



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Prótese total removível: CAD/CAM com Impressora 3D

Paolo Santamaria

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em
Medicina Dentária (Ciclo Integrado)**

Gandra, 28 de maio de 2020



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Paolo Santamaria

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em
Medicina Dentária (Ciclo Integrado)**

**Prótese total removível: CAD/CAM com Impressora
3D**

Trabalho realizado sob a Orientação de "Mónica Alexandra Guedes Cardoso"

Declaração de Integridade

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Declaração de aceitação do orientador

Eu, **Mónica Alexandra Guedes Cardoso** com a categoria profissional de Professor Auxiliar Convidado do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, tendo assumido o papel de orientador(a) do Relatório de Estágio intitulado “**Prótese Total Removível: CAD/CAM com Impressora 3D**”, do aluno(a) do Mestrado Integrado de Medicina Dentária, **Paolo Santamaria**, declaro que sou do parecer favorável para que o Relatório Final de Estágio possa ser presente ao Júri para admissão a provas conducentes à obtenção do grau de Mestre.

Gandra, 28 de Maio de 2020

Mónica Alexandra Guedes Cardoso

Agradecimentos

Gostaria de começar por agradecer ao meu pai pelos sacrifícios que fez para poder percorrer este caminho.

In secundis, à Professora Monica Cardoso pela sua disponibilidade, competência e paciência.

Obrigado ao meu professor de laboratório dentário Franco Boresi por não duvidar das minhas capacidades e por me ter apoiado neste caminho.

Gostaria também de agradecer aos meus queridos amigos Dino Frigo, Francesco Santagati e Ram Preet pelas suas sugestões e ajuda.

Resumo

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática integrativa sobre o fluxo de trabalho digital em prótese total removível com o uso de Impressora 3D.

Uma pesquisa eletrônica na base de dados de publicações científicas PUBMED foi realizada usando a combinação dos seguintes termos científicos: Dental prosthesis / Printing, three-dimensional / Computer-aided design / intraoral scanner / removable prosthesis. A pesquisa identificou 285 estudos, dos quais 18, mais 1 artigo encontrado foi considerados relevantes para esta revisão.

Esses estudos forneceram dados referentes ao fluxo de trabalho digital e as suas características para a prótese total removível, com a impressora 3D, explicando possíveis protocolos e evidenciando as vantagens e limitações desta tecnologia.

O material resinoso usado para impressão 3D de Próteses Totais Removíveis, tem s características suficientes para ser utilizada na pratica clinica. Comparado com outros materiais de utilização comum, ainda não possui todas as características necessárias, mas apresenta boas espetativas de melhoramento.

São ainda necessários estudos clínicos de longo prazo, bem concebidos, antes que as várias técnicas de impressão em 3D possam ser plenamente implementadas na área da reabilitação oral.

Palavras-chave: Prótese Dentária / Impressora 3D / Computer-aided design / scanner intraoral/ Prótese Removível.

Abstract

The objective of this study was to perform a systematic integrative review on the digital workflow in total removable prosthesis with the use of 3D Printer.

An electronic research in the PUBMED scientific publications database was performed using the combination of the following scientific terms: Dental prosthesis / Printing, three-dimensional / Computer-aided design / intraoral scanner / removable prosthesis. The research identified 285 studies, of which 18, plus 1 article found was considered relevant for this review.

These studies provided data regarding the digital workflow and its characteristics for total removable prosthesis, with the 3D printer, explaining possible protocols and highlighting the advantages and limitations of this technology.

The resinous material used for 3D printing of removable total prostheses has sufficient characteristics to be used in clinical practice. Compared to other materials of common use, it does not yet have all the necessary characteristics, but it presents good improvement spectra.

Long-term, well-designed clinical studies are still needed before the various 3D printing techniques can be fully implemented in the area of oral rehabilitation.

Keywords: Dental prosthesis / Printing, three-dimensional / Computer-aided design / intraoral scanner / removable prosthesis.

ÍNDICE

1.Introdução.....	1
2. Objectivo	2
3.Metodologia.....	2
4.Resultados.....	3
5.Discussão	11
5.1 Aquisição Digital	11
5.1.1 Tipos de Scanners	13
5.2 Planeamento	14
5.2.1 Paramentos Oclusais e estéticos	14
5.2.2 Escolha de dentes	16
5.3 Fabrico com impressora 3D.....	17
5.3.1 Tipos de impressoras 3D na prótese total removível.....	20
5.3.2 Limitações e vantagens do fluxo de trabalho digital com impressora 3D.....	21
6.Conclusão	25
7.Bibliografia	27

1. Introdução

Desde 1946, 98% de todas as próteses são fabricadas com polimetacrilato de metilo (PMMA) e copolímeros. Em comparação com outros materiais, o PMMA é barato e relativamente fácil de utilizar, podendo ser processado com equipamento simples. Devido a estas propriedades, permanece em ampla utilização. A resina termopolimerizável, em particular, tem tendência a provocar a inclinação de dentes artificiais devido à deformação no momento da polimerização. Além disso, a técnica de muflagem que ainda está em amplo uso, provoca tensão na resina, causando a retração, podendo causar um mau ajuste da base da prótese e deslocamento dos dentes artificiais (1)(2) .

Actualmente, para os pacientes idosos, uma prótese completa convencional em polimetacrilato de metilo é ainda o tratamento de eleição para melhorar o desempenho funcional e a estética.(1) Contudo, a abordagem tem vários inconvenientes, incluindo o facto de envolver várias etapas, manipulações complicadas, e dificuldades no controlo da qualidade.(3)

Nas últimas décadas, o mundo passou por uma revolução digital. Uma tendência semelhante está a ocorrer nos domínios médico e dentário, onde técnicas de digitalização e fabrico mais precisas permitem um melhor planeamento, uma maior ligação em rede e técnicas de produção mais automatizadas. A incorporação da tecnologia digital na medicina dentária tornou-se tão importante que é um dos principais temas em conferências internacionais da área. A utilização crescente da tecnologia na medicina dentária deu ao operador a oportunidade de eliminar o manuseamento manual ao longo das várias etapas de processamento; esta abordagem na medicina dentária tem o nome de "fluxo de trabalho digital". A premissa básica do fluxo de trabalho digital baseia-se em três elementos. Em primeiro lugar, a aquisição de dados, tais como várias tecnologias de digitalização. Segue-se a manipulação e o processamento de dados, criados através de um software de concepção assistida por computador (CAD) e, finalmente, os dados processados são utilizados para o fabrico de estruturas no material desejado através de fabrico assistido por computador (CAM).(4) Na fase de fabrico, uma alternativa de rápido crescimento aos métodos de fresagem,

também conhecida como fabrico subtractivo, é conhecida como impressão tridimensional (3D). Esta tecnologia, também designada "fabricação aditiva" e "prototipagem rápida" (PR), tem vindo a substituir certos métodos de fabrico anteriormente realizados pelo fabrico subtractivo, permitindo de fazer uma impressão em 3D de uma prótese em PMMA.(5)

A Prótese Total Removível é o último procedimento protético a passar para a era digital, cujas vantagens são observadas principalmente nas fases de laboratório.

2. Objectivo

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática integrativa do estado actual do "fluxo de trabalho digital" (Digital work flow) em Prótese total com o uso de impressoras 3D.

3. Metodologia

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica na PUBMED (via National Library of Medicine) a usar as seguintes combinações de termos de pesquisa: (1) ((computer-aided design) AND dental prosthesis) AND printing, three dimensional.(2) (intraoral scanner) AND removable prosthesis. Foi utilizado um artigo que não foi encontrado com as palavras chaves mas com informações relevantes para a tese.

Os critérios de inclusão envolveram artigos publicados no idioma inglês, desde 2015 até 2020, que incluíam informações sobre o fluxo de trabalho digital para as impressoras, concentrando as informações para a prótese total removível. Os critérios de inclusão de elegibilidade usados para pesquisas de artigos também envolviam: artigos escritos em Inglês; revisões narrativas; relatos de casos; artigos originais; estudo de modelização; estudo descritivo transversal; estudo observacional transversal; estudo exploratório qualitativo; estudo exploratório descritivo quantitativo e estudo retrospectivo. O total de artigos foi reunido para cada combinação de palavras-chave e os artigos duplicados foram removidos usando o

gerenciador de citações Mendeley. Uma avaliação preliminar dos resumos foi realizada para determinar se os artigos correspondiam ao objetivo do estudo. Os artigos selecionados foram lidos e avaliados individualmente quanto ao objetivo deste estudo. As seguintes informações foram retiradas para esta revisão: nomes dos autores, revistas, ano de publicação, definições, opções de tratamento, tipos de próteses removíveis, finalidade e resultados.

4. Resultados

A pesquisa bibliográfica identificou um total de 285 artigos no PubMed (Figura 1). Após a leitura dos títulos e resumos dos artigos, 234 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão. Os restantes 52 estudos potencialmente relevantes foram então avaliados. Desses estudos, 5 foram excluídos por falarem unicamente de prótese fixa, 8 não se apresentavam com texto completo, 20 não tiveram informações relevantes para esta pesquisa. Assim, 19 estudos foram incluídos na presente revisão (Tabela 1). Um artigo não pertencente a esta pesquisa foi adicionado por ter sido considerado relevante.

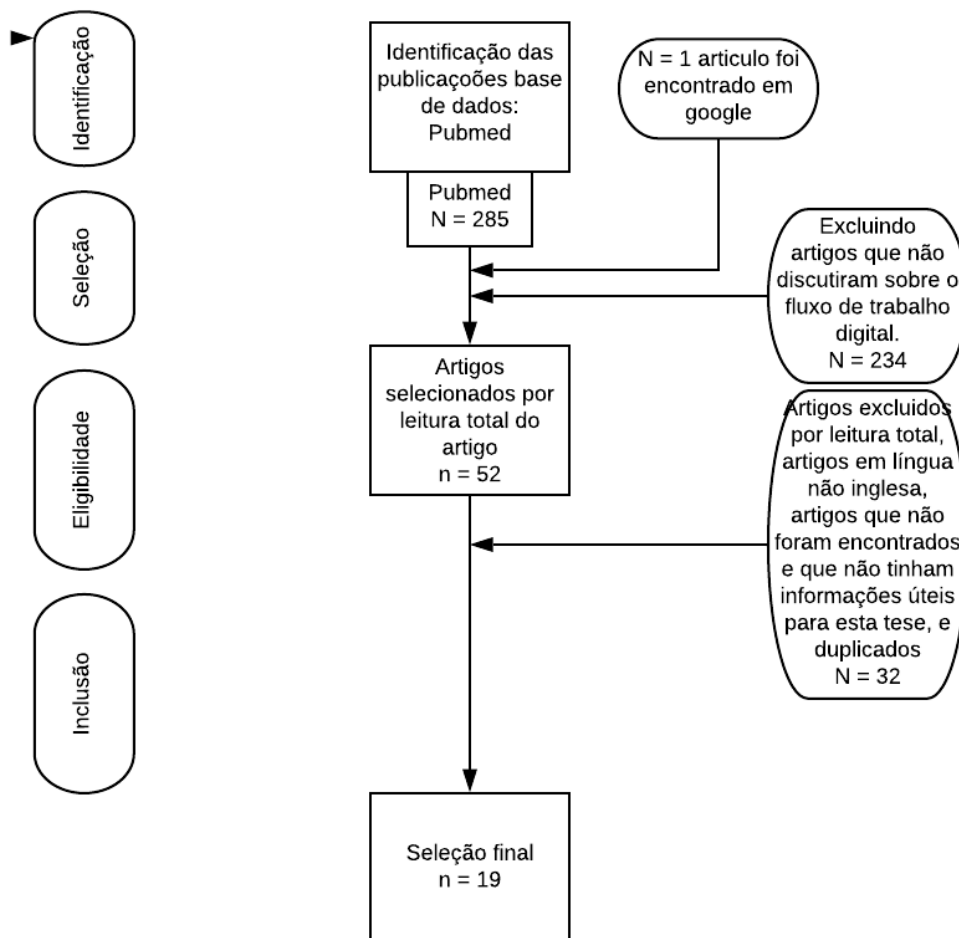


Figura 1 - Fluxograma de estratégia de busca utilizada neste trabalho

Título	Autor e ano	Tipo de estudo	Objetivo	Conclusão
Poly(methyl methacrylate) with TiO ₂ nanoparticles inclusion for stereolithographic complete denture manufacturing - the future in dental care for elderly edentulous patients?	Totu EE, <i>et al.</i> (2017) ¹	Journal Article	Obter um material nanocomposto de Poli(metacrilato de metilo) (PMMA)-TiO ₂ com características antibacterianas melhoradas, adequado para o fabrico de próteses dentárias impressas em 3D.	Foram observadas melhorias significativas nas características dos polímeros e uma boa dispersão das nanopartículas de TiO ₂ em 0,4wt%, pelo que foi utilizado para a prototipagem estereolitográfica de próteses completas.
Accuracy and retention of denture base	Tasaka AM, <i>et al.</i> (2019) ²	Comparativ e Study, Journal	Comparar a precisão e a força de retenção de uma base de	A base de uma prótese experimental

fabricated by heat curing and additive manufacturing.		Article	Prótese experimental fabricada utilizando o fabrico de aditivos e a polimerização por calor.	fabricada com aditivos foi mais precisa e obteve maior força de retenção do que a base de dentadura experimental fabricada com polimerização por calor.
Gingival morphology-controlled design of the complete denture baseplate.	Dai NY <i>et al.</i> (2018) ³	Journal Article, Research Support, Non-U.S. Gov't	Relato um novo método para a geração de gengiva estética e superfícies polidas de próteses completas que são impulsionadas pela curva característica, que pode ser convenientemente modificada usando o fator de forma gengival.	Um método de modelagem sólida baseado na reconstrução da superfície é utilizado para gerar uma placa de base sólida de alta qualidade com desenho rápido e personalizado. O método de desenho digital proposto é eficiente e preciso.
Additive Manufacturing Technologies Used for Processing Polymers: Current Status and Potential Application in Prosthetic Dentistry.	Revilla-Leon, MO, Mutlu (2019) ⁴	Journal Article, Review	Análise dos principais processos de Manufatura Aditiva (MA) para polímeros para aplicações dentárias.	O presente artigo analisa os principais processos MA para polímeros para aplicações dentárias: estereolitografia (SLA), processamento digital de luz (DLP), jacto de material (MJ) e extrusão de material (ME).
Additive Technology: Update on Current Materials and Applications in Dentistry.	Barazanchi AL, <i>et al</i> (2017) ⁵	Journal Article, Review	Atualização sobre Materiais e Aplicações Actuais na Medicina Dentária.	As principais limitações desta tecnologia incluem o aparecimento de etapas devido à estratificação do material e a dificuldade em fabricar certos materiais geralmente utilizados na odontologia para utilização na impressão 3D, como

				a cerâmica.
An In Vitro Study of Factors Influencing the Performance of Digital Intraoral Impressions Operating on Active Wavefront Sampling Technology with Multiple Implants in the Edentulous Maxilla.	Gimenez-Gonzalez BH, <i>et al</i> (2017) ⁶	Journal Article	Avaliar o desempenho (exactidão e repetibilidade) e os factores que afectam o desempenho clínico de um scanner intraoral recentemente libertado com base na tecnologia de amostragem activa da frente de onda.	O scanner TrueDef fornece medições dentro de limites clinicamente aceites. No entanto, a visibilidade do modelo, a experiência do observador e o comprimento do scanner continuam a ser factores relevantes que afectam a precisão.
3D printing in dentistry.	Dawood A, <i>et al</i> (2015) ⁷	Journal Article, Review	Revisão dos tipos de tecnologias de impressão 3D disponíveis e as suas várias aplicações na odontologia e na cirurgia maxilo-facial.	Os avanços nas tecnologias de imagem e modelação 3D, como a tomografia computadorizada de feixe cônico e a digitalização intra-oral. A história relativamente longa da utilização das tecnologias CAD CAM na odontologia, tornar-se-á cada vez mais importante.
Three-dimensional comparative study on the accuracy and reproducibility of dental casts fabricated by 3D printers.	Park ME (2018) ⁸	Comparative Study, Journal Article	Comparação da exactidão e reprodutibilidade dos modelos dentários realizados pelo método convencional e pela impressão 3D.	O método convencional de fabrico de modelos era mais fiável do que o das impressoras 3D.
Fabrication of an interim complete removable dental prosthesis with an in-office digital light processing three-dimensional printer: A proof-of-concept technique.	Lin WS <i>et al</i> (2018) ⁹	Journal Article	Este relatório descreve uma prova de conceito para a fabricação de uma prótese dentária provisória completa removível com uma impressora digital tridimensional (3D) de processamento de luz.	As impressoras 3D em gabinete podem reduzir substancialmente o custo de produção de um PTR em comparação com as actuais opções de fabrico substractivo. Uma impressora in-office 3D acessível

				pode evitar custos de envio e reduzir o tempo de entrega. No entanto, devido à falta de estudos clínicos sobre os PTR fabricados aditivamente por impressoras 3D em gabinete, desconhece-se a sua estabilidade dimensional e de cor a longo prazo, a sua exactidão, biocompatibilidade e as suas propriedades mecânicas.
Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation.	Alghazzawi TF (2016) ¹⁰	Journal Article, Review	Revisão exaustiva da actual literatura publicada que investiga os vários métodos e técnicas de digitalização, concepção e fabrico de restaurações geradas por CAD/CAM, juntamente com o detalhe das novas classificações da tecnologia CAD/CAM.	A tendência futura para a maioria dos profissionais será a utilização de uma câmara de aquisição ligada a um computador com o software apropriado e a capacidade de reencaminhar a imagem para o laboratório.
Fabrication of a complete, removable dental prosthesis from a digital intraoral impression for a patient with an excessively tight reconstructed lip after oral cancer treatment: A clinical report.	Kim, JE <i>et al</i> (2017) ¹¹	Case Reports, Journal Article	Relatório clínico que descreve o tratamento de um paciente que teve um lábio reconstruído excessivamente apertado devido à cirurgia do cancro oral e radioterapia pós-operatória.	A técnica apresentada utilizou um scanner intraoral para uma impressão preliminar e concepção assistida por computador e tecnologia CAD-CAM para procedimentos laboratoriais preliminares. Esta técnica de impressão digital pode reduzir o desconforto do paciente.
Influence of scanner, powder	Prudente MS <i>et al</i>	Journal Article	estudo in vitro para investigar as	Diferentes scanners ópticos intra-orais,

<p>application, and adjustments on CAD-CAM crown misfit.</p>	<p>(2018)¹²</p>		<p>diferenças entre os seguintes métodos de fabrico sobre a discrepância marginal das coroas dentárias: scanners ópticos intrabucais, aplicação de pó e ajustes da superfície a entalhe.</p>	<p>aplicação de pó e ajustes internos influenciaram a discrepância marginal das coroas. As coroas fabricadas com o sistema Omnicam tinham uma discrepância vertical e ajuste interno 3D volumétrico significativamente maiores do que as fabricadas com o scanner Bluecam com TDP. Os ajustes da superfície melhoraram o ajuste vertical das coroas feitas utilizando o scanner Omnicam; contudo, a aplicação do TDP antes do scanner Omnicam melhorou o ajuste vertical, bem como o valor de ajuste interno 3D volumétrico do espaço de cimentação das coroas.</p>
<p>A new digital denture procedure: a first practitioners appraisal.</p>	<p>Bonnet G <i>et al</i> (2017)¹³</p>	<p>Journal Article</p>	<p>Procedimento clínico e laboratorial e a avaliação pelos médicos das primeiras quinze próteses dentárias removíveis completas concebidas digitalmente.</p>	<p>O software de desenho digital de prótese é relativamente eficiente e ajuda a padronizar os resultados clínicos. Contudo, até à data, são ainda necessárias melhorias do software para uma utilização rotineira.</p>
<p>3D-printed custom trays with a Gothic arch for centric relation recording and</p>	<p>Qu FD <i>et al</i> (2019)¹⁴</p>	<p>Journal Article</p>	<p>Descrição de um aparelho fabricado com CAD-CAM e impressão 3D que visa simplificar o</p>	<p>Este artigo descreve um aparelho fabricado com CAD-CAM e impressão 3D que visa simplificar o</p>



definitive impression making for complete dentures: A dental technique.			registo da relação cêntrica, combinando-o com a impressão definitiva num único passo.	registo da relação cêntrica, combinando-o com a impressão definitiva num único passo.
Fabricating Complete Dentures with CAD/CAM and RP Technologies.	Bilgin MS <i>et al</i> (2015) ¹⁵	Journal Article	Duas abordagens tecnológicas para a fabricação de próteses dentárias; a concepção assistida por computador e o fabrico assistido por computador (CAD/CAM) e a prototipagem rápida (RP), são combinadas com as técnicas convencionais de gravação da impressão e da relação mandíbula para determinar a sua viabilidade e aplicabilidade.	Tanto as técnicas CAD/CAM como as PR parecem promissoras para reduzir o tempo de cadeira e permitir que o paciente participe no desenho estético. Além disso, o desenho dentário artificial alinhado a um só conjunto pode aumentar a durabilidade do acrílico.
Quantitative Evaluation of Tissue Surface Adaption of CAD-Designed and 3D Printed Wax Pattern of Maxillary Complete Denture.	Chen HW <i>et al</i> (2015) ¹⁶	Journal Article, Research Support, Non-U.S. Gov't	Avaliar quantitativamente a adaptação da superfície tecidual de um padrão maxilar de cera de dentadura completa produzida por CAD e 3DP.	O padrão de cera da prótese completa maxilar produzida pelo método CAD&3DP é comparável ao método manual tradicional na adaptação ao modelo desdentado de gesso.
Complete-arch accuracy of intraoral scanners.	Treesh JC <i>et al.</i> (2018) ¹⁷	Journal Article	Avaliar a exactidão total de 4 scanners intraorais com base em medições de exactidão e precisão em comparação com uma referência conhecida (exactidão) e entre si (precisão).	Foram encontradas diferenças significativas tanto na exactidão como na precisão entre os scanners. Os tempos de digitalização dos scanners de captura contínua foram mais rápidos do que os scanners de captura única.
CAD-CAM milled versus rapidly	Kalberer NM <i>et al</i>	Journal Article	O objectivo deste estudo <i>in vitro</i> foi	O CAD-CAM, fresado em dentaduras



prototyped (3D-printed) complete dentures: An in vitro evaluation of trueness.	(2019) ¹⁸		comparar as diferenças de veracidade entre as próteses completas fresadas com CAD-CAM e as próteses completas impressas em 3D.	completas, de acordo com as actuais normas de fabrico, era superior às dentaduras completas rapidamente prototipadas em termos de veracidade das superfícies a entalhar. No entanto, é necessária mais investigação sobre as medidas biomecânicas, clínicas e centradas no paciente para determinar a verdadeira superioridade de uma técnica sobre a outra no que respeita à fabricação de próteses dentárias completas através de técnicas CAD-CAM.
Effects of build direction on the mechanical properties of 3D-printed complete coverage interim dental restorations.	Alharbi N <i>et al</i> (2016) ¹⁹	Journal Article	Estudo in vitro que avalia o efeito da direcção de construção (orientação por camadas) sobre as propriedades mecânicas de um novo material restaurador dentário tridimensional (3D) impresso.	A orientação por camadas influenciou a resistência compressiva do material. Os impressos verticalmente, com as camadas orientadas perpendicularmente à direcção da carga, melhoraram mais as propriedades mecânicas em comparação com os impressos horizontalmente, com as camadas orientadas paralelamente à direcção da carga.

Tabela 1 – Artigos pertencentes à seleção final

5. Discussão

A utilização crescente da tecnologia na odontologia deu ao operador a oportunidade de eliminar o manuseamento manual de espécimes ao longo das várias etapas de processamento; alguns deram a esta abordagem na odontologia o termo "fluxo de trabalho digital". A premissa básica do fluxo de trabalho digital baseia-se em três elementos. Em primeiro lugar, a aquisição de dados, tais como várias tecnologias de digitalização. Segue-se a manipulação e o processamento de dados, criados através de um software de concepção assistida por computador (CAD) e, finalmente, os dados processados são utilizados para o fabrico de estruturas no material desejado através de fabrico assistido por computador (CAM). Na fase de fabrico, uma alternativa de rápido crescimento aos métodos de fresagem, também conhecida como fabrico substractivo, é conhecida como impressão tridimensional (3D). Esta tecnologia, também designada "fabrico de aditivos" e "prototipagem rápida", tem vindo a substituir certos métodos de fabrico anteriormente realizados pelo fabrico substractivo.(5)

5.1 Aquisição digital

Na última década, foram introduzidas impressões digitais diretas para acelerar o processo de captura de dados e eliminar a maioria dos inconvenientes normalmente encontrados com as impressões convencionais, diminuindo assim o desconforto dos pacientes e melhorando a previsibilidade do desenho e dos procedimentos de fabrico das próteses.(6)

Para o domínio do software CAD é ainda imprescindível ter treino no manuseamento e conhecimentos informáticos, mas isso não criará obstáculos e nem criará uma nova geração de operadores pois o software está a tornar-se "mais inteligente" e mais de mais fácil utilização.(7) Os sistemas PR e CAD/CAM reduzirão o tempo de consulta para os pacientes.(8)

O fabrico de próteses totais removíveis envolve normalmente múltiplas visitas clínicas e procedimentos laboratoriais. O uso de scanner digital e o registo oclusal maxilomandibular permitem aos clínicos adquirir os dados necessários sem a necessidade de impressões convencionais, vazagem de impressões, fabricação de bases de registo, ou montagem de modelos em articulador. Esta técnica poderia reduzir o tempo clínico e laboratorial necessário para fabricar as próteses totais removíveis.(9)

No ambiente da prática odontológica, os scanners intra-orais e laboratoriais estão a tornar-se cada vez mais comuns. Os médicos dentistas e técnicos de prótese dentária estão a ficar mais familiarizados e aptos a trabalhar com grandes volumes de dados digitais. (7)

Esta aquisição digital pode ser efetuada pelo método directo, pela digitalização da cavidade oral, ou pelo método indirecto onde é digitalizado um modelo de gesso ou impressão. Os dados digitais obtidos a partir das varreduras são convertidos em formato de arquivo nativo do software CAD estereolitográfico (STL) que contém dados que descrevem o *layout* do objeto tridimensional, é um formato compatível com o software informático.(8)

O desempenho dos scanners intraorais é normalmente definido por meio de precisão e repetibilidade. Precisão significa quão próxima está a impressão em relação ao objecto real, e reproduzibilidade ou repetibilidade é a consistência do dispositivo para obter resultados idênticos em múltiplas impressões repetidas. Idealmente, um scanner intraoral deve ser tão preciso quanto possível, e não ser afectado por qualquer factor.(6)

A experiência do operador afecta a precisão da impressão digital. Também a capacidade individual de seguir um protocolo de digitalização específico afecta o desempenho do scanner intraoral. A distância e os desvios angulares aumentam ao longo de todo o arco. Isto significa que o primeiro quadrante digitalizado alcançará sempre melhor precisão que o segundo quadrante.(6)

5.1.1 Tipos de Scanners

Há vários tipos de scanner: Os intraorais, que permitem fazer a impressão diretamente na boca do paciente, fazendo uma impressão chamada directa; e scanner de cadeira (ou de laboratório), onde uma impressão feita com a técnica clássica ou o modelo de gesso é scaneado(Técnica indirecta). (10)

As câmaras intra-orais são scanners ópticos e podem ser separadas em dois tipos:

- Câmaras de imagem única. Câmaras que gravam cerca de três dentes numa única imagem. Para gravar áreas maiores da dentição, uma série de imagens individuais sobrepostas são gravadas de forma que o programa de software pode montá-las em um modelo virtual tridimensional maior. A câmara é posicionada em ângulos diferentes para assegurar um registo preciso dos dados abaixo da altura do contorno que seriam escondidos da câmara se apenas fosse obtida uma vista oclusal. As áreas não visualizadas pela câmara nas imagens sobrepostas seriam então extrapoladas pelo programa de software para preencher as áreas de dados em falta no modo virtual; (10)
- Câmaras de vídeo que consistem em uma gravação vídeo das arcadas.(10)

Os scanners de laboratório são classificados em:

- Scanners ópticos que utilizam a projecção de uma grelha de luz de medição sobre estruturas dentárias com um ângulo definido, causando uma mudança de fase dependente da profundidade da grelha, que a câmara regista no seu sensor digital. O computador calcula os dados 3D da estrutura dentária a partir da imagem da grelha de medição modulada em profundidade; (10)
- Scanners mecânicos, (ou de contacto) o scanner é capaz de ler um modelo de gesso mecanicamente linha a linha através de uma sonda esférica, a fim de obter medições 3D.(10)

Nas primeiras abordagens à digitalização e à produção de restaurações fabricadas digitalmente, o protésico dependia da utilização de instalações centralizadas de

digitalização e fabrico, muitos laboratórios dispõem agora dos seus próprios scanners de laboratório.⁷

A utilização de scanners intra-orais é recomendada em doentes com um reflexo de vomito excessivo ou com reacções alérgicas a materiais de impressão.⁽¹¹⁾ No entanto, a restauração de um arco completamente desdentado utilizando scanners intra-orais tem algumas limitações. A primeira limitação envolve a existência de tecido móvel na boca. Ao contrário das técnicas convencionais de impressão, o scan intra-oral não pode ser feito enquanto o tecido móvel do freio ou do vestíbulo está a mudar, ⁽⁶⁾ ⁽¹¹⁾ ⁽¹²⁾ por conseguinte, a precisão dessas imagens é reduzida. Em segundo lugar, as características da superfície da mucosa podem afectar a qualidade de um exame intraoral.⁽¹¹⁾ A precisão da impressão digital também depende de vários factores, incluindo o tipo de scanner, o software, a visibilidade do corpo da scannerizar, a iluminação de fundo e a temperatura ambiente, bem como de factores relacionados com o doente, incluindo a abertura da boca e o fluxo salivar.⁽⁶⁾

Devido a estas dificuldades e porque não é possível medir a depressão da mucosa oral, continuam a ser necessárias técnicas de impressão convencionais⁽¹³⁾, essas impressões são vazadas a gesso, e o modelo de gesso é digitalizado com um scanner de mesa em vez de se utilizar a aquisição de dados intrabucais.⁽¹¹⁾

Num futuro próximo, a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) ou a ressonância magnética poderão ser utilizadas em substituição das impressões ou digitalizações para prótese total. ⁽⁷⁾

5.2-Planeamento

5.2.1 Parametros oclusais e estéticos

Após as impressões maxilares e mandibulares, os modelos do paciente são digitalizados para obter os dados 3D da superfície do modelo edêntulo.⁽³⁾ Os rolos de oclusão com cera (estáticas) e o traçado do arco gótico (funcionais) são os métodos

mais utilizados para o registo da relação cêntrica e da dimensão oclusal vertical de próteses completas. Os registos podem ser digitalizados e carregados em CAD. Uma alternativa pode ser medir e registar a dimensão vertical e a relação cêntrica preliminar com o *Centric tray*[®]. *Centric tray*[®] é um tipo de moldeira pré-fabricada reutilizável que combina as impressões definitivas com a determinação da dimensão vertical de oclusão. (14)

Para este efeito, o paciente deve estar em posição vertical. Um pequeno ponto é marcado na ponta do nariz e na ponta do queixo. Os pacientes são convidados a relaxar, para relaxar os músculos e a distância entre os pontos marcados é registada utilizando um calibrador deslizante. A distância medida entre os dois pontos é reduzida em dois/três milímetros de espaço livre para estabelecer uma dimensão vertical preliminar. Esta dimensão é determinada com a ajuda do *Centric tray*, semelhante à técnica da dupla impressão. Utilizar ou silicone para a realização da impressão. Antes de efectuar a impressão, verificar se os doentes são capazes de fechar a boca o suficiente para atingir a altura oclusal previamente estabelecida sem dificuldade quando o *Centric tray*[®] é colocado na cavidade oral. O material de impressão é preenchido na parte superior e inferior do *Centric tray*[®] e é dada uma curvatura ligeiramente convexa enquanto a área da língua é deixada descoberta. O *Centric tray*[®] com o material da impressão pode agora ser inserido na boca do doente e apoiada na mandíbula. Pede-se aos doentes que fechem lentamente a boca até se atingir a altura oclusal definida, enquanto o calibrador de deslizamento é mantido contra a face. Em seguida, pedir aos doentes que engulam e que mantenham a boca imóvel até o material estar completamente endurecido. (13)

Um dispositivo CAD[®] UTS é utilizado como um plano de Fox para medir desvios dos planos de referência (Sagital-Camper e planos frontais-bipupilares). Este dispositivo é fixado à *Centric Tray*[®] e os valores dos desvios digitais são medidos e subsequentemente transferidos para um articulador virtual. O principal objectivo deste passo de registo de dados é posicionar os modelos primários virtuais no espaço. (13)

Para encontrar a relação cêntrica, uma aplicação de software específica da 3shape® propôs um desenho para os rolos oclusais, que são deliberadamente reduzidos em altura em relação à dimensão da oclusão vertical registada. Um corte é integrado para deixar espaço suficiente para o sistema de gravação intra-oral de pontos centrais (Gnathomètre®) e para evitar qualquer interferência com o rolo oclusal antagonista.(13) Um ponteiro de aparafusar/desaparafusar é utilizado para modular a dimensão vertical oclusal. Uma placa de recepção circular com um marcador permite registar os diferentes movimentos mandibulares. O Gnathometer® pode ser facilmente clipado às impressões da moldeira e não requer colagem ou retenções. Em seguida, a Dimensão Vertical Oclusal é determinada e ajustada aparafusando ou desaparafusando o ponteiro central. As modificações da dimensão vertical de oclusão são fáceis de conseguir, uma vez que o único contacto entre a maxila e a mandíbula é feito através do ponteiro central. Este processo evita qualquer interferência das rolos oclusais, uma fonte provável de desvio da mandíbula, e permite uma excelente retenção das moldeiras de impressão nas cristas. Em seguida, a placa receptora cilíndrica do ponteiro central é pintada para obter os trajectos mandibulares (Arco Gótico de Gysi). Estas vias encontram-se numa zona de equilíbrio utilizada como referência durante a etapa de registo das relações interarcadas. A utilização de material elastómero (mordeduras de silicone) permite a moldagem do suporte dos lábios e a localização da linha articular horizontal dos lábios.(13)

Com a orientação das marcas anatómicas do modelo de gesso (freio labial, colocação de caninos), serão marcadas zonas de linha média e canina nos rolos de cera. A zona de sorriso foi ajustada de acordo com a altura dos blocos de registo oclusal. (14)

5.2.2 Escolha de Dentes

A escolha dos dentes artificiais pode ser efetuada com a ajuda de uma base de dados de dentes artificiais, a disposição dentária da prótese completa é feita utilizando as referências registadas no paciente desdentado.(3)O processo de selecção dos dentes da prótese pode ser eliminado na cadeira e fornecido pelo sistema 1SA digitalmente. ¹⁵

O sistema de dentes artificiais 1SA (one-set alignment artificial tooth system) é concebido e fabricado como uma peça única para o arco maxilar e mandibular utilizando PR.¹⁵

É também possível que a 1SA possa fornecer uma resistência extra à prótese devido à construção de uma peça quando comparada com os dentes de prótese colocados individualmente. 1SA tem a vantagem de evitar erros de relação vertical de oclusão e relação cêntrica devido aos potenciais erros de manipulação do técnico enquanto transfere os modelos para o articulador e monta os dentes manualmente. Assim, as fases de concepção e manipulação são extraídas do processo do técnico nos métodos PR(15)

Além disso, é possível considerar as escolhas pessoais dos pacientes, e os médicos dentistas dentistas podem relacionar directamente os seus conhecimentos de oclusão e estética com o desenho sem a assistência de um técnico de laboratório.(15)

5.3 Fabrico com Impressora 3D

A impressão 3D oferece outra forma de dispositivo de "saída" para software CAD dentário; tornando possível a materialização de componentes e objectos intrincados numa variedade de materiais diferentes. A impressão em 3D é feita por si mesma quando as estruturas são únicas, por medida, têm uma geometria intrincada e onde os dados de digitalização em 3D são facilmente obtidos.(7) (16)

A impressora 3D utiliza um sistema de integração electromecânico composto por tecnologia mecânica, técnica de controlo e tecnologia informática. A impressora 3D é composta por um bocal de ejeção, sistema mecânico, sistema de controlo numérico e software estratificado.(16)

A distinção entre resolução, precisão e veracidade precisa de ser clarificada. A resolução é a melhor ou a menor característica que a impressora 3D pode reproduzir, específica para cada tecnologia e impressora. A resolução de uma impressora 3D deve ser definida em cada eixo x, y e z em μm ou pontos por polegada (dpi), em que o eixo z

corresponde normalmente à espessura da camada. A precisão ou repetibilidade é a capacidade de uma impressora 3D fabricar objectos com exactamente as mesmas dimensões 3D, ou a proximidade entre objectos impressos repetidamente. A veracidade refere-se à discrepância entre o objecto impresso e as dimensões reais do objecto pretendido. No fluxo de trabalho digital dentário, as discrepâncias podem ser incorporadas em cada etapa. Além disso, a tecnologia seleccionada, a impressora 3D utilizada, bem como o material escolhido para o fabrico por adição do objecto desejado, fazem a diferença.(4) (17) (18)

Nem todas as impressoras que fabricam um objecto com a mesma tecnologia apresentam as mesmas capacidades de resolução. Por conseguinte, cada impressora tem uma resolução determinada, que é fornecida pelo seu fabricante. Além disso, cada material tem o seu próprio comprimento de onda de activação, potência e tempo de exposição para o seu fabrico em impressoras 3D. Por conseguinte, nem todos os materiais da fabricação aditiva são compatíveis com todas as impressoras. Além disso, os procedimentos de pós-processamento do fabricante têm de ser executados cuidadosamente para evitar mais distorções do objecto impresso. Diferentes factores, como a velocidade, intensidade, ângulo e direcção de construção do laser, número de camadas, software, retracção entre camadas, quantidade de material de suporte e procedimentos pós-processamento, podem afectar a precisão (precisão e veracidade) do objecto impresso. Devido às disparidades nos protocolos, na tecnologia seleccionada e nos parâmetros das impressoras e do material impresso em polímero 3D utilizado, é muito difícil comparar os resultados obtidos em diferentes estudos. Os espécimes impressos verticalmente com as camadas orientadas perpendicularmente à direcção da carga apresentam uma resistência à compressão significativamente superior aos espécimes impressos horizontalmente com as camadas orientadas paralelamente à direcção da carga.(4)

Novas gerações de materiais restauradores dentários para impressão 3D estão em desenvolvimento e surgem com regularidade. A profissão já está a aceitar as tecnologias de fabrico digital; grande parte do trabalho de laboratório que antes era produzido por processos artesanais é agora produzido digitalmente, deixando apenas

os acabamentos finais das restaurações para serem aplicados à mão. Desenvolvimentos futuros fundamentais que impulsionariam a nossa utilização da tecnologia para além dos benefícios óbvios de redução de custos, aumento da velocidade de fabrico, e tratamentos mais rápidos e menos invasivos para os nossos pacientes. Tudo isto significa que a evolução lenta da utilização das tecnologias digitais na medicina dentária ganhou ímpeto ao ponto de, na opinião dos autores, termos ultrapassado há muito o ponto de adopção precoce, com a oportunidade de utilização generalizada da tecnologia de impressão 3D. Há margem para muito mais desenvolvimento; embora haja uma grande concentração em equipamentos individuais, é a integração global do equipamento com o software de planeamento e concepção que cria um fluxo de trabalho suave, rigoroso e racionalizado que é de importância fundamental e fará toda a diferença para a aceitação destas tecnologias disruptivas. Juntamente com esta nova tecnologia surge uma nova oportunidade; o desafio que enfrentamos não é olhar para a impressão em 3D como uma nova ferramenta para fazer o que sempre fizemos, mas olhar para ela como uma tecnologia que nos permitirá ser mais criativos, desenvolver novos materiais e novos procedimentos mais previsíveis, menos invasivos e menos dispendiosos para os nossos pacientes. Devemos também evitar deixar-nos seduzir por este e outros aspectos da tecnologia digital, pensando que, por ser digital, é melhor; é necessária investigação para definir normas e assegurar que os equipamentos que entram rapidamente nos nossos laboratórios e nas nossas cirurgias funcionam pelo menos tão bem como os actuais processos convencionais "analógicos".(7)

A concepção de próteses totais necessita de satisfazer as exigências estéticas, os processos mecânicos e de fabrico e os requisitos de vida útil, resultando num processo de concepção complexo. A tecnologia de desenho digital de placa de base pode gradualmente produzir modelos de próteses dentárias totais personalizados que correspondam mais precisamente à anatomia dentária individual (por exemplo, forma gengival), que, em conjunto com a simulação de movimento de mastigação e análise dinâmica de oclusão (por exemplo, factores biomecânicos relacionados com a transferência de carga oclusal), fornecerão uma ferramenta óptima para o desenho da

próxima geração de próteses biônicas completas. Esta tecnologia acabará por melhorar a satisfação do paciente.(3)

5.3.1 Tipos de Impressoras 3D em Prótese Total Removível

Os principais tipos de impressoras 3D de resinas são: SLA (estereolitografia) e DLP (processamento digital de luz).

A impressão SLA 3D a laser utiliza um laser UV para rastrear as secções transversais do objecto. O laser é focalizado utilizando um conjunto de lentes e depois reflectido a partir de dois espelhos de digitalização motorizados (galvanómetro). O espelho de varrimento direcciona o raio laser preciso para o reservatório de resina sensível aos UV para endurecer a camada. A profundidade de endurecimento, que determina a resolução do eixo z, é controlada pelo fotoiniciador e as condições de exposição à radiação (comprimento de onda, potência e tempo/velocidade de exposição), bem como quaisquer corantes, pigmentos ou outros absorvedores de UV adicionados. Geralmente, no processo SLA, a espessura da camada depende dos padrões do modelo de impressora, que pode variar entre 15 e 150 μm com uma rugosidade superficial de aproximadamente 35 a 40 μmRa . A faixa de comprimento de onda da luz UV que polimeriza a matéria prima depende da impressora, mas pode variar de 200 a 500 nm. Uma vantagem da tecnologia SLA é a resistência à temperatura e a liberdade de geometrias complexas que podem imprimir, enquanto que a principal limitação é a necessidade de estruturas de suporte a objectos de tomanufacturação. Isto consome material adicional e aumenta o tempo de produção e pós-processamento. Embora o SLA seja caro em comparação com outras técnicas para fabricação aditiva, ele oferece uma alta precisão, um acabamento superficial liso e detalhes de construção finos. (1) (4) (5) (9) (19)

O DLP é muito semelhante à tecnologia SLA, uma vez que é considerada a mesma categoria pela *International Association for Testing Materials*. A principal diferença entre SLA e DLP é a fonte de luz, onde a imagem é criada por uma lâmpada de arco voltaico ou por pequenos espelhos microscópicos dispostos numa matriz sobre um

chip semiconductor, conhecido como um dispositivo digital de microespelho. Cada espelho representa um ou mais pixels na imagem projectada. O número de espelhos corresponde à resolução da imagem projectada. Uma cuba de fotopolímero líquido é exposta à luz de um projector em condições de luz de segurança. O projector DLP apresenta a imagem do modelo 3D sobre o fotopolímero líquido. Neste sistema, o objecto físico é puxado para cima a partir da resina líquida, em vez de para baixo, para dentro do sistema fotopolímero líquido. A radiação passa através de uma janela transparente UV. O processo é repetido até que o objecto 3D seja construído.(4) (5) (9) (19)

5.3.2 Limitações e vantagens do fluxo de trabalho digital e Impressora 3D

A fabricação aditiva não está isenta de limitações:

-As câmaras são linhas de visão, o que significa que a câmara só pode gravar o que é visível para a lente da câmara. Por conseguinte, as estruturas ou margens obscurecidas pela saliva, sangue ou tecido mole não são visíveis para a câmara e não serão gravadas com precisão.(10)

-A precisão total limitada das impressões digitais em arco, em comparação com as impressões convencionais.(10)

-Efeito escada: A fabricação aditiva de camada por camada ainda deixa um efeito de escada no produto acabado, a menos que a espessura da camada seja ajustada para a menor resolução possível. No entanto, tal aumentará significativamente o tempo de construção das estruturas. (5)

-Reprodutibilidade: Embora a velocidade e a precisão de construção estejam a melhorar, muitas máquinas aditivas ainda não imprimem com a precisão ou reprodutibilidade necessárias para certas aplicações dentárias. Nos casos em que se procura uma maior precisão, a velocidade de produção é normalmente afectada. (5)

-Necessidade de estruturas de apoio: é necessário acrescentar passos adicionais na colocação de estruturas de suporte que possam ser necessárias para utilização durante

as fases de fabrico, quer manualmente quer através de pré-programação, e depois removidas após a construção da estrutura. Isto suporta quaisquer estruturas salientes que surjam durante o processo de construção. (5)

Todas estas questões estão a ser investigadas em profundidade e, com o actual ritmo de progresso, serão menos temíveis à medida que a tecnologia for melhorando.(5)

Em comparação com outras técnicas de fabrico digital, a tecnologia dos aditivos apresenta uma série de vantagens, incluindo a flexibilidade de utilização de uma grande variedade de máquinas e dos materiais disponíveis para utilização. Isto torna a tecnologia dos aditivos um campo atractivo para a investigação e cria um campo totalmente novo de possíveis aplicações para utilização na medicina dentária. Actualmente, existe um pequeno número de grandes fabricantes desta tecnologia; contudo, devido às patentes recentemente caducadas, muitas empresas em fase de arranque estão a produzir máquinas precisas a um custo inferior. Isto pode ser visto pelo facto de os papéis mais antigos declararem que o fabrico de SLA não era popular na altura, devido ao custo elevado do material e das máquinas. Actualmente, existem máquinas SLA que custam cerca de 5 000 dólares, que são capazes de preparar uma estrutura com uma espessura de camada de 25 µm. As vantagens de utilizar o fabricação aditiva incluem: (5) (8)

-Flexibilidade devido à gama de máquinas disponíveis: Algumas máquinas são capazes de imprimir vários materiais ao mesmo tempo sem ter que substituir a estrutura a meio da construção. Embora isto se tenha limitado principalmente ao fabrico de materiais orgânicos ou multicoloridos, o avanço da tecnologia pode um dia permitir o fabrico de próteses dentárias multicomponentes e a sua subestrutura, para casos complexos de prótese numa só máquina, num só estiramento, que realizaria plenamente o fluxo de trabalho digital. (5) (8)

-Baixa percentagem de matéria-prima desperdiçada: O fabrico substractivo pode remover até 96% do material inicial, e este desperdício é praticamente irreciclável. Em comparação, as máquinas aditivas tendem a utilizar principalmente o que é necessário para a construção e têm 40% menos desperdício. Além disso, cerca de 95% a 98% dos

resíduos podem ser reciclados em futuros ciclos de produção. Isto não só faz baixar o custo global da matéria-prima, como também é importante em situações em que o peso e a dimensão globais da matéria-prima são um problema. Sem ter de depender das dimensões de um bloco de material pré-formado, como acontece no fabrico subtractivo, a dimensão global do produto final só é limitada pela dimensão da câmara de construção da máquina; esta é normalmente maior do que a dimensão oferecida pelos discos pré-formados para as máquinas de moagem. (5) (8)

-Os pacientes são obrigados a passar menos tempo em clínicas e a fazer menos visitas. Consequentemente, o tempo clínico será mais rentabilizado(8)

Em relação ao material, a segurança destes materiais acrílicos PR está ainda a ser testada e estes materiais estão a ser avaliados para uma utilização a longo prazo.(15)

No entanto, devido à falta de estudos clínicos sobre as Protese Total Removível fabricadas aditivamente por impressoras 3D no consultório, desconhece-se a sua estabilidade dimensional e de cor a longo prazo, a sua exactidão, biocompatibilidade e as suas propriedades mecânicas. A impressão multimaterial (utilizando diferentes materiais com propriedades variadas ou a cores numa única tarefa de impressão) é ainda uma limitação com as impressoras 3D SLA ou DLP de consultório, e a criação de uma prótese multicolorida com a impressora 3D SLA ou DLP de consultório, para além de ainda não ser viável a colagem dos dentes à base da prótese.(9)

Uma das principais queixas frequentemente manifestadas pelos utilizadores de próteses dentárias completas é a insuficiente força de retenção. A palavra "aderência" descreve-a como um meio de manter *in situ* a prótese dentária superior. Na aplicação clínica, a melhoria da conformidade entre o tecido que suporta a mucosa e a prótese e o aumento da área superficial da base da prótese são importantes em termos da maximização da força de retenção. A base da prótese fabricada com polimerização por calor e fabricação de aditivos demonstrou diferentes tendências em termos de alterações dimensionais. Com a base da prótese fabricada utilizando a polimerização por calor, verificou-se uma tendência para as margens da base se elevarem e para o centro do palato se pressionar para dentro do modelo de trabalho. Tem sido relatado

que com a resina de polimerização por calor, a retracção térmica pode ocorrer após o processamento. Além disso, com próteses fabricadas por meio de moflagem sob pressão, pode ocorrer deformação como resultado da libertação de tensões residuais após a retirada da mufla. Além disso, se houver uma elevação da prótese do modelo devido à retracção por polimerização, haverá um aumento óbvio da diferença dimensional entre a prótese e o modelo. Isto cria uma lacuna entre o modelo de trabalho e os bordos da prótese, estando a retracção concentrada principalmente no centro do palato.(2)

A base da prótese fabricada com aditivos é mais precisa do que a base da prótese fabricada com polimerização por calor. Quando se procede ao fabrico de aditivos, a base da prótese é fabricada por camadas finas de resina, o que pode reduzir a quantidade de elevação do modelo. Com o fabrico de aditivos, o contacto entre a superfície do material do modelo e o material de suporte pode resultar num aumento da rugosidade da superfície. Nas regiões de rebaixos da base da prótese, devido à interposição do material de suporte, a rugosidade da superfície da base da prótese pode influenciar fortemente a precisão da impressão. Além disso, um método conhecido para determinar a trajectória de inserção de uma prótese maxilar completa consiste em medir a quantidade de rebaixos utilizando um paralelometro e, em seguida, especificar a direcção com a menor quantidade de rebaixos como trajectória de inserção. Consequentemente, quando se fabrica uma prótese aditiva para um doente com cristas residuais elevadas e rebaixos graves, se não for efectuada uma simulação para a trajectória de inserção, se a direcção de montagem do modelo não for determinada no momento do fabrico e se o processamento da parte inferior não for efectuado com muito cuidado, o material de suporte poderá causar uma diminuição da precisão da impressão. Desde que se considere este ponto, é possível utilizar uma impressora 3D no fabrico de bases de prótese.(2)

As medições da força de retenção indicam que a base de prótese fabricada com aditivos tem uma força de retenção superior à da base de prótese fabricada com polimerização por calor. Infelizmente, a base da prótese fabricada com polimerização por calor é mais resistente do que a base de prótese impressa. Contudo, com a base

de prótese fabricada com aditivos, as alterações dimensionais são diferentes das fabricada com polimerização por calor, com um melhor selamento dos bordos da base, menos levantamento da base e uma pressurização mais uniforme, o que resultou num nível mais elevado de força de retenção. Contudo, com a base de prótese experimental fabricada com aditivos, as alterações dimensionais foram diferentes das da base de prótese experimental fabricada com polimerização térmica, com um melhor selamento da base de prótese experimental, menos levantamento da base de prótese experimental e uma pressurização mais uniforme, o que resultou num nível mais elevado de força de retenção. (2)

6. Conclusão

Dentro das limitações desta revisão sistemática integrativa, as seguintes conclusões foram retiradas:

- A aplicação da impressão 3D em prótese total removível é ainda limitada devido à falta de software de desenho. O desenvolvimento de protocolos para um fluxo de trabalho digital para Prótese Total Removível continuam a ser necessários.
- Devido ao movimento contínuo dos tecidos moles em pacientes desdentados, a aquisição de dados digitais é difícil, a digitalização tem que ser efetuada no modelo, e não em boca.
- As técnicas de determinação da dimensão vertical não diferem muito das técnicas clássicas, e estas última podem ser utilizadas e submetida no CAM.
- A fabricação aditiva é um método de fabrico alternativo, mas a tecnologia tem sido mais lenta a amadurecer para utilização em ambientes dentários, devido ao seu elevado custo.
- A natureza passiva das técnicas aditivas permite o fabrico de estruturas de construção mais sofisticadas, sem força excessiva e com muito menos resíduos não recicláveis, em comparação com as técnicas de fabrico substractivo.

-Entre os dois tipo de impressoras de resinas, SLA e DLP, a impressora SLA é mais precisa, mas precisa de mais tempo de impressão.

- O método CAD&3DP pode satisfazer a precisão e as características mecanicas clinicamente aceitável para a concepção e desenvolvimento de próteses totais removíveis, a base da prótese fabricada com polimerização por calor é mais resistente do que a base de prótese impressa, mas a base da prótese fabricada por aditivos é mais precisa.

- Está para breve um futuro promissor para as aplicações protéticas das tecnologias de Fabricação aditiva, onde um fluxo de trabalho digital completo poderia ser sistematicamente aplicado no nosso trabalho diário.

- São necessários desenvolvimentos para ultrapassar as limitações existentes nos aspectos técnicos e materiais da Fabricação Aditiva. A maioria dos resultados è baseada principalmente em estudos *in vivo* ou *in vitro* de curto prazo. São necessários estudos clínicos de longo prazo, bem concebidos, antes de as várias técnicas de impressão em 3D possam ser plenamente implementadas na área da reabilitação oral.

7. Bibliografia

1. Totu EE, Nechifor AC, Nechifor G, Aboul-Enein HY, Cristache CM. Poly(methyl methacrylate) with TiO₂ nanoparticles inclusion for stereolithographic complete denture manufacturing - the future in dental care for elderly edentulous patients? *J Dent*. 2017 Apr;59:68–77.
2. Tasaka A, Matsunaga S, Odaka K, Ishizaki K, Ueda T, Abe S, et al. Accuracy and retention of denture base fabricated by heat curing and additive manufacturing. *J Prosthodont Res*. 2019 Jan;63(1):85–9.
3. Dai N, Yu X, Sun Y. Gingival morphology-controlled design of the complete denture baseplate. *Int j numer method biomed eng*. 2018 Feb;34(2).
4. Revilla-Leon M, Ozcan M. Additive Manufacturing Technologies Used for Processing Polymers: Current Status and Potential Application in Prosthetic Dentistry. *J Prosthodont*. 2019 Feb;28(2):146–58.
5. Barazanchi A, Li KC, Al-Amleh B, Lyons K, Waddell JN. Additive Technology: Update on Current Materials and Applications in Dentistry. *J Prosthodont*. 2017 Feb;26(2):156–63.
6. Gimenez-Gonzalez B, Hassan B, Ozcan M, Pradies G. An In Vitro Study of Factors Influencing the Performance of Digital Intraoral Impressions Operating on Active Wavefront Sampling Technology with Multiple Implants in the Edentulous Maxilla. *J Prosthodont*. 2017 Dec;26(8):650–5.
7. Dawood A, Marti Marti B, Sauret-Jackson V, Darwood A. 3D printing in dentistry. *Br Dent J*. 2015 Dec;219(11):521–9.
8. Park M-E, Shin S-Y. Three-dimensional comparative study on the accuracy and reproducibility of dental casts fabricated by 3D printers. *J Prosthet Dent*. 2018 May;119(5):861.e1-861.e7.
9. Lin W-S, Harris BT, Pellerito J, Morton D. Fabrication of an interim complete removable dental prosthesis with an in-office digital light processing three-dimensional printer: A proof-of-concept technique. *J Prosthet Dent*. 2018 Sep;120(3):331–4.
10. Alghazzawi TF. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *J Prosthodont Res*. 2016 Apr;60(2):72–84.
11. Kim J-E, Kim N-H, Shim J-S. Fabrication of a complete, removable dental prosthesis from a digital intraoral impression for a patient with an excessively tight reconstructed lip after oral cancer treatment: A clinical report. *J Prosthet Dent*. 2017 Feb;117(2):205–8.
12. Prudente MS, Davi LR, Nabbout KO, Prado CJ, Pereira LM, Zancoppe K, et al. Influence of scanner, powder application, and adjustments on CAD-CAM crown misfit. *J Prosthet Dent*. 2018 Mar;119(3):377–83.
13. Bonnet G, Batisse C, Bessadet M, Nicolas E, Veyrune J-L. A new digital denture procedure: a first practitioners appraisal. *BMC Oral Health*. 2017 Dec;17(1):155.

14. Qu F, Du X, Liu W-C. 3D-printed custom trays with a Gothic arch for centric relation recording and definitive impression making for complete dentures: A dental technique. *J Prosthet Dent.* 2019 Jan;121(1):32–6.
15. Bilgin MS, Erdem A, Aglarci OS, Dilber E. Fabricating Complete Dentures with CAD/CAM and RP Technologies. *J Prosthodont.* 2015 Oct;24(7):576–9.
16. Chen H, Wang H, Lv P, Wang Y, Sun Y. Quantitative Evaluation of Tissue Surface Adaption of CAD-Designed and 3D Printed Wax Pattern of Maxillary Complete Denture. *Biomed Res Int.* 2015;2015:453968.
17. Treesh JC, Liacouras PC, Taft RM, Brooks DI, Raiciulescu S, Ellert DO, et al. Complete-arch accuracy of intraoral scanners. *J Prosthet Dent.* 2018 Sep;120(3):382–8.
18. Kalberer N, Mehl A, Schimmel M, Muller F, Srinivasan M. CAD-CAM milled versus rapidly prototyped (3D-printed) complete dentures: An in vitro evaluation of trueness. *J Prosthet Dent.* 2019 Apr;121(4):637–43.
19. Alharbi N, Wismeijer D, Osman RB. Additive Manufacturing Techniques in Prosthodontics: Where Do We Currently Stand? A Critical Review. *Int J Prosthodont.* 2017;30(5):474–84.