

André Duarte de Azevedo Marques

**Utilização de scanner intra oral para confecção de prótese
parcial removível: revisão narrativa**

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2023

André Duarte de Azevedo Marques

**Utilização de scanner intra oral para confecção de prótese
parcial removível: revisão narrativa**

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2023

André Duarte de Azevedo Marques

**Utilização de scanner intra oral para confecção de prótese
parcial removível: revisão narrativa**

Trabalho apresentado à
Universidade Fernando Pessoa
como parte dos requisitos para obtenção
do grau de mestre em medicina dentária

(André Duarte de Azevedo Marques)

Resumo

A prótese parcial removível é uma das reabilitações orais mais versáteis. O seu processo de confecção laboratorial já está adaptado ao digital, porém o processo clínico com o uso de scanner intra oral (IOS) ainda é pouco difundido. O objetivo dessa revisão narrativa é verificar na literatura as indicações, vantagens, desvantagens e limitações do uso do IOS para confecção de próteses parciais removíveis esqueléticas. Após pesquisa nas bases de dados PubMed, foram selecionados 37 artigos para realizar esta revisão. Foram avaliadas informações sobre a acurácia da digitalização intra oral de arcada total, a digitalização de tecidos moles, a transferência da oclusão com scanner intra oral e a adaptação de infraestrutura. O artigo conclui que a literatura apresenta a possibilidade de realizar todos os tipos de tratamento de prótese parcial removível com o uso de IOS e outras ferramentas digitais, porém, ainda é maior evidência em casos de extremo livre e em reabilitações com áreas edêntulas extensas.

Palavras-chave: Prótese parcial removível; Scanner intraoral; Prótese removível digital; Prótese removível CAD CAM.

Abstract

The removable partial denture is one of the most versatile oral rehabilitations. Its laboratory fabrication process has already been adapted to digital methods, but the clinical process using intraoral scanners is still ⁱⁱly disseminated. The objective of this narrative review is to examine the literature regarding the indications, advantages, disadvantages, and limitations of using IOS for the fabrication of removable partial dentures with a skeletal framework. After searching the PubMed database, 37 articles were selected to compose this review. Information regarding the accuracy of intraoral scanning for full arch, soft tissue scanning, transfer of occlusion using intraoral scanners, and infrastructure adaptation was evaluated. The article concludes that the literature demonstrates the possibility of performing all types of removable partial denture treatments using IOS and other digital tools. However, further evidence is still needed, especially in cases of free-end situations and rehabilitations involving large areas of missing teeth.

Key-words: Partial removable prosthesis; Intraoral scanner; Digital removable prosthesis; CAD/CAM removable prosthesis.

Agradecimento

Primeiramente agradeço a minha família. Aos meus filhos, Giovanna e Luis Antonio, por me darem a razão e motivação de mudar de vida e continente atrás de algo melhor para eles, por suportarem e entenderem da forma deles a minha ausência durante esses anos. A minha esposa, Daniela, uma incrível guerreira, protetora e apoiadora, sem ela nada seria possível, graças a ela a nossa família permanece unida, feliz e cuidada, além de ser a minha maior incentivadora e principalmente a melhor e maior parceira de vida.

Agradeço aos colegas de profissão que me guiaram e inspiraram para chegar onde estou, começando com meu pai pela inspiração e primeiros ensinamentos, pelos professores que viraram amigos e família, Pedro, Patrícia e Carol, que apesar de sair de projetos em comum sempre me apoiaram e estiveram presentes.

Aos colegas que me receberam aqui em Portugal, em especial o Dr. Cassis Clay, que acreditou no meu potencial e conhecimento para desenvolvermos novos caminhos para a Medicina Dentária Digital, mesmo durante uma época difícil como a pandemia e a equivalência.

Aos colegas da UFP que fizeram o caminho mais leve e descontraído, ajudando a todo momento e dando o apoio necessário para continuar.

Aos Professores da UFP por dividirem o seu conhecimento, tenho muita admiração pelos que sequeem a área educacional, já estive desse lado, sei que não é fácil e é preciso dedicação, paixão e respeito, mesmo muitas vezes não tendo seu valor reconhecido pelo aluno e instituições. Agradeço em especial a minha orientadora, Prof. Tânia Soares, pela atenção e orientação, mesmo durante um momento tão especial ao qual está passando.

Obrigado a todos.

Índice geral

Resumo	v
Abstract	vi
Agradecimentos	vii
Índice de abreviaturas	ix
I - Introdução	1
1. Materiais e Métodos.....	3
II - Desenvolvimento	3
III - Discussão	7
1. Acurácia da Digitalização Intraoral de Arcada Total	7
2. Digitalização de Tecidos Moles	10
3. Transferência de Oclusão com IOS	12
4. Adaptação de Infraestrutura	13
IV - Conclusão	15
V - Bibliografia	16

Índice de abreviaturas

3D – Três Dimensões

CAD – *Computered Aided Design* – Desenho Assistido por Computador

CAM – *Computered Aided Manufacturing* – Manufatura Assistida por Computador

IOS – *Intra Oral Scanner* – Escaner Intra Oral

μm – Micrómetro

PEEK – Polietere tercetona

PMMA – Polimetilmetacrilato

I - INTRODUÇÃO

A prótese parcial removível é uma das reabilitações orais mais versáteis. Podendo repor um ou diversos dentes, sequenciais ou intercalares, em extremo livre ou entre dentes, suportada por dente, mucosa, muco-dento suportada ou mesmo envolver implantes para auxiliar no suporte e retenção. Além disso, é economicamente viável, pois tem um custo mais baixo em comparação com outros tratamentos. Por isso, continua a ser um dos tratamentos mais indicados e utilizados pelos médicos dentistas em Portugal (Magalhães *et al.*, 2012).

A técnica analógica tradicional de confecção da prótese parcial removível é complexa e com diversas etapas, que é dividido em fases clínicas e laboratoriais. No entanto, a medicina dentária passou por grandes transformações nas últimas décadas, principalmente com a introdução de ferramentas digitais. Inicialmente, foram os laboratórios de prótese e os materiais dentários que mudaram e se modernizaram incorporando técnicas digitais (Rekow, 1991). Contudo, atualmente existem também equipamentos e técnicas digitais para uso clínico.

Os processos digitais em laboratório não alteram o processo clínico. A aquisição dos modelos de trabalho que devem ser realizados com o material de moldagem apropriado e vazados em gesso. Posteriormente, em laboratório, com a utilização de scanners laboratoriais de bancada, os modelos de gesso são digitalizados permitindo obter arquivos digitais em três dimensões (3D). Esses arquivos digitais são enviados para o computador, e com um programa de desenho 3D específico, o protésico realiza o desenho computadorizado da peça pretendida (*CAD – Computered Aided Design – Desenho Assistido por Computador*). A peça digital é então enviada para uma fresadora ou uma impressora 3D, que irá fresar um bloco ou imprimir por adição com o material desejado (*CAM – Computered Aided Manufacturing – Manufatura Assistida por Computador*). Após a peça ser fisicamente gerada, será trabalhada de acordo com o material escolhido para acabamentos finais e envio ao médico dentista.

Com a inserção das técnicas digitais laboratoriais, para confecção dos esqueletos da prótese parcial removível, as etapas clínicas de obtenção de modelos e provas continuam as mesmas, porém as etapas laboratoriais são alteradas. Na etapa laboratorial inicial o modelo de estudo é digitalizado com um scanner. O arquivo digital é inserido no software

de CAD e o paralelismo é avaliado de acordo com a seleção do plano de inserção da prótese desejado, mostrando as áreas retentivas de acordo com o plano. Este processo facilita a seleção do plano de inserção da prótese pois para modificar o eixo basta um comando e todas as informações são atualizadas. Na segunda etapa laboratorial, com o modelo de trabalho em mãos o laboratório digitaliza o modelo com um scanner, obtendo o modelo digital. Sobre esse modelo digital o desenho do esqueleto, grampos, apoios e celas é facilitado, principalmente com a utilização de programas CAD específicos para essa finalidade. Com o desenho 3D finalizado será produzida a estrutura, que pode ser impressa primeiramente em resina, que permite prova em boca, possibilitando possíveis ajustes e modificações sem a necessidade repetir todo o processo. Após aprovação do desenho e do teste da estrutura em resina em boca, o processo de produção segue o analógico, com a inclusão da estrutura e a fundição da mesma. Outra opção é imprimir a estrutura diretamente em metal com impressoras de sinterização, eliminando possíveis falhas na fundição e eliminando passos trabalhosos e que levam tempo maior (Bibb *et al.*, 2006; Eggbeer, Bibb e Williams, 2005; Williams *et al.*, 2006; Williams, Bibb e Rafik, 2004). Com a estrutura produzida as etapas de montagem de dentes, provas de dentes e acrilizações seguem os mesmos procedimentos.

Uma das primeiras técnicas digitais implementadas na prática clínica foi a impressão de imagens 3D de tomografias computadorizadas para planeamento de cirurgias ortognática, maxilo-facial e de implante. No que concerne à reabilitação oral a grande mudança ocorreu com a introdução do escaner Intraoral (*IOS – Intra Oral Scanners*) como ferramenta clínica. Esta técnica permite a obtenção direta de modelos de trabalho digitais da boca do paciente, eliminando a necessidade de obtenção de moldagens físicas e enviando ao laboratório os arquivos digitais para serem trabalhados nos programas de CAD e depois fabricados pelo CAM (Duret e Preston, 1991).

As técnicas mencionadas foram amplamente adotadas e popularizadas para confecção de próteses parciais fixas, tanto unitárias quanto múltiplas, tanto sobre dente quanto sobre implantes (Ahlholm *et al.*, 2018; Joda, Zarone e Ferrari, 2017). No entanto, pouco se discute sobre as possibilidades de reabilitações de próteses parciais removíveis utilizando essas tecnologias.

Com a presença cada vez mais comum do *IOS* no consultório de medicina dentária, e a indicação e procura pela reabilitação removível ainda muito presente na prática diária do

medico dentista, a união entre a tecnologia do *IOS* e a versatilidade da prótese parcial removível é indispensável. Porém, a reabilitação com esse tipo de prótese tem exigências e características diferentes das próteses fixas sobre dente ou mesmo implante, principalmente na sua relação com os tecidos moles, onde a prótese pode suportar e dissipar forças (Lytle, 1962). No entanto, a digitalização dessas áreas pode ser difícil devido à falta de estruturas de referência e mobilidade dos tecidos moles (Shimizu *et al.*, 2022).

O objetivo dessa revisão narrativa é verificar na literatura a indicação, vantagens, desvantagens e limitações do uso do *IOS* para confecção de próteses parciais removíveis esqueléticas.

1 - MATERIAIS E MÉTODOS

Procedeu-se ao levantamento de artigos nas bases de dados PubMed com as seguintes palavras-chave: “Prótese parcial removível”, “Scanner intraoral”, “Prótese removível digital”, “Prótese removível *CAD CAM*”. Os critérios utilizados para inclusão das publicações foram: (a) presença dos termos utilizados na busca no título ou resumo; (b) artigos publicados em língua portuguesa ou inglesa; (c) artigos de descrição de caso ou ensaio clínico. Os critérios de exclusão foram: (a) duplicidade de artigos; (b) artigos cujo conteúdo integral não atendiam ao tema proposto. Após a busca, foram lidos os títulos e resumos, excluindo os artigos que não cumpriam os critérios estabelecidos, ao final da busca foram identificados 58 artigos, que após a leitura integral foram selecionados 37 artigos para compor esta revisão narrativa. Para analisar a produção científica identificada, não se utilizaram técnicas qualitativas e quantitativas de tratamento de dados, tendo sido feita a análise de cada um dos textos individualmente.

II - DESENVOLVIMENTO

Com o uso do *IOS* na confecção da prótese parcial removível é possível simplificar o processo clínico, diminuindo o número de consultas e facilitando processos. Uma grande vantagem é a possibilidade de no próprio programa de digitalização definir o eixo de inserção da prótese e avaliar áreas de retenção que necessitam de ajustes para permitir um paralelismo e um eixo correto, bem como avaliar se o desgaste realizado é o suficiente tanto na região retentiva quanto no espaço do nicho, sem necessidade de ter modelos

prévios e uso de paralelômetro (Carneiro Pereira *et al.*, 2019; Loney, Lee e Michaud, 2017). E caso as digitalizações necessitem ser repetidas, devido a alterações nos dentes, não é necessário fazer todo o processo novamente, pode-se digitalizar apenas a área alterada, diminuindo tempo de cadeira e desconforto do paciente (Hayama *et al.*, 2018; Mansour, Sanchez e Machado, 2016; Suzuki *et al.*, 2022). Os dados obtidos, tanto da digitalização quanto do design da prótese, podem ser armazenados na forma digital, além de não ocupar espaço físico, possibilitam a repetição da prótese com facilidade e agilidade.

Podemos enumerar algumas vantagens que a digitalização oferece independente do tipo de tratamento a ser realizado: i) o uso de ponteiras dos *IOS* cada vez menores e mais anatómicas, colmata o problema da dificuldade de abertura de boca do paciente que impede muitas vezes uma moldagem satisfatória (Wu, Li e Zhang, 2017); ii) pacientes com ansiedade ou necessidade especiais podendo realizar a digitalização por etapas parando a digitalização entre cada área permitindo que o paciente descanse e seja mais colaborativo, assim como pacientes com reflexo faríngeo exacerbado que não conseguem realizar moldagens tradicionais (Al-Haj Husain *et al.*, 2020; Hayama *et al.*, 2018; Mansour, Sanchez e Machado, 2016; Suzuki *et al.*, 2022)

No entanto, ao contrário do que ocorre na confecção de próteses parciais fixas em dentes ou implantes, onde é possível digitalizar uma hemiarcada ou áreas menores para se produzir a peça protética, a realização de uma prótese parcial removível requer a digitalização de toda a arcada. Com o aumento da área digitalizada pelo *IOS*, as interferências e distorções aumentam, o que afeta a acurácia.

Diversos pesquisadores conduziram experimentos comparando a acurácia de diferentes tipos e marcas de *IOS* em arcadas totais dentadas ou parcialmente dentadas (Ender, Attin e Mehl, 2016; Ender e Mehl, 2013; Gan, Xiong e Jiao, 2016; Hayama *et al.*, 2018; Lee *et al.*, 2019; Majeed-Saidan *et al.*, 2022; Muller *et al.*, 2016; Patzelt *et al.*, 2014; Tasaka *et al.*, 2019). É possível verificar que com a atualização dos sistemas, a digitalização de arcadas totais tem melhorado consideravelmente a acurácia, demonstrando um processo contínuo de desenvolvimento dos equipamentos e técnicas.

Os *IOS* mais recentes conseguem ter precisão semelhante ou até melhor que materiais tradicionalmente utilizados para a confecção de prótese (Ender, Attin e Mehl, 2016). Outro

fator importante, é qual a acurácia necessária para o procedimento a ser realizado. Por exemplo, para se confeccionar uma coroa cerâmica o gap de cimentação deve variar idealmente entre 50 micrómetro (μm) a $100\mu\text{m}$ (Tamim *et al.*, 2014), enquanto o assentamento do apoio de uma prótese parcial removível ao nicho no dente do paciente pode variar até $\pm 211\mu\text{m}$ (Arnold *et al.*, 2018).

No entanto, para conseguirmos modelos digitais com distorções controladas e dentro dos parâmetros necessários, devemos avaliar o caso individualmente. A variação da largura da arcada do paciente (Gan, Xiong e Jiao, 2016) e o posicionamento e extensão da ausência dentária (Lee *et al.*, 2019; Majeed-Saidan *et al.*, 2022) podem interferir no resultado obtido. Portanto os profissionais de odontologia devem estar cientes dessas limitações e considerem cuidadosamente o tipo de caso e a técnica de digitalização mais adequada para obter modelos digitais precisos e confiáveis.

É fundamental ter um bom entendimento do *IOS* utilizado e conhecer suas limitações e especificidades, já que há no mercado diferentes tecnologias de digitalização, cada uma com um algoritmo de processamento de dados, que podem influenciar na acurácia do resultado (Patzelt *et al.*, 2014). É importante destacar que mesmo dentro da mesma marca de *IOS*, pode haver variações entre as diferentes versões do equipamento (Ender, Attin e Mehl, 2016). Adicionalmente, a técnica de digitalização deve ser adaptada para atender às necessidades específicas do caso, considerando fatores como sistema utilizado, a região do procedimento e o tipo de trabalho a ser realizado (Muller *et al.*, 2016).

Durante a confecção de uma prótese parcial removível, é necessário copiar as áreas dos tecidos moles na região dos dentes ausentes e nas áreas de apoio da mucosa. Contudo, devido à superfície lisa e móvel desses tecidos, a digitalização pode ser bastante difícil. Qualquer alteração na superfície ou perda de referência durante a digitalização pode gerar erros ou até impossibilitar a digitalização (Lee *et al.*, 2019; Tasaka *et al.*, 2019).

É justamente na copia dos tecidos moles que se observa uma diferença significativa entre a digitalização e a moldagem dos tecidos moles devido a compressão dos mesmos durante a moldagem. De acordo com o estudo realizado por D'Arienzo, D'Arienzo e Borracchini (2018), a diferença média entre a moldagem com alginato e a digitalização intraoral foi de 219 a $347\mu\text{m}$, sendo a maior diferença observada nas regiões periféricas, como o palato

mole e o vestíbulo, onde o material de moldagem exerceu pressão e o tecido apresenta maior mobilidade.

Considerando um fluxo de trabalho totalmente digital, após a digitalização das arcadas é necessário registrar a relação oclusal entre elas. Isso é necessário para a confecção do esqueleto, evitando interferências de apoios ou grampos, para a montagem de dentes ou mesmo para a impressão dos mesmos relacionados entre si. No entanto, dependendo da extensão e localização da ausência dentária, o registo digital da oclusão pode apresentar distorções (Ren, Morton e Lin, 2020). Seguindo protocolos de digitalização, conhecendo as limitações e compensando possíveis erros e distorções, é possível realizar próteses parciais removíveis totalmente digitais em apenas duas consultas, uma para a digitalização e outra para a instalação (Al-Haj Husain *et al.*, 2020)."

Com todas as informações digitalizadas e enviadas para o laboratório o técnico pode realizar a confecção do esqueleto. Para fabricá-lo pode seguir diversos caminhos, desde imprimir os modelos digitais, encerrar a infraestrutura sobre o modelo impresso e fundir o esqueleto (Mansour, Sanchez e Machado, 2016); desenhar o esqueleto em programas CAD, imprimir em resina e fundir o esqueleto (Mendes *et al.*, 2019); ou mesmo desenhar o esqueleto em programas CAD e imprimir ou fresar o esqueleto diretamente em metal de forma definitiva (Hu, Pei e Wen, 2019).

Outra facilidade e revolução está no material a ser utilizado na fabricação da prótese. Com diferentes métodos de impressão ou fresagem, abre-se a possibilidade de utilizar diferentes materiais, tanto para provas antes de fazer a prótese definitiva, diminuindo erros e possíveis gastos a mais, quanto para o uso de materiais diferentes do padrão das próteses removíveis, como a Zircónia (Hamanaka, Isshi e Takahashi, 2018) ou o Polieteretercetona (PEEK) (Arnold *et al.*, 2018).

No caso de próteses removíveis imediatas, além da facilidade de realizar digitalmente as exodontias dos dentes a serem extraídos sem riscos de danificar o modelo original impossibilitando o seu uso, em casos de dentes com comprometimento grande, nomeadamente quanto à sua inserção, a digitalização evita o risco de extração do dente durante a moldagem tradicional (Virard *et al.*, 2018).

Relativamente às desvantagens e limitações, além das já discutidas anteriormente, podemos destacar o alto custo de aquisição de um *IOS*, apesar do valor estar diminuindo com o avanço da tecnologia e das opções de fabricantes e modelos de equipamentos (Majeed-Saidan *et al.*, 2022)). E a outra desvantagem é curva de aprendizagem (Tregerman *et al.*, 2019), que apesar de ser uma desvantagem de todas as áreas e técnicas, as novas tecnologias, em especial a digital, ainda não é ensinada na maioria das faculdades e os cursos de pós-graduação acabam por ser mais restritivos e segmentados não abordando todas as áreas possíveis de atuação da odontologia digital.

III - DISCUSSÃO

1. ACURÁCIA DA DIGITALIZAÇÃO INTRAORAL DE ARCADA TOTAL

No início do uso do *IOS* na medicina dentária a digitalização foi indicada para tratamentos reabilitadores pequenos com digitalização parciais das arcadas. Atualmente a digitalização de arcadas totais para reabilitação maiores foi idealizada e testada.

Patzelt *et al.* (2014) compararam uma série de *IOS*: iTero, Cerec AC Bluecam, LAVA C.O.S. e Zfx Intrascan, quanto à sua acurácia, os valores médios de veracidade variaram de 38 a 332,9 μ m e os valores médios de precisão variaram de 37,9 a 99,1 μ m. O estudo apresentou diferenças estatísticas significativas entre CEREC AC Bluecam e Lava C.O.S., CEREC AC Bluecam e iTero, Zfx Intrascan e Lava C.O.S., e Zfx Intrascan e iTero ($p < 0.05$). Os autores relacionam a diferença na acurácia entre os sistemas com as diferentes tecnologias de digitalização, assim como, no algoritmo de processamento de dados. Apresentaram como implicação clínica que embora a maioria dos *IOS* testados tenham apresentado valores comparáveis, os resultados sugerem que as imprecisões dos conjuntos de dados obtidos podem contribuir para imprecisões nas restaurações finais.

Ender, Attin e Mehl (2016) compararam a precisão de diversos tipos de materiais de moldagem; poliéster, silicone de adição, silicone de adição possível de digitalizar e alginato; com diversos *IOS*: Cerec Bluecam, Cerec Omnicam, iTero, Lava COS, Lava True Definition Scanner, 3Shape Trios e 3Shape Trios Colors em moldagens de arcada total em pacientes dentados. Os grupos digitalizados com 3shape Trios (47,5 μ m), 3Shape Trios Colors (42,9 μ m) e Cerec Omnicam (48,6 μ m), alcançaram o mesmo alto nível de

precisão que as impressões convencionais com silicone de adição ($17.7\mu\text{m}$), silicone de adição escaneável ($18,3\mu\text{m}$), silicone de adição escaneável digitalizada ($36,7\mu\text{m}$), e poliéster ($34,9\mu\text{m}$). O pior resultado obtido foi do alginato ($162,2\mu\text{m}$). A precisão de todos os sistemas digitais diminuiu quando comparados a estudos in vitro. Desvios de maiores que $100\mu\text{m}$ no arco completo pode levar a um ajuste impreciso da restauração definitiva que podem ser particularmente problemáticos em casos de grandes reabilitações. Os autores concluíram que os métodos de impressão convencionais e digitais diferem significativamente na precisão do arco completo. Os sistemas de impressão digital tiveram maiores desvios locais dentro do modelo de arco completo; no entanto, eles alcançam uma precisão igual ou maior do que alguns materiais de impressão convencionais.

Gan, Xiong e Jiao (2016) no seu estudo clínico avaliaram a acurácia de digitalizações totais superiores com 3Shape Trios em pacientes com diferentes tamanhos de arcadas e profundidade de palato. Um modelo de gesso gerado por uma moldagem com silicone de adição foi utilizado como modelo de referência. Baseado nos resultados, tecido mole do palato a veracidade foi de $130,54 \pm 33,95\mu\text{m}$ e a precisão de $55,26 \pm 11,21\mu\text{m}$ e na arcada dentária a veracidade foi de $80.01 \pm 17.78\mu\text{m}$ e a precisão de $59.52 \pm 11.29\mu\text{m}$. Os autores levantam a possibilidade do grande desvio da veracidade no tecido mole devido a compressão do tecido, gerado pelo material de moldagem, enquanto a digitalização não gera nenhuma deformação dos tecidos. Os autores não identificaram relação da profundidade do palato com a variação da acurácia, porém a largura da arcada teve um efeito significativo na precisão de arcos totais ($p = 0.016$). Concluíram que a digitalização total do arco superior é viável. E que arcos mais largos contribuem para diminuição da precisão da digitalização.

Baseando-se nesses artigos é possível verificar que, apesar da variação entre as marcas e modelos, os *IOS* apresentarem acurácia suficiente para realizar reabilitações com digitalizações de arcada total mantendo uma acurácia suficiente para que não influencie negativamente o resultado. Referindo a reabilitação com prótese parcial removível onde a variação da adaptação do esqueleto pode chegar a $\pm 211\mu\text{m}$ (Arnold *et al.*, 2018), os resultados dos trabalhos apresentam acurácia superior ao necessário para confecção de uma infraestrutura dentro dos parâmetros ideias. E comparando a digitalização aos materiais de moldagem, no artigo de Ender, Attin e Mehl (2016), foi demonstrado que o

alginate, apesar de testar apenas uma marca e tipo, obteve um resultado inferior a todos os *IOS* testados, sendo o alginate um dos materiais indicados para confecção de moldes de trabalho para próteses parciais removíveis.

Em estudos realizados diretamente em espaços desdentados que podem ser reabilitados com próteses parciais removíveis os desfechos não foram muito diferentes apesar da ausência dental contribuir negativamente para o resultado.

Hayama *et al.* (2018) realizaram um trabalho para identificar se a digitalização com *IOS* tem acurácia para fabricação de uma prótese parcial removível. Em modelos mandibulares classe I e III de Kennedy, com gengiva artificial de silicone, foram realizadas digitalizações com o *IOS* Carestream e moldagem tradicional com moldeiras individuais personalizadas e silicone-vinílico. Os resultados obtidos demonstraram que a digitalização obteve uma melhor veracidade (54-108 μm), porém uma precisão inferior (100-121 μm) comparada com a moldagem tradicional, 122-157 μm e 52-119 μm respectivamente. Os autores relatam que a faixa de tolerância na extremidade distal da base da prótese causada pelo afundamento da base da prótese na mucosa é maior que o valor encontrado na variação da acurácia. Os autores concluíram que a digitalização é comparável a moldagem tradicional.

Lee *et al.* (2019) avaliaram se a localização e o número de dentes ausentes influenciam a acurácia da digitalização intraoral de um paciente com edentulismo parcial. Digitalizaram utilizando dois tipos de *IOS*: Carestream CS3600 e Medit i500, 5 frascos diferentes: i)Caso Controle totalmente dentado, ii)Caso 1 ausência dos dentes #15 e #16 (Classe III de Kennedy), iii)Caso 2 ausência dos dentes #15, #16, #24, #25 e #26 (Classe III modificação 1 de Kennedy), iv)Caso 3 ausência dos dentes #13, #12, #11, #21 e #22 (Classe IV de Kennedy), v)Caso 4 ausência dos dentes #12, #11, #21, #22, #25 e #26 (Classe III modificação 1 de Kennedy). Os resultados demonstraram que os valores de erro dos casos 2 (CS3600 - 96,31 μm e i500 - 100,22 μm), 3 (85,59 μm e 106,71 μm) e 4 (103,28 μm e 115,66 μm) foram significativamente maiores que o caso controle (44,37 μm e 52,30 μm) e o caso 1 (49,57 μm e 58,43 μm). Concluíram que a precisão da digitalização foi reduzida em casos com sítios edêntulos relativamente grandes, e que os desvios de superfície foram observados principalmente no lado que incluía a área parcialmente edêntula.

Majeed-Saidan *et al.* (2022) realizaram um estudo *in-vitro* para avaliar a veracidade do IOS VirtuoVivo (Straumann®) em 8 diferentes tipos de modelos parcialmente edêntulos, Grupo 1 – Kennedy Classe I, Grupo 2 – Kennedy Classe II, Grupo 3 – Kennedy Classe I modificação 2, Grupo 4 – Kennedy Classe II modificação 1, Grupo 5 – Kennedy Classe III, Grupo 6 – Kennedy Classe III, Grupo 7 – Kennedy Classe III modificação 1, e Grupo 8 – Kennedy Classe IV. Os resultados demonstraram que a veracidade varia de acordo com o tipo de edentulismo. O melhor resultado obtido foi no grupo Kennedy Classe IV ($187.8 \pm 45.5 \mu\text{m}$) significativamente menor que os demais grupos, e os piores foram os grupos Kennedy Classe II ($575.8 \pm 30 \mu\text{m}$) e Classe III modificação I ($560.2 \pm 23.1 \mu\text{m}$).

Os resultados demonstram que a área desdentada influencia negativamente a precisão da digitalização, sendo que quanto maior for a área edêntula maior será a sua influência. Hayama *et al.* (2018) demonstra em seus resultados que clinicamente a variação de pressão na mucosa do material de moldagem pode ser uma das causas da imprecisão comparada a moldagem. Porém em estudos *in-vitro* que não levaram em consideração a variável de resiliência da mucosa demonstram que mesmo que a mucosa não mude durante a digitalização a ausência da referência dental dando uma continuidade a digitalização gera maior erro.

2. DIGITALIZAÇÃO DE TECIDOS MOLES

Os resultados demonstram que a área desdentada influencia negativamente na precisão da digitalização e quanto maior for a área maior será a sua influência. Hayama *et al.* (2018) demonstram nos seus resultados que clinicamente a variação de pressão na mucosa do material de moldagem pode ser uma das causas da imprecisão comparada a moldagem. Porém, em estudos *in-vitro*, que não levaram em consideração a variável de resiliência da mucosa, demonstram que mesmo que a mucosa não mude durante a digitalização a ausência da referência dental, dando uma continuidade a digitalização, gera maior erro. Sendo assim, muito importante atentar em como fazer a digitalização do tecido mole nas áreas desdentadas.

Kattadiyil *et al.* (2014) realizaram a descrição de um caso clínico de Kennedy Classe III. O caso foi digitalizado com IOS e a estrutura para a prótese produzida em CAD, impressa e fundida em metal, relatando uma ótima adaptação e resultado final. Na discussão do artigo os autores indicam possíveis problemas com a digitalização intraoral, tais como a

possível distorção do próprio *IOS* nas áreas de tecido mole, a impossibilidade do *IOS* capturar as extensões do tecido mole que seria capturado pela borda da moldagem tradicional. No caso descrito por ser Kennedy Classe III a moldagem das extensões do tecido mole não é crítica, mas em casos tipo I e II pode influenciar negativamente no resultado da prótese.

D'Arienzo, D'Arienzo e Borracchini (2018) realizaram um estudo comparando a digitalização intraoral com a moldagem com alginato em desdentados totais. Verificaram que o valor médio da diferença entre as duas técnicas de impressão variou de 219 a 347 μ m. Sendo a maior diferença nas regiões periféricas como palato mole e véstíbulo, regiões onde o material de moldagem realizou pressão. Os autores concluíram que apesar de ser possível a digitalização intraoral os tecidos periféricos não são reproduzidos e com isso contraindicam o uso por não gerar um selamento periférico da prótese devido à falta de compressão dessa área. Porém esse valor é ainda bastante inferior com o valor identificado por Lytle (1962), que constatou que a base das próteses parciais removíveis podem movimentar até 3 milímetros (mm) (3000 μ m) durante o uso, sendo a alteração de volume maior conforme se distancia do apoio dental em próteses com extremo livre. Mesmo pensando em retenção da prótese, autores como Page (1946), apresentou em seu livro o conceito de Mucoestatismo, defendendo que a retenção da prótese não é alcançada pela vedação periférica, mas depende da tensão superficial criada pelo contato da base da prótese com os tecidos moles adjacentes. Por esse ângulo, a digitalização intraoral fornece uma informação mais fidedigna e melhor da mucosa em repouso do que uma moldagem que gera uma pressão sobre a mesma a deformando (Hayama *et al.*, 2018).

Tasaka *et al.* (2019) realizaram um estudo comparando um modelo desdentado total e outro parcial com o modelo digital gerado pelo *IOS*. Os autores concluíram que os resultados demonstraram uma veracidade satisfatória nas regiões de rebordo remanescente de áreas edêntulas. Porém, foi observado que a falta de estruturas e presença de áreas lisas e longas podem afetar a veracidade do modelo desdentado total.

Suzuki *et al.* (2022) descrevem um caso clínico, de um paciente Kennedy classe I, onde o esqueleto foi confeccionado em *CAD*, baseada em uma digitalização intraoral e a impressão do esqueleto diretamente em titânio. A adaptação do esqueleto foi avaliada e testada no paciente e, após aprovada, foi realizado a técnica do modelo alterado, realizando a moldagem funcional com o esqueleto impresso em posição. O modelo final

foi gerado por impressão na região dentada, mantendo o esqueleto em posição, e a parte posterior desdentada foi gerada com gesso vertido na moldagem funcional dessa região, técnica similar ao modelo modificado, porém utilizando um modelo impresso na região dentada. A grande vantagem dessa técnica é unir os dois mundos, facilidade e agilidade da digitalização para gerar o esqueleto e a moldagem da área de tecido mole que sofre distorção e é difícil de digitalizar. Além de ser uma forma mais segura de gerar o modelo de trabalho final, já que o seccionamento do modelo é feito de forma digital eliminando um possível problema na fratura do modelo durante o recorte.

Para minimizar erros e distorções do tecido mole é indicado a utilização de afastadores teciduais que estabilizem os tecidos e , principalmente em áreas de grande extensão, a utilização de referencias removíveis aderidas aos tecidos de gengiva inserida sem mobilidade, que servem de referência superficial na região, e que depois pode ser removida digitalmente ou digitalizando novamente apenas a área do objeto após sua remoção (Shimizu *et al.*, 2022), apesar de precisar ainda de estudos comparativos para validar a técnica.

3. TRANSFERÊNCIA DA OCLUSÃO COM IOS.

Apenas com a transferência da relação entre arcadas dentárias, ou seja, a relação oclusal é possível realizar o desenho do esqueleto sem interferências a se a intenção é realizar o design dos dentes e gengiva artificial esse processo é ainda mais importante. A grande vantagem dessa transferência é que, se bem realizada, irá transferir a relação real do paciente que é muito importante principalmente se a intenção é aumentar a dimensão vertical sem a necessidade de montar em articulador, economizando tempo e tornando o processo muito mais simples.

Al-Haj Husain *et al.* (2020) publicaram um relato de caso de confecção totalmente digital de uma prótese removível apoiada por implantes sem uso de modelos. Os autores realizaram a digitalização com IOS das arcadas e realizaram o registo de oclusão do paciente. Baseado nos dados digitais foi realizado o design do esqueleto metálico e de uma sobre estrutura da base e dentes da prótese. O esqueleto foi impresso a laser em cromo cobalto e a base e os dentes foram fresados em blocos de polimetilmetacrilato (PMMA). As partes foram unidas com resina e sem o uso de modelos. Então após esta

primeira consulta, foi realizada a entrega da prótese ao paciente confeccionados os devidos ajustes.

Ren, Morton e Lin (2020) realizaram um estudo para avaliar a precisão do registo digital da relação inter-oclusal de modelos parcialmente dentados. Os resultados demonstraram que em casos de pacientes totalmente dentados não houve diferença estatística entre a oclusão virtual e a real. No caso de ausência apenas de uma peça dentária não houve diferença estatística comparada ao caso dentado. Contudo, nos casos com 3 dentes posteriores ausentes, 6 dentes anteriores ausentes e dentes posteriores bilateralmente ausentes demonstraram diferença estatística entre o registo digital e o real. Os autores concluíram que a extensão do edentulismo interferem na precisão do registo inter-oclusal.

Seguindo protocolos de digitalização, conhecendo as limitações e compensando possíveis erros e distorções, é possível realizar próteses parciais removíveis totalmente digitais em apenas duas consultas, uma para a digitalização e outra para a instalação.

4. ADAPTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA

A infraestrutura, ou esqueleto da prótese parcial removível, é o maior responsável pela retenção e estabilidade da prótese, devendo ser muito bem executado para ter um correto eixo de inserção, sem interferência, e que não faça pressão demasiada ou de forma errada nos dentes pilares. Com os processos *CAD* o design do esqueleto ficou muito facilitado por não depender tanto da destreza técnica do enceramento do protésico, e possibilita a fabricação direta em diversos materiais definitivos eliminando a etapa de fundição, responsável por grande parte de distorções e deformações da peça.

Mansour, Sanchez e Machado (2016) descrevem dois casos clínicos, Kennedy Classe III modificação 1 inferior, onde os modelos de trabalho foram gerados pela impressão 3D da digitalização utilizando um *IOS LAVA C.O.S*. Sobre esses modelos foram fabricados esqueletos da forma tradicional de enceramento e fundição. Os autores relataram que o assentamento e a adaptação dos esqueletos foram altamente satisfatórios nos modelos impressos e clinicamente, não necessitando de ajustes.

Hu, Pei e Wen (2019) descrevem um caso clínico de um paciente, Kennedy I superior, que o esqueleto foi gerado digitalmente sobre um modelo digital gerado pelo *IOS 3Shape Trios*, sendo impresso em titânio. O esqueleto foi provado e aprovado no modelo

impresso e em boca no paciente. Foi relatado que não houve desconforto ou distorções no acompanhamento do caso. Concluíram que a digitalização intraoral e impressão 3D direta do esqueleto é uma ótima alternativa de tratamento.

Mendes *et al.* (2019) descreveram um caso clínico de um paciente, Kennedy Classe III modificação 1 superior, que foi digitalizado pelo *IOS 3Shape Trios* e impresso um esqueleto diretamente em cromo-cobalto após seu desenho digital, sendo gerado também um modelo impresso em resina da boca do paciente. O esqueleto finalizado foi digitalizado e comparado ao desenho digital original e não foi encontrada discrepância maior que 100 μm . O esqueleto foi aprovado de acordo com critérios clínicos no paciente. O modelo impresso foi utilizado para finalizar a prótese que foi instalada no paciente. O mesmo relatou conforto e satisfação com o resultado. Os autores concluíram que o método digital permitiu alcançar uma adaptação e oclusão com um mínimo de ajuste e com redução do tempo clínico e laboratorial.

Tregerman *et al.* (2019) compararam 3 métodos de confecção de esqueleto de prótese parcial removível: i)método analógico, realizado com moldagem com polivinil siloxano gerando um modelo de gesso, que após estudo em paralelômetro foi utilizado para fazer um enceramento e fundição de um esqueleto; ii)método combinado analógico e digital, tendo as mesmas etapas analógicas, mas digitalizando o modelo de gesso e gerando o esqueleto através de *CAD* e *CAM*; iii)método totalmente digital utilizando um *IOS* para gerar o modelo de trabalho digital e baseado no mesmo o esqueleto é gerado por *CAD* e *CAM*. Foram fabricados 3 esqueletos com cada uma das 3 técnicas para cada paciente, sendo 4 pacientes Kennedy Classe I, 3 pacientes Kennedy Classe II, e 2 pacientes Kennedy Classe III. Cada esqueleto foi avaliado por 5 clínicos experientes que responderam a um questionário com 7 parâmetros relacionados ao esqueleto. Baseados nos resultados, os autores concluíram que o método combinado foi o que obteve pior resultado, seguido do analógico e, o método totalmente digital foi o que obteve o melhor resultado.

Maryod e Taha (2019) realizaram um estudo clínico comparando a retenção de próteses removíveis geradas de forma analógica e digital. Os testes foram realizados em 20 pacientes Kennedy Classe I. Primeiro foram instaladas e testadas a retenção de próteses geradas de forma tradicional no dia da entrega da prótese ao paciente, 1 mês e 3 meses depois. Após esse período foi realizado a digitalização, desenho e impressão em resina

do esqueleto e posterior fundição do mesmo. A prótese foi então finalizada sobre um modelo impresso da digitalização realizada. Foram realizados teste de retenção na instalação, 1 mês e após 3 meses de uso. Os resultados das próteses realizadas de forma digital foram significativamente melhores, e a variação de retenção entre os diferentes tempos não tiveram diferença estatística no grupo de próteses digitais. Os autores concluíram que a retenção de prótese parciais removíveis geradas pela digitalização intraoral, desenho virtual e fundição de um esqueleto impresso é superior relativamente ao método tradicional utilizado.

Além dos métodos digitais obviamente os métodos analógicos podem ser utilizados. No entanto Tregerman *et al.* (2019) concluíram no seu trabalho, apesar de ser uma análise qualitativa observacional, que os esqueletos fabricados de forma totalmente digital tiveram um resultado melhor que o analógico, e que a digitalização do modelo analógico para design digital e impressão do esqueleto foi o pior resultado, deixando a única variável entre as duas técnicas a digitalização intraoral como diferencial positivo para o resultado. Ainda comparando os dois métodos de fabrico do esqueleto, Maryod e Taha (2019) demonstraram que a retenção das próteses com esqueletos totalmente digitais apresentam uma retenção maior que os esqueletos analógicos e esse resultado se mantem ao longo do tempo.

IV - CONCLUSÃO

A literatura apresenta a possibilidade de realizar todos os tipos de tratamento de prótese parcial removível com o uso de *IOS* e outras ferramentas digitais. Possibilitando a realização de tratamentos mais rápidos e baratos, principalmente em casos de pequena extensão intercalares. Porém, ainda é necessário mais evidencia científica para comprovar sua real eficácia e em casos de extremo livre, classe I e II de Kennedy, assim como em reabilitações com grandes áreas de ausência dental.

V - BIBLIOGRAFIA

Ahlholm, P., Sipilä, K., Vallittu, P., Jakonen, M. and Kotiranta, U. (2018) Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review, *Journal of Prosthodontics*, 27(1), pp. 35-41.

Al-Haj Husain, N., Ozcan, M., Schimmel, M. and Abou-Ayash, S. (2020) A digital cast-free clinical workflow for oral rehabilitation with removable partial dentures: A dental technique, *J Prosthet Dent*, 123(5), pp. 680-685.

Arnold, C., Hey, J., Schweyen, R. and Setz, J. M. (2018) Accuracy of CAD-CAM-fabricated removable partial dentures, *J Prosthet Dent*, 119(4), pp. 586-592.

Bibb, R. J., Eggbeer, D., Williams, R. J. and Woodward, A. (2006) Trial fitting of a removable partial denture framework made using computer-aided design and rapid prototyping techniques, *Proc Inst Mech Eng H*, 220(7), pp. 793-7.

Carneiro Pereira, A. L., Martins de Aquino, L. M., Carvalho Porto de Freitas, R. F., Soares Paiva Torres, A. C. and da Fonte Porto Carreiro, A. (2019) CAD/CAM-fabricated removable partial dentures: a case report, *Int J Comput Dent*, 22(4), pp. 371-379.

D'Arienzo, L. F., D'Arienzo, A. and Borracchini, A. (2018) Comparison of the suitability of intra-oral scanning with conventional impression of edentulous maxilla in vivo. A preliminary study, *Journal of Osseointegration*, 10, pp. 115-120.

Duret, F. and Preston, J. D. (1991) CAD/CAM imaging in dentistry, *Curr Opin Dent*, 1(2), pp. 150-4.

Eggbeer, D., Bibb, R. and Williams, R. (2005) The computer-aided design and rapid prototyping fabrication of removable partial denture frameworks, *Proc Inst Mech Eng H*, 219(3), pp. 195-202.

Ender, A., Attin, T. and Mehl, A. (2016) In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions, *J Prosthet Dent*, 115(3), pp. 313-20.

Ender, A. and Mehl, A. (2013) Accuracy of complete-arch dental impressions: A new method of measuring trueness and precision, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 109(2), pp. 121-128.

Gan, N., Xiong, Y. and Jiao, T. (2016) Accuracy of Intraoral Digital Impressions for Whole Upper Jaws, Including Full Dentitions and Palatal Soft Tissues, *PLoS One*, 11(7), pp. e0158800.

Hamanaka, I., Isshi, K. and Takahashi, Y. (2018) Fabrication of a nonmetal clasp denture supported by an intraoral scanner and CAD-CAM, *J Prosthet Dent*, 120(1), pp. 9-12.

Hayama, H., Fueki, K., Wadachi, J. and Wakabayashi, N. (2018) Trueness and precision of digital impressions obtained using an intraoral scanner with different head size in the partially edentulous mandible, *J Prosthodont Res*, 62(3), pp. 347-352.

Hu, F., Pei, Z. and Wen, Y. (2019) Using Intraoral Scanning Technology for Three-Dimensional Printing of Kennedy Class I Removable Partial Denture Metal Framework: A Clinical Report, *J Prosthodont*, 28(2), pp. e473-e476.

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

- Kattadiyil, M. T., Mursic, Z., AlRumaih, H. and Goodacre, C. J. (2014) Intraoral scanning of hard and soft tissues for partial removable dental prosthesis fabrication, *J Prosthet Dent*, 112(3), pp. 444-8.
- Lee, J. H., Yun, J. H., Han, J. S., Yeo, I. L. and Yoon, H. I. (2019) Repeatability of Intraoral Scanners for Complete Arch Scan of Partially Edentulous Dentitions: An In Vitro Study, *J Clin Med*, 8(8).
- Loney, R. W., Lee, C. J. and Michaud, P. L. (2017) Digital scanning to aid guiding plane and rest seat preparations for removable partial dentures, *J Prosthet Dent*, 118(5), pp. 581-583.
- Lytle, R. B. (1962) Soft tissue displacement beneath removable partial and complete dentures, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 12(1), pp. 34-43.
- Magalhães, D., Mendes, J. M., Silva, A. S. and Braga, A. C. (2012) *Prevalência dos vários tipos de reabilitações protéticas observadas no Norte de Portugal* Poster de investigação em prótese fixa. Congresso OMD 2012. Available at: <https://www.ond.pt/congresso/arquivo-2012/apresentacoes/p045/> (Accessed: 30/01/2023).
- Majeed-Saidan, A., Dutra, V., Levon, J. A., Chu, T. G., Morton, D., Alfaraj, A. and Lin, W. S. (2022) The trueness of scans using one intraoral scanner in different partially edentulous conditions, *J Prosthodont*.
- Mansour, M., Sanchez, E. and Machado, C. (2016) The Use of Digital Impressions to Fabricate Tooth-Supported Partial Removable Dental Prostheses: A Clinical Report, *J Prosthodont*, 25(6), pp. 495-7.
- Maryod, W. A. and Taha, E. R. (2019) Comparison of the retention of conventional versus digitally fabricated removable partial dentures. A cross over study, *Int J Dent & Oral Heal*, 5(2), pp. 13-19.
- Mendes, T. A., Marques, D., Lopes, L. P. and Carames, J. (2019) Total digital workflow in the fabrication of a partial removable dental prostheses: A case report, *SAGE Open Med Case Rep*, 7, pp. 2050313X19871131.
- Muller, P., Ender, A., Joda, T. and Katsoulis, J. (2016) Impact of digital intraoral scan strategies on the impression accuracy using the TRIOS Pod scanner, *Quintessence Int*, 47(4), pp. 343-9.
- Page, H. L. (1946) *Mucostatics, a principle - not a "technique"*. Ann Arbor, MI, Library of University of Michigan, pp. 13-45.
- Patzelt, S. B., Emmanouilidi, A., Stampf, S., Strub, J. R. and Att, W. (2014) Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners, *Clin Oral Investig*, 18(6), pp. 1687-94.
- Rekow, E. D. (1991) Dental CAD-CAM systems. What is the state of the art?, *J Am Dent Assoc*, 122(12), pp. 42-8.
- Ren, S., Morton, D. and Lin, W. S. (2020) Accuracy of virtual interocclusal records for partially edentulous patients, *J Prosthet Dent*, 123(6), pp. 860-865.
- Shimizu, T., Tasaka, A., Wadachi, J. and Yamashita, S. (2022) A new proposal for improving the accuracy of intraoral scanning for partially edentulous residual ridge, *J Prosthodont Res*.
- Suzuki, Y., Harada, N., Watanabe, K. I., Maruo, R., Shimpo, H. and Ohkubo, C. (2022) Clinical application of an intraoral scanner and CAD/CAM system for a Kennedy class I partially edentulous patient, *J Oral Sci*, 64(1), pp. 109-111.
- Tamim, H., Skjerven, H., Ekfeldt, A. and Ronold, H. J. (2014) Clinical evaluation of CAD/CAM metal-ceramic posterior crowns fabricated from intraoral digital impressions, *Int J Prosthodont*, 27(4), pp. 331-7.
- Tasaka, A., Uekubo, Y., Mitsui, T., Kasahara, T., Takanashi, T., Homma, S., Matsunaga, S., Abe, S., Yoshinari, M., Yajima, Y., Sakurai, K. and Yamashita, S. (2019) Applying intraoral scanner to residual ridge in edentulous regions: in vitro evaluation of inter-operator validity to confirm trueness, *BMC Oral Health*, 19(1), pp. 264.

Tregerman, I., Renne, W., Kelly, A. and Wilson, D. (2019) Evaluation of removable partial denture frameworks fabricated using 3 different techniques, *J Prosthet Dent*, 122(4), pp. 390-395.

Virard, F., Venet, L., Richert, R., Pfeffer, D., Viguie, G., Bienfait, A., Farges, J. C. and Ducret, M. (2018) Manufacturing of an immediate removable partial denture with an intraoral scanner and CAD-CAM technology: a case report, *BMC Oral Health*, 18(1), pp. 120.

Williams, R. J., Bibb, R., Eggbeer, D. and Collis, J. (2006) Use of CAD/CAM technology to fabricate a removable partial denture framework, *J Prosthet Dent*, 96(2), pp. 96-9.

Williams, R. J., Bibb, R. and Rafik, T. (2004) A technique for fabricating patterns for removable partial denture frameworks using digitized casts and electronic surveying, *J Prosthet Dent*, 91(1), pp. 85-8.

Wu, J., Li, Y. and Zhang, Y. (2017) Use of intraoral scanning and 3-dimensional printing in the fabrication of a removable partial denture for a patient with limited mouth opening, *J Am Dent Assoc*, 148(5), pp. 338-341.