

Dan Bitton

Computer-aided-design/ Computer-aided manufacturing e prótese parcial removível

-Uma revisão narrativa

Universidade Fernando pessoa

Faculdade de Ciências da saúde

Porto 2022

Dan Bitton

Computer-aided-design/ Computer-aided manufacturing e prótese parcial removível

-Uma revisão narrativa

Universidade Fernando pessoa

Faculdade de Ciências da saúde

Porto 2022

Dan Bitton

Computer-aided-design/ Computer-aided manufacturing e prótese parcial removível

-Uma revisão narrativa

Trabalho apresentado a universidade Fernando Pessoa

com parte dos requisitos para obtenção do grau de

Mestre em Medicina Dentaria

Dan Bitton

RESUMO

As PPR's (próteses parciais removíveis) são uma parte importante da reabilitação dentária, uma vez que melhoram a função, aparência e, mais significativamente, a qualidade de vida relacionada com a oral do paciente. A introdução das tecnologias CAD/CAM para a concepção do fabrico de próteses parciais removíveis proporciona uma alternativa aos procedimentos tradicionais de fundição, que podem ser difíceis e propensos a falhas no produto final.

O objetivo deste trabalho será analisar e verificar a precisão da impressão desta nova tecnologia na elaboração de Próteses Parciais Removíveis.

O método de pesquisa será a recolha de dados com motores de pesquisa como o *Pubmed* ou o Centro Nacional de Informação Biotecnológica usando as seguintes palavras-chave: CAD/CAM, RPD, prótese parcial removível.

É evidente que a utilização de CAD/CAM permite uma maior precisão e uma série de vantagens consequentes que fazem desta tecnologia o futuro do PPR e do campo da prótese em geral.

No entanto, é necessário que o preço desta tecnologia diminua para permitir uma utilização mais global.

Palavra chave: CAD/CAM, RPD, prótese parcial removível.

ABSTRACT

RPDs (removable partial dentures) are an important part of dental rehabilitation as they improve the patient's function, appearance and, most significantly, oral-related quality of life. The introduction of CAD/CAM technologies for designing the fabrication of removable partial dentures provides an alternative to traditional casting procedures, which can be difficult and prone to failure in the final product.

The aim of this paper will be to analyze and verify the accuracy of printing of this new technology in the design of removable partial dentures.

The research method will be data collection with search engines such as Pubmed or the National Center for Biotechnological Information using the following keywords: CAD/CAM, RPD, Removable partial denture.

It is clear that the use of CAD/CAM allows for greater precision and a number of consequential advantages that make this technology the future of PPR and the prosthetic field in general.

However, it is necessary for the price of this technology to decrease to allow more global use.

Keywords: CAD/CAM, RPD, Removable partial denture.

ÍNDICE

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	ix
I- INTRODUÇÃO	1
1) Metodologia:.....	2
II- DESENVOLVIMENTO	2
1) Tecnologia CAD-CAM:	2
i. Definição e História.....	2
ii. Componentes.....	4
iii. Técnicas da CAD/CAM.....	4
iv. Fases de fabrico de uma Próteses Parcial Removíveis	5
2) As PPR fabricadas por CAD/CAM	9
i. Porquê PPR	9
ii. Materiais usados para o fabrico de PPR em CAD-CAM.....	9
iii. Comparação da técnica convencional de fabrico PPR com CAD/CAM produção	10
III- DISCUSSÃO	13
IV- CONCLUSÃO.....	15
BIBLIOGRAFIA.....	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Determinação do Eixo de Inserção (Adaptado de 3Shape Dental System, 2022)....	6
Figura 2 – Supressão do excesso de material (Adaptado de 3Shape Dental System, 2022).....	7
Figura 3 – Montagem da base e realização de diferentes ganchos (Adaptado de 3Shape Dental System, 2022).....	7
Figura 4 – Finalização e retoques finais (Adaptado de 3Shape Dental System, 2022).....	8

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
CAD	<i>Computer Aided-Design</i>
CAM	<i>Computer Aided-Manufacturing</i>
CEREC	<i>Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics</i>
PEEK	Polietereteretercetona
POM	Polioximetileno
PPR	Prótese parcial removível
STL	<i>Stereo-Lithography</i>

I- INTRODUÇÃO

Hoje em dia, a redução das doenças dentárias, implementação de programas eficazes de manutenção e prevenção, e avanços nos materiais dentários, o número de pessoas completamente desdentadas diminuiu na população idosa. No entanto, devido à maior esperança de vida, ao envelhecimento da população, e ao facto de mais dentes serem mantidos dentro deste grupo, a percentagem da população parcialmente desdentada está a aumentar.

Os implantes dentários são frequentemente a melhor alternativa de prática atual. No entanto, para muitos destes pacientes, os fatores financeiros desempenham um papel no seu processo de decisão, resultando na escolha de próteses parciais removíveis (PPR) como opção de tratamento (Kim, 2019).

As PPR's são próteses que não são colocadas permanentemente na boca do paciente e que podem ser removidas pelo paciente (Zhao and Wang. 2014).

Durante muitos anos, a tecnologia de desenho assistido por computador e fabrico assistido por computador (CAD/CAM) tem sido utilizada para fabricar próteses dentárias. A tecnologia também se transformou em prótese dentária destacável, onde tem sido utilizada para criar estruturas de PPR.

Ao utilizar ferramentas de análise geométrica para construir desenhos de precisão ao nível do micrómetro que podem ser inspecionados em secção transversal, a tecnologia digital atual permite a construção de componentes PPR em representações 3D do paciente em vez de moldes de gesso. O modelo virtual pode então ser utilizado para desenvolver e imprimir uma estrutura de resina, que pode então ser fundida em metal, ou para imprimir diretamente estruturas de metal ou resina (Brown and Kattadiyil, 2016).

No nosso estudo, centrar-nos-emos nesta tecnologia (CAD/CAM) no fabrico de próteses parciais removíveis.

O objetivo deste estudo será investigar o funcionamento desta ferramenta, bem como a sua precisão na fabricação de PPR para compreender se esta tecnologia é viável, mas também um dispositivo a ser considerado no campo das próteses nos próximos anos.

1) Metodologia:

Para a elaboração deste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica nas bases de dados *PubMed*, *Medline*, *Scielo*, *GoogleScholar* e *Google Académico*, através do acesso da Biblioteca da Universidade Fernando Pessoa. As palavras chave utilizadas foram: CAD/CAM, PPR, RPD, *Removable partial denture*. A pesquisa bibliográfica foi realizada entre Dezembro de 2021 e Junho de 2022 recorrendo a várias combinações entre os termos de pesquisa, de modo a limitar a informação obtida ao tema proposto. Os critérios de inclusão restringiram a pesquisa a artigos escritos nas línguas inglesa, francesa e portuguesa, artigos publicados nos últimos 15 anos, sendo que, inicialmente, a seleção foi realizada com base na leitura do título e do resumo, tendo sido rejeitados todos aqueles que, divergiam substancialmente da temática em estudo ou cuja disponibilidade estava impossibilitada. Posteriormente, a exclusão foi determinada pela análise do conteúdo integral de cada artigo, tendo culminado num total de 30 artigos.

II- DESENVOLVIMENTO

1) Tecnologia CAD-CAM:

i. Definição e História

Os sistemas CAD/CAM dentários incluem um scanner portátil, um carrinho que inclui um computador pessoal e um visor, e uma fresadora.

A cabeça do scanner é posicionada intraoralmente acima da preparação do dente, e os dados são mostrados como imagens bidimensionais (2D) ou tridimensionais (3D) no monitor. O trabalho de conceção é feito num ecrã de computador, e as instruções de fresagem são entregues a um equipamento informático de processamento. As restaurações são maquinadas a partir de blocos de porcelana que foram pré-fabricados. Materiais como o feldspato, leucite, ou disilicato de lítio, assim como blocos compostos, estão disponíveis. A reparação é polida e selada utilizando o procedimento tradicional de colagem, uma vez que tenha sido examinada e aprovada (Sardar, 2015).

As suas origens podem ser traçadas desde os anos 60, quando a conceção e fabrico assistidos por computador (CAD/CAM) foi criada pela primeira vez para utilização nos sectores aeroespacial e automóvel, antes de ser adaptada à medicina dentária uma década mais tarde.

Entre as pessoas mais proeminentes na criação do CAD/CAM dentário encontram-se os Drs. François Duret de França, Werner Mörmann da Suíça, Dianne Rekow dos Estados Unidos, e Matts Andersson da Suécia (Davidowitz and Kotick, 2011).

O Dr. Duret foi o primeiro no campo do desenvolvimento de CAD/CAM dentário. A partir de 1971 começou a fabricar coroas com a forma funcional da superfície oclusal utilizando uma série de sistemas que começaram com uma impressão ótica do dente do pilar na boca, seguindo-se a conceção de uma coroa ótima considerando o movimento funcional, e a fresagem de uma coroa utilizando uma fresadora controlada numericamente. Mais tarde desenvolveu o Sistema Sopha®, que teve um impacto no desenvolvimento posterior de sistemas CAD/CAM dentários no mundo (Campbell *et al.*, 2017).

Depois, o Dr Andersson desenvolveu o método Procera® (agora conhecido como NobelProcera, Nobel Biocare®) de fabrico de coroas dentárias de alta precisão em 1983. Foi também a primeira pessoa a utilizar o CAD/CAM para restaurações com facetas compostas (Davidowitz and Kotick, 2011).

Depois disso, Mormann e colegas desenvolveram o sistema CEREC® em 1985, e conseguiram produzir uma restauração de incrustação de cerâmica utilizando tecnologia assistida por computador. A digitalização da cavidade de incrustação é realizada diretamente na boca, utilizando uma câmara intraoral compacta, o que é tecnicamente menos difícil em comparação com os pilares da coroa. A conceção e fabricação das incrustações de cerâmica são realizadas utilizando um conjunto de máquinas compactas à beira da cadeira na cirurgia dentária (Miyazaki *et al.*, 2009).

Mais recentemente, o desenho assistido por computador e o fabrico assistido por computador (CAD/CAM) estão a ser amplamente utilizados na conceção e fabrico de próteses fixas, implantes, próteses completas e próteses removíveis. As técnicas CAD/CAM têm sido investigadas como um método de levantamento de moldes dentários digitalizados em 3D para criar estruturas PPR. Técnicos e clínicos de laboratório dentário estão a utilizar software para conceber estruturas de PPR a partir de impressões digitais obtidas a partir de estratégias de digitalização digital intraoral e laboratorial (Campbell *et al.*, 2017).

ii. Componentes

CAD/CAM é uma combinação de CAD (Computer Aided Design – Desenho Assistado por Computador) e CAM (Computer Aided Manufacturing – Fabrico Assistado por Computador).

- Usando software, o CAD permite que o projeto protético seja virtualmente concebido em 3D
- Utilizando uma máquina ferramenta controlada por um computador e dados do CAD, a CAM materializará este trabalho protético (Etienne *et al.*, 2010).

iii. Técnicas da CAD/CAM

Existem 3 técnicas CAD/CAM: CAD/CAM direto, semidirecto e indirecto.

São classificadas com base nos seguintes critérios:

- O tipo de impressão: uma impressão ótica intraoral com uma câmara ótica ou uma impressão quimio-manual típica com materiais de impressão são também opções (alginate, silicone).
- O local de conceção e fabrico, que pode ter lugar na cadeira do praticante ou num laboratório de prótese (Tregerman *et al.*, 2019).
- A técnica direta; CAD/CAM está a tornar-se uma ferramenta importante na caixa de ferramentas do praticante. Permite uma restauração protética com uma única sessão. Uma câmara digital (scanner) é utilizada para obter uma impressão, que é depois diretamente processada e esculpida na parte protética. Depois disso, a peça é construída no local (AlRashdi *et al.*, 2020).
- A técnica semidirecta: O desenho e fabrico são feitos em laboratório com a técnica semidirecta CAD/CAM. O dentista leva uma impressão digital, que será enviada para o laboratório e aí processada. Esta técnica permite evitar a utilização de materiais de impressão, que são frequentemente a fonte do constrangimento de um paciente, tais como o reflexo de vômito, ao mesmo tempo que se obtém uma precisão e qualidade de impressão excepcionais (Irfan, Aslam and Nadim, 2018).
- A técnica indirecta: Isto também é feito no laboratório, mas na clínica dentária, o médico fará uma impressão físico-química. Esta tecnologia tem um impacto direto na capacidade de

trabalho do técnico dentário, que deve digitalizar o modelo obtido após a impressão ter sido moldada, a fim de o modelar num computador e iniciar a fabricação digital do trabalho. A informação é posteriormente enviada para uma máquina de maquinação, que cria a parte protética (Hollender *et al.*, 2014).

iv. Fases de fabrico de uma Próteses Parcial Removíveis

a) digitalização da boca do paciente

Um scanner tridimensional é um dispositivo que digitaliza e adquire dados 3D.

Digitalização é o processo de conversão de dados tridimensionais de um objeto em dados informáticos. O objetivo é descobrir onde cada ponto do objeto está no espaço.

A digitalização pode ser realizada em três tipos diferentes de estruturas:

- Diretamente na boca, digitalizando o tecido dentário e os tecidos circundantes.
- Ou, no caso de uma impressão não castrada, indiretamente.
- Ou, no caso do modelo de molde positivo, indiretamente (Etienne *et al.*, 2012).

As PPR's necessitam de uma impressão de molde tradicional para visualizar os limites funcionais e assegurar uma ótima integração das próteses.

A aquisição digital só deve ser utilizada para pequenos espaços desdentados e quando o registo das limitações funcionais da área de funcionamento muscular não é necessário.

Quando existe um espaço edêntulo maior, uma impressão anatômico-funcional pode ser obtida utilizando a câmara ótica intraoral. Será necessário fazer uma segunda impressão após a aquisição anatômica pela câmara ótica:

A impressão químico-manual será tirada após a realização de uma moldeira de impressão personalizada, a fim de visualizar os limites da futura prótese. A impressão será moldada e depois digitalizada ou instantaneamente digitalizada, após o que a moldura será concebida e fabricada por CAD/CAM (Etienne *et al.*, 2012).

Em próteses parciais, as indicações para impressões de câmaras óticas ainda são limitadas. Como é necessária uma segunda impressão corretiva químico-manual, os profissionais preferem uma impressão oral padrão. Esta será digitalizada imediatamente ou pouco depois de ser moldada (Kattadiyil *et al.*, 2014).

b) Desenho assistido por computador

O objetivo do laboratório, antes de iniciar o CAD, é obter um modelo de trabalho sob a forma de ficheiro digital:

- Ou o praticante faz uma impressão física (técnica indireta).
- Ou faz uma impressão digital utilizando um scanner e os ficheiros exportados estão na sua maioria em formato STL (Duret and Pelissier, 2003).

Quer o corpo seja concebido tradicionalmente ou digitalmente, as etapas são substancialmente as mesmas. O programa, por outro lado, poupa tempo e elimina tarefas (Sardar *et al.*, 2015).

Os processos CAD descritos abaixo foram extraídos do programa 3Shape's Dental System.

O paralelogramo digital é utilizado para calcular primeiro o eixo de inserção. O software utilizará então um código de cor para indicar os sub-cortes no modelo, com o código de cor a variar de acordo com a sua relevância (Etienne *et al.*, 2012).

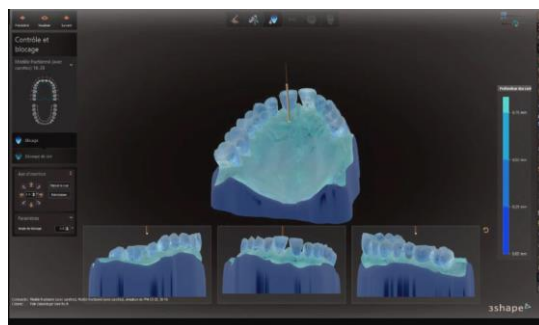


Figura 1 – Determinação do Eixo de Inserção (Adaptado de 3Shape Dental System, 2022)

Os sub-cortes são preenchidos e é criado um espaço para permitir que o braço de retenção do gancho seja colocado.

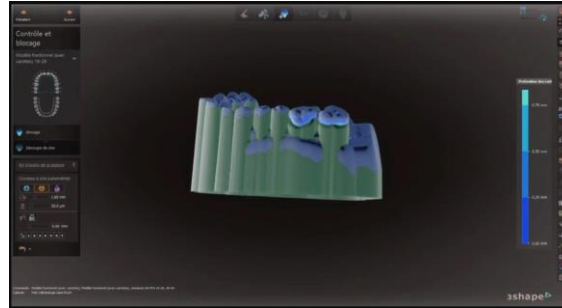


Figura 2 – Supressão do excesso de material (Adaptado de 3Shape Dental System, 2022)

Depois disso, podem ser instalados todos os componentes da moldura, inclusive como sela, ganchos de moldura, e suportes. A largura e a espessura das várias partes podem ser ajustadas pelo operador (Etienne *et al.*, 2012).

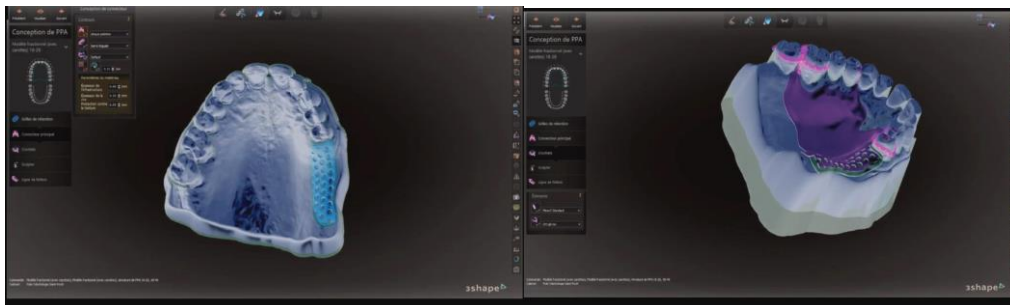


Figura 3 – Montagem da base e realização de diferentes ganchos (Adaptado de 3Shape Dental System, 2022)

Uma vez terminados, são feitos retoques finais para unir todos os elementos (ligação de elementos, alisamento, fusão de formas) (Etienne *et al.*, 2012)..



Figura 4 – Finalização e retoques finais (Adaptado de 3Shape Dental System, 2022)

c) Fabrico assistido por computador

O fabrico assistido por computador é a fase final do processo CAD/CAM. É a interface entre o desenho assistido por computador (CAD) e a máquina-ferramenta controlada numericamente (impressora 3D). O CAM permite a realização de duas operações:

- A preparação do fabrico de acordo com o material utilizado e o método de moldagem.
- Criar sequências de moldagem para um ou mais modelos digitais que serão produzidos ao mesmo tempo (Arnold *et al.*, 2018).

Técnicas de fabrico: Existem dois tipos de fabrico: fabrico de aditivos e fabrico subtrativo.

O fabrico de aditivos é o processo de moldagem de um objeto através do empilhamento de sucessivas camadas de material. A vantagem fundamental desta abordagem é que permite o fabrico de peças com várias morfologias e formas complexas ao mesmo tempo. Falamos de uma peça que é criada diretamente, sem passar por um molde ou maquinagem de um bloco. Isto é referido como "Fabrico direto". Estes dispositivos são principalmente utilizados em laboratórios (Eggbeer, Bibb and Williams, 2005).

Fabrico subtrativo, é o processo de maquinagem implica a remoção de material de um bloco para dar forma a um artigo. A maquinagem não é um procedimento de moldagem aceitável devido à geometria complicada das estruturas. De facto, a forma complicada de difícil realização (particularmente ao nível dos ganchos) cria a possibilidade de as peças realizadas se tornarem frágeis. Além disso, o tempo de maquinagem é considerável, e a quantidade de matéria-prima perdida é significativa (Etienne *et al.*, 2010).

2) As PPR fabricadas por CAD/CAM

i. Porquê PPR

O aumento da esperança de vida, o crescimento do número de pessoas mais velhas na população, e a mudança do total de perdas/edentulismo total para o edentulismo parcial estão todos a contribuir para um aumento da proporção de adultos parcialmente dentados. Em certas áreas, o edentulismo parcial já excede 20%, e só nos próximos 15 anos, o número de pessoas com edentulismo parcial nos Estados Unidos poderá atingir mais de 200 milhões (Campbell *et al.*, 2017).

Apesar da menor taxa de perda de dentes, ainda há uma necessidade considerável de terapia protética removível. (Gad *et al.*, 2020). A razão mais significativa para substituir dentes em falta por próteses é melhorar a aparência (Al-Quran, Al-Ghalayini and Al-Zu'bi, 2011). A fala, a mastigação, a confiança e o bem-estar psicológico estão entre os outros fatores. As PPR's são uma opção de tratamento flexível, rentável e reversível para indivíduos parcialmente desdentados que estão sem dentes (Gad *et al.*, 2020).

ii. Materiais usados para o fabrico de PPR em CAD-CAM

Existem vários tipos de materiais para o fabrico de PPR's, dependendo da utilização da técnica de fabrico.

Para a produção de PPR's, as ligas de cromo-cobalto são biocompatíveis e têm uma variedade de qualidades mecânicas. Como anteriormente referido, o CAD/CAM pode ser utilizado para fabricar uma estrutura de cromo-cobalto de várias maneiras (Oh, Yun and Kim, 2022).

O titânio é um material dentário popular porque tem uma série de propriedades favoráveis, muitas das quais são semelhantes ao cromo-cobalto. É biocompatível, resistente à corrosão, dúctil, e tem uma baixa densidade, tornando-o muito mais leve do que outros metais. O titânio tem uma resistência mecânica notável, apesar do seu pequeno peso. Os graus I-IV são utilizados para classificar comercialmente o titânio puro, sendo o grau IV sugerido para a construção de estruturas de PPR (Jang, Youn and Kim, 2001).

De facto, com a introdução de polímeros à base de resina em vez de crómio-cobalto para estruturas de PPR, o processo de fresagem tem crescido em popularidade. A maioria dos novos polímeros são feitos como discos que são fresados em estruturas protéticas. Após o processo de moagem, normalmente requerem apenas pequenos ajustes, acabamento e polimento (Snosi *et al.*, 2021).

O POM (polioximetileno) é um tecnopolímero termoplástico composto por cadeias de grupos metilo alternados ligados por moléculas de oxigénio. A resina acetal é o nome mais frequente para ele. O acetal é um material biocompatível que tem sido utilizado com sucesso para melhorar a aparência da prótese dentária (Thomas and Nandini, 2011).

As poliamidas, ou nylons, representam outra classe de polímeros termoplásticos. Devido à sua estrutura cristalina, as propriedades do nylon incluem alta resistência, resistência ao calor, e flexibilidade significativa. Mas também têm uma grande instabilidade de cor (Vojdani and Giti, 2015).

Também o PEEK, ou polietereteretercetona, é um polímero termoplástico com uma estrutura semi-cristalina. Durante muitos anos, tem sido utilizado em ortopedia como material de substituição. PEEK tem sido investigado como material possível para implantes dentários, pilares de implantes, coroas fixas e pontes, e componentes de PPR em odontologia (Ali *et al.*, 2020).

A biocompatibilidade, resistência ao desgaste, insolubilidade da água, e baixa reatividade com outros materiais foram todos demonstrados para o PEEK. Tem uma elasticidade semelhante ao esmalte, dentina e ossos humanos, bem como uma baixa afinidade da placa quando comparado com metais e outras resinas. Estas características sugerem que PEEK poderia ser utilizado para criar estruturas de PPR's. O PEEK é considerado o material do futuro (Peng *et al.*, 2020).

iii. Comparação da técnica convencional de fabrico PPR com CAD/CAM produção

A introdução do CAD/CAM desordenou as práticas laboratoriais tradicionais. Foram acrescentadas, atualizadas ou eliminadas várias etapas de conceção.

O objetivo em ambas as circunstâncias, seja utilizando CAD/CAM ou procedimentos tradicionais, é alcançar o mesmo resultado: uma prótese estável que seja ajustada e integrada com as estruturas do paciente e da mucosa (Bilgin *et al.*, 2016).

Nesta secção, vamos analisar os benefícios e desvantagens do método CAD/CAM versus o método tradicional (Bilgin *et al.*, 2016).

a) Vantagens

Economia de material: Como a abordagem CAD/CAM elimina a necessidade de duplicação tradicional do modelo de trabalho, o modelo é guardado, o que poupa o revestimento refratário (Etienne *et al.*, 2010).

O tempo de trabalho: é reduzido através da eliminação de procedimentos secundários de moldagem em duplicado e da redução do tempo gasto na modelagem e acabamento da moldura. O período de espera para a duplicação no processo tradicional é também eliminado, poupando tempo.

Prevê-se que o trabalho com CAD/CAM poupe cerca de 30% do tempo no total (Lima *et al.*, 2014).

Redução do risco de erros: Ao reduzir a quantidade de duplicações e fases de concepção, as imprecisões e o perigo de erro podem ser reduzidos.

A representação CAD/CAM do trabalho facilita a deteção de quaisquer falhas (posicionamento errado dos rascunhos do modelo, por exemplo), e o software cada vez mais intuitivo permite a sua correção (Arnold *et al.*, 2018).

As máquinas-ferramentas são precisas: As máquinas-ferramentas podem ser usadas para criar modelos de resina calcinável ou infraestruturas metálicas de alta precisão diretamente a partir de ficheiros STL de alta qualidade. Com grande nível de precisão. O protético terá um tempo de acabamento reduzido como resultado destas fabricações cada vez mais exatas (Ye *et al.*, 2017).

Encurtando o processo de fabrico: Utilizando a abordagem tradicional, um quadro pode ser construído em 4 dias pode ser criado em dois dias e meio, utilizando o processo CAD/CAM.

Devido aos tempos de fabrico reduzidos, o protético será capaz de se organizar melhor durante o dia para completar as suas outras tarefas e evitar atrasos na entrega da prótese (Lima *et al.*, 2014).

Simplicidade de utilização: O software CAD/CAM, como qualquer outro programa informático, levará algum tempo para o protético aprender e ajustar-se a. Com o avanço do software para a sua utilização, notamos uma simplificação, o que os torna mais acessíveis (Arnold *et al.*, 2018).

b) Inconvenientes

O custo de aquisição de software e computadores, bem como as atualizações

A compra das máquinas para o fabrico de próteses CAD/CAM representa um grande investimento (80.000 a 200.000 euros), ao qual será acrescentado o preço da formação dos utilizadores.

Uma vez adquirido o sistema, será necessário lidar com os custos das atualizações de software, conforme necessário, bem como com os preços das licenças caras, que são necessárias para utilizar o programa.

Antes de comprar uma máquina como esta, considere como a vai utilizar e qual o retorno financeiro esperado com o investimento (Eggbeer, Bibb and Williams, 2005).

Máquinas sujeita a danos:

Máquinas-ferramentas e qualquer equipamento CAD/CAM, como qualquer outro equipamento informático, podem avariar-se. Por conseguinte, é fundamental manter o equipamento e ter um contrato de manutenção a fim de evitar avarias que possam causar atrasos na produção e perturbar as consultas dos pacientes, bem como toda a agenda do consultório e do protético.

O custo de ter uma empresa externa a fazer a manutenção e reparação das máquinas é também um custo (Bilgin *et al.*, 2016).

III- DISCUSSÃO

O CAD/CAM tem experimentado um crescimento exponencial na medicina dentária, nos últimos anos graças ao desempenho dos computadores. Foi desenvolvido em aplicações de prótese fixa e depois em aplicações de PPR. Antes do advento do CAD/CAM, o técnico dentário trabalhava num modelo de gesso feito a partir da moldagem de uma impressão. Na era digital, o técnico dentário pode trabalhar num modelo virtual feito através da digitalização do modelo de gesso, digitalizando uma impressão anatômica-funcional ou uma impressão digital feita intraoralmente (Etienne *et al.*, 2010).

A conceção assistida por computador resultará num modelo tridimensional que pode ser exportado como ficheiro STL e transferido para o software de fabrico para preparar as sequências de fabrico e materiais de acordo com a técnica utilizada. O fabrico pode ser diretamente em metal, por técnica de maquinação num bloco metálico ou por técnica de adição. O fabrico pode ser feito em cera ou em resina queimável através de técnica de maquinação num bloco de cera ou por técnica aditiva (impressão 3D) (Etienne *et al.*, 2012).

Este trabalho permitiu-nos familiarizar-nos com CAD/CAM. O software atual é cada vez mais intuitivo e permite-nos conceber uma PPR em menos de 15 minutos. Quando se tem pouca experiência em CAD/CAM, a visualização do modelo num ecrã e o trabalho sobre o modelo são uma dificuldade. De facto, a ampliação obtida no ecrã torna o trabalho complicado e é difícil realizar o trabalho final em comparação com o trabalho realizado no modelo de gesso com a escala real. (Etienne *et al.*, 2012).

Uma vez concluída a conceção da moldura, foi apenas durante o processo de fabrico que nos apercebemos que a espessura de alguns dos fechos era demasiado baixa, o que teria levado à sua fratura na boca. O domínio do desenho no computador e do fabrico por máquinas-ferramentas permitiu libertar-nos de etapas tediosas em comparação com a técnica convencional (Arnold *et al.*, 2018).

O CAD/CAM é uma ferramenta que traz muitas vantagens e provoca uma mudança nos hábitos de trabalho dos laboratórios protéticos. A principal contribuição reside na precisão do modelo virtual e na visualização da parte protética.

É perfeitamente possível reproduzir o modelo ou a moldura após um problema durante o processo de fabrico porque os dados CAD são guardados e reutilizáveis.

No entanto, não há nenhum estudo que verifique a sua função a longo prazo. Por conseguinte, estão pendentes outros estudos para verificar este aspeto (Bilgin *et al.*, 2016).

Finalmente, as maiores desvantagens desta técnica continuam a ser o preço da máquina e o custo de produção de um PPR com ela. Os custos atuais da utilização da abordagem CAD/CAM são elevados. Por exemplo, o custo do software e de um braço (Phantom) é de cerca de 30.000 dólares. Um scanner adaptado custa cerca de 25.000 dólares, incluindo o software para produzir uma superfície. Contudo, a maior parte do custo está neste investimento inicial, e é provável que estes custos diminuam com um maior desenvolvimento técnico. A produção de um modelo digitalizado com uma superfície demora cerca de 5 a 15 minutos de tempo do operador e 1 hora de tempo da máquina (Williams *et al.*, 2006).

O tempo necessário para fazer praticamente o levantamento do modelo 3D é comparável ao levantamento físico ou talvez ligeiramente mais rápido. A construção da estrutura no ecrã pode demorar cerca de 40 minutos, mas é provável que com a prática este tempo possa ser consideravelmente reduzido.

Contudo, há necessidade de refinar e desenvolver o software e o equipamento para as necessidades da medicina dentária e de continuar os estudos nesta área (Etienne *et al.*, 2010).

IV- CONCLUSÃO

O CAD/CAM tem sido utilizado em sistemas fixos prótese fixa há mais de 10 anos.

Está agora a ser desenvolvido em próteses removíveis. A melhoria de máquinas e o domínio destes novos processos tornaram possível libertar-se progressivamente dos tediosos passos de laboratório. CAD/CAM é uma ferramenta que muda os hábitos de trabalho os hábitos de trabalho dos laboratórios protéticos, enquanto fornece um grande número de vantagens.

As consequências para o consultório dentário são custos mais baixos e um tempo de produção mais curto e mais fácil de alcançar. A evolução das próteses removíveis irá provavelmente, como nas próteses fixas, no sentido para um tratamento de prótese ótica de impressões óticas na cadeira, mas também para o fabrico direto por microfusão, talvez usando utilizando outros materiais com polímeros, como PEEK.

BIBLIOGRAFIA

3Shape Dental System. (2022). *3Shape Dental System*.

Al-Quran, F. A., Al-Ghalayini, R. F. and Al-Zu'bi, B. N. (2011). Single-tooth replacement: factors affecting different prosthetic treatment modalities. *BMC Oral Health*, 11(1), pp. 1–7.

Ali, Z. *et al.* (2020). A pilot randomized controlled crossover trial comparing early OHRQoL outcomes of cobalt-chromium versus PEEK removable partial denture frameworks. *The International Journal of Prosthodontics*, 33(4), pp. 386–392.

AlRashdi, A. *et al.* (2020). Dental CAD/CAM: a brief review. *International Journal of Medicine in Developing Countries*, 4(September), pp. 1975–1979.

Arnold, C. *et al.* (2018). Accuracy of CAD-CAM-fabricated removable partial dentures. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 119(4), pp. 586–592.

Bilgin, M. S. *et al.* (2016). A review of computer-aided design/computer-aided manufacture techniques for removable denture fabrication. *European Journal of Dentistry*, 10(2), pp. 286–291.

Brown, D. T. and Kattadiyil, M. T. (2016). Chapter 24 - Prosthodontic Treatment of the Adolescent Patient. in Dean, J. A. (ed.) *McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent (Tenth Edition)*. Tenth Edit. St. Louis: Mosby, pp. 498–512.

Campbell, S. D. *et al.* (2017). Removable partial dentures: The clinical need for innovation. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 118(3), pp. 273–280.

Davidowitz, G. and Kotick, P. G. (2011). The Use of CAD/CAM in Dentistry. *Dental Clinics of North America*, 55(3), pp. 559–570.

Duret, F. and Pelissier, B. (2003). Les différentes méthodes de prise d'empreintes pour la CFAO. *Strategie Prothesis*, 3(5), pp. 343–349.

Eggbeer, D., Bibb, R. and Williams, R. (2005). The computer-aided design and rapid prototyping fabrication of removable partial denture frameworks. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 219(3), pp. 195–202.

Etienne, O. *et al.* (2010). Apport de la CFAO en prothèse amovible partielle. *Cahiers Prothèse*, 152, pp. 43–59.

Etienne, O. *et al.* (2012). CFAO et Prothèse Amovible Partielle métallique. *Le Fil Dentaire*, (70), pp. 22–25.

Gad, M. M. *et al.* (2020). Prevalence of partial edentulism and RPD design in patients treated at College of Dentistry, Imam Abdulrahman Bin Faisal University, Saudi Arabia. *Saudi Dental Journal*, 32(2), pp. 74–79.

Hollender, M. *et al.* (2014). La CFAO indirecte. *Information Dentaire*, 96(20), pp. 22–29.

Irfan, U., Aslam, K. and Nadim, R. (2018). A Review on Cad Cam in Dentistry A Review on Cad Cam in Dentistry. *International Journal of Dentistry and Oral Science*, 8(12), pp. 5207–5211.

Jang, K.-S., Youn, S.-J. and Kim, Y.-S. (2001). Comparison of castability and surface roughness of commercially pure titanium and cobalt-chromium denture frameworks. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. Elsevier, 86(1), pp. 93–98.

Kattadiyil, M. T. *et al.* (2014). Intraoral scanning of hard and soft tissues for partial removable dental prosthesis fabrication. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 112(3), pp. 444–448.

Kim, J. (2019). Revisiting the Removable Partial Denture. *Dental Clinics of North America*, 63(2), pp. 263–278.

Lima, J. M. C. *et al.* (2014). Removable partial dentures: Use of rapid prototyping. *Journal of Prosthodontics*, 23(7), pp. 588–591.

Miyazaki, T. *et al.* (2009). A review of dental CAD/CAM: Current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dental Materials Journal*, 28(1), pp. 44–56.

Oh, K. C., Yun, B. S. and Kim, J.-H. (2022). Accuracy of metal 3D printed frameworks for removable partial dentures evaluated by digital superimposition. *Dental Materials*, 38(2), pp. 309–317.

Peng, T.-Y. *et al.* (2020). Finite-element analysis and optimization of the mechanical properties of polyetheretherketone (PEEK) clasps for removable partial dentures. *Journal of*

Prosthodontic Research, 64(3), pp. 250–256.

Sardar, C. S. (2015). CAD / CAM Dentistry. The Way To Excellence : A Review. *Heal Talk*, 07(03), pp. 25–26.

Snosi, A. M. *et al.* (2021). Subtractive versus additive indirect manufacturing techniques of digitally designed partial dentures. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 13(5), p. 327.

Thomas, S. A. and Nandini, V. V. (2011). Acetal resin-A quantum leap in aesthetic restorative dentistry. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 4, pp. 56–59.

Tregerman, I. *et al.* (2019). Evaluation of removable partial denture frameworks fabricated using 3 different techniques. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 122(4), pp. 390–395.

Vojdani, M. and Giti, R. (2015). Polyamide as a denture base material: A literature review. *Journal of Dentistry*, 16(1 Suppl), p. 1.

Williams, R. J. *et al.* (2006). Use of CAD/CAM technology to fabricate a removable partial denture framework. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 96(2), pp. 96–99.

Ye, H. *et al.* (2017). Preliminary Clinical Application of Removable Partial Denture Frameworks Fabricated Using Computer-Aided Design and Rapid Prototyping Techniques. *The International Journal of Prosthodontics*, 30(4), pp. 348–353.

Zhao, J. and Wang, X. (2014). *Dental Prostheses. Advanced Ceramics for Dentistry*. Elsevier Inc.