistry. 2020; 12, 17-24.
23. Tsintsadze N, Juloski J, Carrabba M, Tricarico M, Goracci C, Vichi A, Ferrari M, Grandini S. Performance of CAD / CAM fabricated fiber posts in oval-shaped root canals: An in vitro study. Am J Dent. 2017 Oct; 30 (5): 248-254.
24. Wei L, Zou D, Chen H, Pan SX, Sun YC, Zhou YS. [Evaluation of the clinical effectiveness of a type of digital full denture]. Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban. = Journal of Peking University. Health sciences. 2020; vol. 52,4: 762-770.
25. Stanley, M., Paz, AG, Miguel, I., & Coachman, C. Fully digital workflow, integrating dental scanning, smile design and CAD-CAM: case report. BMC oral health. 2018; 18 (1), 134.
26. Marsango, V., Bollero, R., D'Ovidio, N., Miranda, M., Bollero, P., & Barlattani, A., Jr. Digital workflow. ORAL & implantology. 2014; 7 (1), 20–24.
27. Tallarico M. Computerization and Digital Workflow in Medicine: Focus on Digital Dentistry. Materials: Basel, Switzerland. 2020; 13 (9), 2172.
28. Cervino, G., Fiorillo, L., Arzukanyan, AV, Spagnuolo, G., & Cicciù, M. Digital dental restorative workflow: Digital Smile Design from aesthetics to function. Dentistry newspaper. 2017; 7 (2), 30.
29. Abduo J. Precision of molds produced from conventional and digital workflows: a qualitative and quantitative analysis. The journal of advanced prostodontics. 2019; 11 (2), 138-146.
30. Hasanzade, M., Aminikhah, M., Afrashtehfar, K. I., & Alikhasi, M. Marginal and internal adaptation of single crowns and fixed dental prostheses by

using digital and conventional workflows: A systematic review and meta-analysis. The Journal of prosthetic dentistry. 2020;
31. Sami, T., Goldstein, G., Vafiadis, D., & Absher, T. An in vitro 3D evaluation of the accuracy of 4 intraoral optical scanners on a 6-implant model. The Journal of prosthetic dentistry. 2020; 124(6), 748–754.
32. Jang, Y., Yes, JY, Park, JK, Kim, WC, Kim, HY and Kim, JH. Evaluation of the marginal and internal fit of a single crown manufactured from a three-dimensional printed model. The journal of advanced prostodontics. 2018; 10 (5), 367-373.
33. Kumar, HC, Kumar, TP, Hemchand, S., Suneelkumar, C., & Subha, A. Accuracy of marginal adaptation of posterior fixed dental prostheses made using the digital impression technique: a systematic review. Journal of Indian Prosthodontic Society. 2020; 20 (2), 123-130.
34. Jeong, I. D., Lee, J. J., Jeon, J. H., Kim, J. H., Kim, H. Y., & Kim, W. C. Accuracy of complete-arch model using an intraoral video scanner: An in vitro study. The Journal of prosthetic dentistry. 2016; 115 (6), 755–759.
35. Flügge, T. V., Att, W., Metzger, M. C., & Nelson, K. Precision of Dental Implant Digitization Using Intraoral Scanners. The International journal of prosthodontics. 2016; 29 (3), 277–283.
36. Richert, R., Goujat, A., Venet, L., Viguie, G., Viennot, S., Robinson, P., Farges, JC, Fages, M., & Ducret, M. Intraoral scanner technologies: a review to make a successful impression. Journal of Health engineering. 2017.
37. Lee, JD, Jung, S., Wang, CW and Lee, SJ. Integrated Digital and Conventional Treatment Workflow in Complete Guided Rehabilitation with Oral Implant: Clinical Case Report. Dentistry newspaper. 2019; 7 (4), 100.
38. Cabanes-Gumbau, G., Soto-Peñaloza, D., Peñarrocha-Diago, M., & Peñarrocha-Diago, M. Analog and Digital Workflow in the Design and Preparation of the Crown Emergency Profile on Implants of the Biologically Oriented Preparation Technique (BOPT) in the Work Model. Journal of Clinical Medicine. 2019; 8 (9).
39. Solá-Ruiz, M. F., Del Rio Highsmith, J., Labaig-Rueda, C., & Agustín-Panadero, R. Biologically oriented preparation technique (BOPT) for implant-supported fixed prostheses. *Journal of clinical and experimental dentistry*. 2017; *9*(4), e603–e607.
40. Martins, JT. Análise da precisão e reprodutibilidade de um scanner intraoral – estudo clinico. Monografia; Lisboa: Instituto superior de ciencias da saude Egas Moniz; 2014.

U.PORTO

FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Declaração de Autoria do Trabalho

Monografia de Investigação/Relatório de Atividade Clínica

Declaro que o presente trabalho, realizado no âmbito da Unidade Curricular "Monografia de Investigação/Relatório de Atividade Clínica", integrada no MIMD da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade Porto, é da minha autoria e todas as fontes utilizadas foram devidamente referenciadas.

19 de maio de 2021.

Gabriela Benedet Mendes

A autora
(Gabriela Benedet Mendes)

U.PORTO

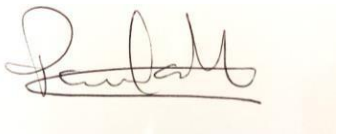
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Parecer

Eu, Paula Cristina dos Santos Vaz Fernandes, Professora Auxiliar com Agregação da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, venho por este meio declarar que a Monografia desenvolvida pela estudante Gabriela Benedet Mendes, do 5º ano do Curso de Medicia Dentária do Mestrado Integrado da FMDUP, subordinada ao tema*: "Scanners intraorais: aplicabilidade em prótese fixa/Intraoral scanners: applicability in fixed protheses"* se encontra e está de acordo com as regras estipuladas pela FMDUP.

Informo que o referido trabalho, foi por mim conferido e se encontra em condições de ser apresentado e defendido em provas públicas.

19 de maio de 2021.



Paula Cristina dos Santos Vaz Fernandes
(Prof. Auxiliar da FMDUP, Orientadora)

U.PORTO

FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Parecer

Eu, César Fernando Coelho Leal Silva, Professor Associado com Agregação da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, venho por este meio declarar que a Monografia desenvolvida pela estudante Gabriela Benedet Mendes, do 5º ano do Curso de Medicia Dentária do Mestrado Integrado da FMDUP, subordinada ao tema*: "Scanners intraorais: aplicabilidade em prótese fixa/Intraoral scanners: applicability in fixed protheses"* se encontra e está de acordo com as regras estipuladas pela FMDUP.

Informo que o referido trabalho, foi por mim conferido e se encontra em condições de ser apresentado e defendido em provas públicas.

19 de maio de 2021.



César Fernando Coelho Leal da Silva
(Prof. Associado com Agregação da FMDUP, Coorientador)