

# Avaliação da técnica CAD/CAM na confecção de próteses removíveis

Célia Cristina Messner de Andrade Archer Duque

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

Gandra, 30 de maio de 2020



**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE





**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE



**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE





**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE





**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE





**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE



**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE







**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE



**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE





**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE





**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE





**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE





**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE





**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE



Célia Cristina Messner de Andrade Archer Duque

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

Avaliação da técnica CAD/CAM na confecção de próteses removíveis

Trabalho realizado sob a Orientação da Mestre Orquídea Lurdes Alves Resende Santos



## 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 DO ORIENTADOR

Eu, "**Orquídea Lurdes Alves Resende Santos**", com a categoria profissional de Assistente Convidado do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, tendo assumido o papel de Orientador da Dissertação intitulada "*Avaliação da técnica CAD/CAM na confecção de próteses removíveis*", do Aluno do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, "**Célia Cristina Messner de Andrade Archer Duque**", declaro que sou de parecer favorável para que a Dissertação possa ser depositada para análise do Arguente do Júri nomeado para o efeito para Admissão a provas públicas conducentes à obtenção do Grau de Mestre.

Gandra, 30 de junho de 2020

-----

O Orientador



## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me sustentado em direção ao meu propósito de promover saúde, sem Ele eu não teria entusiasmo pra chegar até aqui, e que seja D` Ele toda Honra e Glória.

Ao meu marido Renato Duque por me proporcionar a oportunidade de realizar um sonho e por toda paciência que teve durante minhas ausências em nosso lar, e por seu amor.

As minhas filhas Nicolle Duque e Alice Duque por permanecerem à torcer pelo alcance dos meus objetivos, e por todo amor, carinho bem como paciência pelas vezes que não pude estar presente pois estava a estudar.

A minha mãe Luiza Messner pelo seu carinho e por sempre me encorajar a acreditar no meu potencial.

Ao meu pai Urandy Andrade pelas suas orações e mensagens de incentivo a cada manhã.

Aos meus amigos Marcus Fernandes, Luciano Marinielo, Marcos Fernando, Roberto Gouvea e Elton Dias por me encorajarem a continuar essa caminhada.

A minha orientadora mestre Orquídea Santos que mesmo estando distante por conta da situação atual de pandemia conseguiu me guiar na elaboração deste trabalho.

E a todos que de alguma forma estiveram ao meu lado dando palavras de incentivo.



## RESUMO

O uso de tecnologia tem aumentado significativamente na rotina do médico dentista e essa evolução tecnológica tem sido bem intensa principalmente nas áreas das próteses dentárias.

Este trabalho consiste numa revisão integrativa sobre o emprego da tecnologia CAD/CAM na confecção de próteses removíveis.

Após uma busca na base de dados do PUBMED foram identificados um total de 227 artigos dos quais 17 foram incluídos nesta revisão, por obedecer aos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos.

Os resultados sugerem que o recurso a tecnologia permite realizar a conclusão do trabalho laboratorial num menor espaço de tempo e com maior precisão que o método tradicional. No entanto, existem discrepâncias entre as várias técnicas de confecção de próteses removíveis. A confecção dos componentes protéticos de forma híbrida (técnica convencional juntamente com a técnica digital) apresenta resultados inferiores.

É possível concluir com base nesta revisão que a confecção de próteses removíveis com técnica totalmente digital é favorável, apresenta resultados satisfatórios, bem como uma boa relação custo benefício.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manufatura assistida por computador; dentadura; Prótese removível.





## **ABSTRACT**

The use of technology has significantly increased in the dentist routine and this technological evolution has been very intense mainly in the areas of dental prostheses.

This work consists in an integrative review on the use of CAD / CAM technology on the manufacture of removable dentures.

After searching the PUBMED database, a total of 227 articles were identified, of which 17 were included in this review, since they obey all the inclusion and exclusion criteria primarily established.

The results suggest that the use of this technology allows the completion of laboratory work in a shorter time and with greater precision than the traditional method. However, there is a discrepancy between the various techniques for making removable prostheses. Manufacturing prosthetic components in a hybrid way (the conventional technique in conjunction with the digital one), shows inferior results.

It is possible to conclude based on this review that the manufacture of removable prostheses using a fully digital technique is promising and presents satisfactory results, as well as a good cost-benefit ratio.

**KEYWORDS:** Computer aided manufacturing; denture; Removable denture.



## ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	1
ÍNDICE DE TABELAS.....	2
LISTA DE ABREVIATURAS .....	3
1-INTRODUÇÃO .....	4
2- OBJETIVOS.....	6
3- MATERIAIS E MÉTODOS.....	6
ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	6
ESTRATÉGIA PICO.....	6
SELEÇÃO DE ESTUDOS.....	7
3 -RESULTADOS .....	8
4 -DISCUSSÃO .....	14
4.1. A TECNOLOGIA CAD/CAM.....	14
4.1.1. IMPRESSÕES POR DIGITALIZADORES:.....	14
4.1.2. DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR (CAD):.....	16
4.1.3. MANUFATURA AUXILIADA POR COMPUTADOR (CAM): .....	17
4.2. A TECNOLOGIA CAD/CAM NO FABRICO DE PRÓTESES PARCIAIS REMOVÍVEIS.....	18
4.3. A TECNOLOGIA CAD/CAM NO FABRICO DE PRÓTESES TOTAIS REMOVÍVEIS.....	21
5 -CONCLUSÕES .....	23
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma da estratégia de busca.....	9
--	---

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Estratégia de busca e critérios de seleção.....	8
Tabela 2: Dados relevantes encontrados nos estudos.....	11

## LISTA DE ABREVIATURAS

3D	Três dimensões
CAD	Desenho assistido por computador
CAM	Manufatura assistida por computador
CIS	Impressões convencionais
Co-Cr	Cobalto-Cromo
CPTi	Titânio comercialmente puro
CRPDS	Prótese parcial removível
IOS	Digitalizações intraoral
LWT	Fundição de cera perdida
PEEK	Poli (éter-cetona)
PMMA	Poli-metil-metacrilato
Ra	Rugosidade média
RPD	Prótese parcial removível
STL	Linguagem triangular padrão
DLP	Processamento digital de luz
SLA	Estereolitografia
SLM	Fusão a laser seletiva
Ce-TZP	Zircônia

## 1-INTRODUÇÃO

A prostodontia é o ramo da medicina dentaria capaz de restituir através de próteses removíveis a função mastigatória e aspetos estéticos como conformação dos elementos dentários, atuando de forma importante na qualidade de vida, e bem como psicologicamente em pacientes que possuem dentição comprometida, decorrentes de perdas por cáries, doenças periodontais, traumas, e outras condições que pactuem à problemas funcionais (1).

As próteses removíveis são amplamente utilizadas, e são consideradas uma opção de baixo custo, e menos invasiva para oferecer qualidade de vida aos indivíduos, que por questões financeiras, psicológicas e anatômicas, sejam impedidos de utilizar implantes dentários, enquanto que próteses sobre implantes são consideradas invasivas e de custo mais elevado (1-2).

Á Vista disso pesquisas são realizadas para comparar métodos de fabrico de próteses removíveis convencionais, com técnicas de fabrico digital, considerando números de consultas, tempo de consulta, propriedade de materiais, aspirando encontrar melhores propriedades mecânicas para as próteses e redução de tempo de espera pela paciente (3–4).

Próteses totais removíveis permanecem como opção de tratamento para desdentados totais por razões psicológicas, financeiras, ou razões pessoais, porém os processos de fabrico convencional prosseguem demorado dado que o número de etapas a serem seguidas é extenso (4).

As técnicas convencionais para confecção de próteses removíveis apresentam-se estáveis e com resultados previsíveis desde começo do século passado, sendo ainda mantidas técnicas laboratoriais de fabrico como moldagem por compressão e sistemas de injeção. Entretanto, formas de preparo, emprego de materiais, e introdução de tecnologias para um processo de fabrico mais rápido, previsível e acessível, têm apresentado resultados muito favoráveis (3–5).

A incorporação de equipamentos para visualização das estruturas orais em três dimensões (3D), e o aprimoramento de impressoras tridimensionais permite um rápido avanço, e vantagens, nomeadamente a redução dos incomodos da etapa de impressão convencional, e principalmente na confecção de próteses fixas e restaurações estéticas(6).

Atualmente, a utilização desta tecnologia tem alcançado proporções crescentes na área da saúde, de modo que a medicina dentária não pode ficar indiferente a esta evolução. Através da tecnologia de Desenho Assistido por Computador (CAD) e de Manufatura Assistida por

Computador (CAM) observou-se um elevado progresso em medicina dentária nos últimos anos, através de visualização digital das estruturas, que permite atendimento clínico, e resolução de casos com velocidade e precisão (7).

A tecnologia CAD/CAM tem potencial de integrar a rotina prática quotidianas de medicina dentaria por meio de diversos formatos, como fluxos de trabalhos integralmente digitais ou em modelos que reúnem etapas convencionais, e laboratoriais agrupadas com praticas digitais(4,8).

Para a realização de um fluxo de trabalho digital devemos obter imagens tridimensionais por impressões intraorais ou laboratoriais através de digitalizadores "scanners, e em seguida as imagens adquiridas carecem de um delineamento em programa de processamento digital (CAD). Posteriormente os modelos podem ser produzidos por impressoras 3D, ou fresadoras (CAM) que reproduzem objetos enviados através do CAD nos mais variados materiais. As impressões tridimensionais das próteses tem o potencial de elaboração direta no material de escolha , ou de fabrico através de protótipo intermediário que por métodos analógicos utiliza-se para confeção do produto final (9–13).



## 2- OBJETIVOS

O objetivo desta pesquisa foi realizar uma revisão integrativa atual sobre questões relacionadas com:

- A precisão clínica encontrada em modelos e próteses totais e parciais removíveis confeccionadas por tecnologia CAD/CAM quando comparadas ao método de fabrico convencional.
- Esclarecer as etapas clínicas realizadas para a confecção através de CAD/CAM.
- Enfatizar algumas diferenças entre as técnicas e materiais empregados bem como descrever um pouco sobre o que foi encontrado em relação a satisfação dos pacientes quando em uso das próteses.
- Indicar relações sobre tempo e custo totais encontradas nestes estudos.

## 3- MATERIAIS E MÉTODOS

### Estratégia de pesquisa

De acordo com as diretrizes do PRISMA, essa revisão integrativa relata a evidência científica disponível sobre a confecção de próteses removíveis produzidas através de tecnologia CAD/CAM, com vias a evidenciar a sua aplicação clínica.

A questão focada foi a seguinte: " Avaliação da precisão da técnica de fabrico CAD/CAM de próteses removíveis parciais e totais em comparação CAD/CAM com técnicas convencionais.

### Estratégia PICO

A Tabela 1 resume a questão do PICO,(14) e as estratégias de busca na literatura:

**(P)** Próteses Totais e Próteses Parciais Removíveis

**(I)** Manufatura Assistida por Computador (CAM) e Projeto Assistido por Computador (CAD).

**(C)** Prótese de fabrico convencional.

**(O)** Precisão na confecção das próteses e satisfação do paciente.

Os seguintes termos foram utilizados para a estratégia de busca, na plataforma eletrônica do PubMed: “Computer aided manufacturing” AND “Denture” AND “Removable denture”.

Os resultados foram limitados a estudos escritos em inglês. A busca, eletrônica, limitou-se aos estudos publicados entre 01/01/2015 a 31/12/2019, incluindo artigos *in vitro*, Estudos Randomizados e não Randomizados, Estudos com resultados que avaliaram a confecção de próteses removíveis com a tecnologia CAD/CAM.

Foram excluídos relatos de caso, estudos de revisão, trabalhos que avaliaram a tecnologia CAD/CAM em próteses fixas e trabalhos que não avaliaram a utilização da tecnologia CAD/CAM na confecção de próteses removíveis.

Tabela 1: Estratégia de busca e critérios de seleção

Questão Focada (PICO)	“Avaliação da precisão da técnica de fabrico CAD/CAM de próteses removíveis parciais e totais em comparação CAD/CAM com técnicas convencionais”.	
<b>Estratégia de Busca</b>	População	#1 [text Word] Denture OR Removable denture
	Intervenção	#2 [text Word] Computer aided manufacturing
	Comparação	#3 [text Word]
	Resultados	#4 [text Word]
	Combinações de Busca	#1 AND #2
<b>Buscas nas Bases de dados</b>	Linguagem	Inglês
	Base de dados	PubMed
	Limitação de Tempo	01/01/2015 a 31/12/2019
<b>Critérios de seleção</b>	Critérios de Inclusão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>In vitro</i>,</li> <li>• Estudos Randomizados e não Randomizados,</li> <li>• Estudos com resultados que avaliaram a confecção de próteses removíveis com a tecnologia CAD/CAM,</li> </ul>
	Critérios de exclusão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relatos de caso,</li> <li>• Estudos de revisão,</li> <li>• Trabalhos que não avaliaram a utilização da tecnologia CAD/CAM na confecção de próteses removíveis</li> <li>• Trabalhos que avaliaram a tecnologia CAD/CAM em próteses fixas.</li> </ul>

### Seleção de estudos

A análise das pesquisas conduziu-se por verificação de títulos e resumos dos artigos potencialmente relevantes. O total de artigos foram compilados para cada combinação de termos-chave e, portanto, as duplicatas foram removidas usando o gerenciador de citações Mendeley. Realizou-se uma avaliação preliminar dos resumos para definir os artigos que respondiam ao

objetivo do estudo. Os artigos selecionados foram lidos e avaliados individualmente quanto ao objetivo desta pesquisa.

### 3 - RESULTADOS

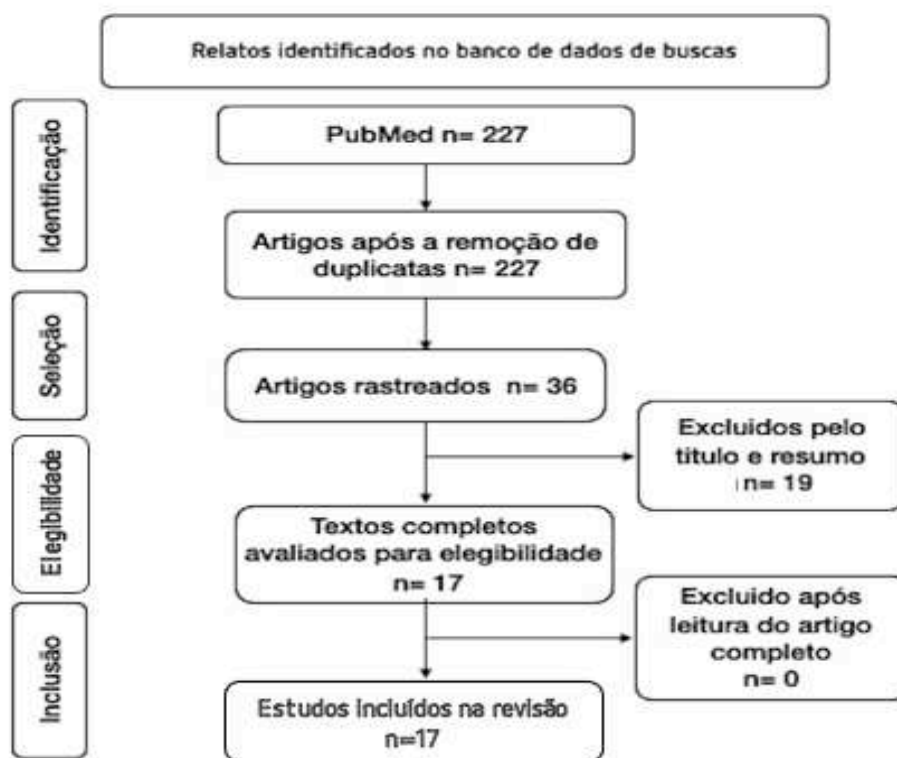


Figura 1: Fluxograma da estratégia de busca.

A pesquisa bibliográfica apontou um total de 227 artigos no PubMed, como mostra a (Figura 1). Após a leitura dos títulos e resumos dos artigos 36 foram pré-selecionados, 19 foram excluídos por não se adequarem aos critérios de inclusão (figura 1). As pesquisas remanescentes potencialmente relevantes foram avaliadas, e portando 17 estudos foram incluídos nesta revisão. (2, 4 – 13, 15- 20).

Do total de artigos elegíveis: 09 (52,9%) eram *in vitro*, 6 (35,2%) eram *in vivo*, e 2 (11,8%) eram notas técnicas. 9 (52,9%) testaram a tecnologia CAM em próteses removíveis, sendo que desses, 5 (55,5%) em estruturas metálicas e 4 (44,5%) em estrutura sem metal. 4 (23,5%) testaram a tecnologia CAD/CAM na confecção de próteses totais, 1 (5,8%) avaliou a digitalização de áreas edêntulas em relação a digitalização em nos modelos de gesso e 1 (5,8%) estudou a

relação entre o custo e tempo de trabalho na confecção de próteses totais pelo método tradicional e com a tecnologia CAM.

No fabrico de próteses parciais removíveis as técnicas mistas (digital e convencional) mostram resultados inferiores, e presença de maior desadaptação das estruturas metálicas, enquanto que o fabrico integralmente digital demonstra ser muito favorável, com resultados satisfatórios, bem como uma boa relação custo benefício (2,5,9,15,16,19,20).

O uso da tecnologia CAD/CAM permite realizar a conclusão do trabalho em menor tempo e com maior precisão que o método tradicional, entretanto existe discrepância entre as várias técnicas de confecção de próteses removíveis (2,5,9,12,18).

Tabela 2: Dados relevantes encontrados dos estudos.

Autor (ANO)	Tipologia de estudo	Tamanho amostra	Acompanhamento	Objetivos do estudo	Caracterização técnica	Resultados
<b>Almufleh, et al (2017)(2)</b>	Ensaio clínico Randomizado Duplo cego.	12 pacientes.	60 dias	Comparar a satisfação a curto prazo em pacientes que usam RPDs de fabrico com desenho convencional ou uso de tecnologia CAD/CAM	Participantes utilizaram de forma aleatória por 30 dias em períodos alternados próteses CAD/CAM e próteses convencionais.	Diferenças estatisticamente significativas entre os 2 métodos de fabrico de RPD. Próteses CAD/CAM apresentaram melhor resultado.
<b>Arnold, et al (2017)(9)</b>	<i>In vitro</i>	15 Prótese parciais removíveis (RPDs), divididas em cinco Grupos.	ND	Avaliar o ajuste de grampos RPD cujo fabrico realizou-se por meios de 4 diferentes sistemas CAD-CAM e comparar os encaixes com a técnica de fundição de cera perdida (LWT).	Análise do engaste no modelo mestre com o auxílio de um microscópio ótico.	Em comparação com o LWT, as técnicas de fresagem permitiram o fabrico de RPDs com um melhor arranjo. Entretanto, RPDs cujo fabrico deu-se através de técnicas rápidas de prototipagem mostraram distintas se encaixando com irregularidades.
<b>Husain, et al (2019)(4)</b>	Relato de técnica	ND	ND	Descrever a técnica para a confecção de prótese removível digital, em fluxos de trabalho totalmente digital.	Análise de fluxo de trabalho digital para a confecção de próteses removíveis.	O fluxo de trabalho digital em odontologia consiste em três etapas: a) Aquisição do modelo digital ou digitalização dos modelos; b) Processamento de dados CAD; c) Fabrico da peça protética CAM.
<b>Kalberer, et al (2018)(18)</b>	<i>in Vitro</i>	20 dentaduras.	42 dias	Comparar as disparidades entre dentaduras fresadas e as dentaduras impressas em 3D.	2 grupos foram testadas para avaliar a superfície de contato com os tecidos moles, na área e suporte da prótese, em um programa, para avaliar a fidelidade das dentaduras.	As dentaduras fresadas expuseram melhor desempenho quando comparadas com as dentaduras impressa em 3D.
<b>Lee, et al (2017)(7)</b>	<i>in vivo</i> , estudo clínico.	10 pacientes	ND	Analisar a precisão dos RPDs digitais, através de técnica de réplica	As RPDs foram criadas no computador, depois impressas em resina e finalizadas pelo método tradicional, duplicadas e analisadas com relação a precisão.	1. RPDs digitais de fabrico através de levantamento eletrônico variaram em precisão de arranjo. 2. Na análise das discrepâncias_o repouso, a precisão da periferia mostrou-se maior.
<b>McLaughlin et al (2017)(5)</b>	<i>In vitro</i>	81 dentaduras completas	ND	Comparar o encolhimento das bases de dentadura com fabricos por três métodos: CAD/CAM, moldagem de compressão e moldagem de injeção.	Avaliação do acomodamento das próteses.	A moldagem de injeção e métodos de fabrico CAD/CAM concebem dentaduras identicamente bem-ajustados, com ambos tendo um ajuste melhor do que moldagem de compressão. rebordos rasos são preferentemente afetados pela desadaptação.

<b>Nakata, <i>et al</i> (2016)(13)</b>	<i>In vitro</i>	18 grampos Akers.	ND	O objetivo deste estudo: avaliar o grampo de Akers, montagem preparada com partículas de ligas de (Co-Cr) por um processo de sinterização a laser e moagem em comparação com os grampos de titânio Co-Cr e de titânio comercial (CPTi).	Fabrico de amostras de grampo fundido; Fabrico de amostras de grampo CAD/CAM; Inspeção não destrutiva; Observâncias das superfícies do grampo; Mensurações da precisão; Mensuração de forças retentivas; Análise estatística.	Os grampos CAM exibiam superfícies significativamente mais suaves ( $p < 0,05$ ). As distâncias de gap dos grampos CAM foram significativamente maiores ( $p < 0,05$ ). As forças retentivas dos grampos CAM e de grupo Co-Cr foram significativamente maiores ( $p < 0,05$ ).
<b>Negm, <i>et al</i> (2019)(10)</b>	<i>In vitro</i>	20 RPD	ND	Comparar a precisão do ajuste e a exatidão das estruturas de prótese parcial removível (RPD) removível de poli (éter-cetona) (PEEK) fabricadas por técnicas diretas e indiretas de (CAD / CAM).	Digitalização de um modelo mestre e criação de um RPD de forma Digital utilizado para o fabrico 20 estruturas RPD idênticas usando duas técnicas de CAD / CAM: fresagem direta de PEEK e manufatura aditiva indireta (impressão de resina combinada com Termo prensagem PEEK usando a técnica de cera perdida).	Encontrou-se diferença significativa entre as duas técnicas em relação à precisão geral do ajuste. Comparado com a técnica indireta, as estruturas fresadas mostraram uma exatidão geral significativamente melhor ( $p < 0,001$ ).
<b>Nishiyama, <i>et al</i> (2019)(8)</b>	Relato de técnica	ND	ND	Este relatório de procedimento técnico apresenta um método recém-desenvolvido para o fabrico de próteses parciais removíveis (RPD) usando tecnologias de projeto e fabrico auxiliadas por computador (CAD/CAM) e prototipagem rápida (RP).	Cada um dos componentes da prótese, incluindo conectores, grampos e dentes artificiais e as bases da prótese, foram fabricados separadamente pela máquina CAM ou pela impressora tridimensional (3D) e montados empregando um material adesivo.	O fabrico das RPDs obteve sucesso usando fluxo de elaboração totalmente digital e entregadas ao paciente, e qualquer complicação clínica relatou-se.
<b>Russo, <i>et al</i> (2019)(6)</b>	<i>in vivo.</i>	10 maxila e 10 mandíbulas edêntulas.	ND	Avaliou as diferenças entre digitalizações intraorais (IOS) e impressões convencionais (CIS) de arcos edêntulos por meio de análise digital.	Realizou-se uma comparação digital entre uma moldagem convencional e uma digitalização intraoral.	A distância média entre o IOS e o CIS pode ser significativamente diferente se não for adequadamente sobreposta. A distância média ( $-0,02 \pm 0,05$ mm) entre o IOS e o CIS está dentro da faixa de resiliência mucosa.
<b>Soltanzadeh, <i>et al</i> (2019)(17)</b>	<i>in vitro</i>	40 RPDs	ND	Avaliar a precisão e o ajuste geral das estruturas de dentadura parcial removível (RPD) convencional em comparação com (CAD / CAM)	Todas as estruturas passaram por varredura e a distância do intervalo entre a estrutura e o modelo mestre foi medida em 8 locais.	Embora os métodos convencionais e de impressão 3D do fabrico da estrutura revelassem adaptação clinicamente aceitável, os grupos RPD fundidos convencionais exprimiram melhor arranjo e precisão geral.

<b>Srinivasan, et al (2017)(11)</b>	<i>In Vitro</i>	33 CRPDs	21 dias, incubado em saliva artificial	Avaliar a precisão de duas técnicas de confecção de CRPDs usando CAD/CAM compradas com a técnica convencional da cera perdida.	Um grupo confeccionado inteiramente digital, um grupo executado o desenho em programa CAD e finalizado de forma convencional, e um grupo confeccionado de forma totalmente convencional.	A precisão de superfícies das três técnicas investigadas evidenciou permanecer dentro de um intervalo clinicamente aceitável.
<b>Srinivasan, et al (2019)(19)</b>	<i>in vivo</i>	Grupo 1: (6 próteses totais digitais + 6 próteses completas convencionais). Grupo 2: (12 próteses totais digitais + 12 próteses completas convencionais).	ND	O estudo comparou a duração clínica gasta e os custos incorridos na construção de próteses totais, utilizando um protocolo de prótese digital de duas visitas com o protocolo convencional de prótese total, em ambiente universitário.	O tempo total gasto e os custos (clínicos, materiais e laboratório) foram calculados, e uma análise estatística foi realizada para comparar os custos de ambos os protocolos.	O protocolo de prótese digital é menos dispendioso quando comparado ao protocolo convencional de prótese total. Os custos com o tempo clínico, o laboratório e os custos gerais mostraram-se significativamente mais baixos para o protocolo de prótese digital, embora os custos de materiais para esse protocolo tenham sido mais altos.
<b>Takahashi, et al (2017)(15)</b>	<i>In vitro</i>	1	ND	Demonstrar a criação de uma prótese CAD/CAM confeccionada em estrutura livre de metal.	Um modelo mestre foi digitalizado e a prótese foi confeccionada em duas partes que posteriormente foram unidas com o uso de um adesivo.	Uma prótese removível não metálica pode ser confeccionada com a utilização de tecnologia CAD/CAM, com resultados aceitáveis.
<b>Tregerman, et al (2018) 20</b>	<i>lin vivo</i>	Três estruturas de RPD foram fabricadas para cada um dos 9 participantes usando cada uma das 3 técnicas.	ND	Determinar a qualidade das estruturas de RPD fabricadas usando três métodos diferentes de fabricação: analógico, analógico-digital e digital.	Primeira técnica fluxo completamente analógico. O fluxo de trabalho analógico-digital possuía as etapas analógicas, sendo o molde em gesso digitalizado em laboratório, para gerar um molde digital. A terceira técnica era completamente digital: um digitalizador intraoral para varredura definitiva, enviada ao programa para desenho digital da estrutura RPD e subsequente derretimento seletivo a laser para fabricação.	Concluiu-se que a via analógico-digital combinada na fabricação de RPD era a menos aceitável clinicamente, conforme determinado por 5 clínicos através de questionário sim / não, enquanto o método completamente digital de fabricação foi o melhor.
<b>Ye, et al (2018) 16</b>	<i>In vivo</i>	30 RPDs	ND	Investigar um processo de fabricação por (CAD / CAM) de	Um total de 15 RPD de uma peça foram projetados por programa	As lacunas foram menores nos RPD PEEK em comparação aos RPDs tradicionais. Os RPDs de

				(RPD) em PEEK em comparação com fabricadas por fundição convencional e avaliar ajustes in vitro.	CAD e, em seguida, fabricados com Poly (etheretherketone) (PEEK) através de CAM, e 15 pelo método de fundição	uma peça pode ser fabricado por CAD / CAM, e seus ajustes foram melhores que os dos RPD tradicionais
<b>Yoon, et al (2018) 12</b>	<i>In vitro</i>	50 bases de dentadura	ND	Comparar a exatidão das técnicas DLP e CAD/CAM Fresada, e adaptação das superfícies das bases de dentaduras pelas técnicas de DLP, fresagem e convencional prensada.	A partir de um modelo mestre forma fabricadas 50 bases de dentadura divididas em 5 grupos de acordo com a técnica de fabricação.	As superfícies de entalhe do DLP e das bases de próteses fresadas correspondiam a uma precisão de 0,1 mm em comparação com o molde mestre. Embora a base da prótese DLP exibisse compressão tecidual da crista, mostrou adaptação comparável do tecido à base da prótese prensada. As duas apresentaram retenção compatível.



## 4 – DISCUSSÃO

### 4.1. A tecnologia CAD/CAM

O primeiro dispositivo CAD/CAM utilizado em medicina dentária foi confeccionado e patenteado pelo Dr. François Duret em 1984, na França. Na década de 1980 um médico dentista suíço, Dr. Werner Mörmann e um engenheiro elétrico italiano, Marco Brandestini, desenvolveram o conceito, que viria a ser o CEREC®, melhorado em 1987 e posteriormente comercializado pela Sirona Dental Systems LLC (Charlotte, NC) como o primeiro sistema CAD/CAM para restaurações dentárias (21,23).

A tecnologia de CAD/CAM são processos interrelacionados que permitem a confecção de uma peça protética a partir de modelo tridimensional anteriormente obtido diretamente da cavidade oral, ou a partir de um modelo de gesso. (4,8) A tecnologia CAD/CAM está presente não somente na medicina dentária, mas em diversas áreas da saúde, e da indústria em geral. Para obter um modelo pelo processo CAD/CAM é necessário percorrer por três etapas técnicas

#### 4.1.1. Impressões por “scanners”:

A obtenção de modelo virtual, como descrito anteriormente pode ser realizada através de digitalização intraoral ou partir de impressão convencional seguida de digitalização do modelo em gesso através de “scanners” de laboratório. Existe uma grande variedade de “scanners” disponíveis no mercado, e a tecnologia de obtenção da imagem pode ter variação de acordo com as marcas, no entanto a maioria gera arquivos no formato STL que pode ser empregado em vários programas de CAD (4,22).

O uso de “scanners” intraoral produz resultados clínicos aceitáveis, devido à precisão de confecção e pela ausência de compressão durante a digitalização intraoral, o que diminui a distorção dos tecidos que suportam a futura protese, e ainda reduz o número de atendimentos clínicos, e com isso reduz os custos por não utilizar equipamentos e materiais de difícil manipulação (25).

As varreduras intraorais obrigam-se a seguir protocolos específicos para situações específicas de impressão de tecidos moles, quanto aos arcos maxilares e mandibulares, bem como dos registros de relação interoclusal (4).

A obtenção de modelos totalmente digitais a partir de digitalização intraoral é uma técnica considerada clinicamente aceitável. Em um estudo in vivo com 10 mandíbulas e 10 maxilas edêntulas, comparou-se digitalmente as discrepâncias entre impressão digital em comparação com a aquisição obtida de imagens a partir de impressão convencional, não se encontraram diferenças estatisticamente significativas, ademais, não se verificando assim diferenças significativas nos resultados do fabrico de próteses removíveis (6).

As diferenças físicas dos métodos levam à dificuldade em comparar as medidas, visto que a impressão por "scanner" intraoral tem abordagem muco-estática e a impressão convencional abordagem muco-compressiva. Porém a abordagem por "scanner" intraoral propicia menor desconforto ao paciente e reduz também a possibilidade de erros por distorção de material (6).

Apesar de gerar um maior tempo de preparação para as varreduras de impressões digitais, existe uma preferência dos pacientes por esta impressão intraoral destacando-se a redução de desconfortos comparativamente com as técnicas convencionais (23).

As técnicas de impressão digital são preferíveis pelos médicos dentistas por permitirem a visualização em tempo real da situação do paciente, por questões econômicas, por se absterem do uso de materiais para impressão convencional, pela possibilidade de arquivar as imagens, manipular e transferir arquivos e ainda a visualização de todo protocolo pelo paciente. Em contrapartida, as impressões convencionais requerem maior habilidade técnica, além de propriedades importantes do material para apresentarem sucesso (23).

A técnica convencional de impressão de boca aberta utilizada na confecção da prótese total, necessita de informações adicionais como dimensão vertical, relação cêntrica e posição de dentes anteriores o que a torna mais demorada, portanto, aplicou-se uma modificação da técnica nomeada de técnica de boca fechada onde um dispositivo para posicionar a maxila e mandíbula em posição adequada é inserido para auxiliar a encontrar as dimensões, e quando comparadas não apresentaram diferenças significativas nas áreas de suporte. Sugeriu-se que o método de boca fechada pode aumentar a retenção de próteses mandibulares por ser realizado de maneira mais funcional o que leva à extensão de borda de impressão vestibulo lingual. A técnica de digitalização intraoral em comparação com a técnica convencional de boca fechada teve resultado similar nas áreas de suporte, mesmo quando se trata de tecidos moles, vestibular e palato mole. O estudo comprovou que os "scanners" podem ser utilizados em tecidos moles. (24).

O fabrico de prótese por CAD/CAM propicia redução de visitas clínicas, e reduz custos, uma vez que não utilizam equipamentos e materiais muito complexos e elaborados. Atualmente ainda não é possível o registo dos limites periféricos e relações mandibulares em um estado verdadeiramente funcional, mas a técnica produz resultados clínicos admissíveis, devido à precisão de confeção e pela ausência de compressão durante a digitalização intraoral, que minimiza a distorção dos tecidos que suportam a prótese (25).

Dentre os "scanners" encontrados no mercado os de maior relevância são aqueles em que as unidades intraorais se apresentam menores e com menor volume, e, posto isso, são bem aceites pelos pacientes. Da mesma forma, aqueles em que se pode utilizar em ambas as arcadas, e ainda a questão do baixo peso é uma consideração importante para os profissionais (22).

#### **4.1.2. Desenho assistido por computador (CAD):**

Uma estrutura digital é gerada por "scanners" intraorais ou de laboratório e enviada ao programa que poderá calcular o posicionamento ideal para cada componente da infraestrutura protética, que posteriormente será convertido em arquivo de linguagem mosaico padrão (STL) que possui empregabilidade em variados sistemas de impressão em 3D ou fresagem (4). Alguns programas CAD detetam os marcos anatómicos e os indicam de forma automática (11).

Embora, o programa sugira o posicionamento das estruturas, o desenho do modelo e localização das estruturas bem como suas espessuras podem ser realizados de acordo com a experiência clínica do profissional. Inclusive estruturas de suporte devem ter seus critérios bem avaliados evitando assim distorção durante a sua confeção. (4,7)

O programa CAD permite-nos gerar uma peça protética virtual, que será observada tridimensionalmente, em diversos formatos diferentes, que propicia trabalhar a confeção da estrutura considerando diversos fatores como eixo de inserção, áreas retentivas e expulsivas, e, assim sendo, delimita-se o melhor posicionamento e avalia-se os espaços disponíveis bem como suas influências na futura prótese (4).

As imagens tridimensionais projetadas no espaço virtual podem ser verificadas através de ferramentas geométricas conforme sua a precisão em micrômetros, e essas informações podem ser armazenadas para o futuro, quando houver necessidade de fabrica-la novamente, ou para modificação antes de ser enviada para o fabrico. Posteriormente os dados do projeto podem ser

diretamente encaminhados ao laboratório onde será produzido um padrão protótipo em resina em impressora 3D compatíveis ao programa, e em seguida fundido (7, 17).

Os modelos de impressão físicos digitalizados em laboratório são igualmente enviados ao programa CAD, e os marcos anatômicos e limites periféricos são identificados, alinhados e estabelecidos, os dados de relações maxilares e mandibulares são inseridos e a configuração dos elementos dentários virtual é realizada, o projeto poderá ser visualizado e novamente adaptados conforme orientação do médico dentista para aprovação antes de ser enviado ao laboratório para o fabrico por fresagem ou impressão de protótipo e fundição. (19, 25)

#### **4.1.3. Manufatura auxiliada por computador (CAM):**

Após a criação da imagem estrutural em programa de CAD, encaminha-se o projeto para confecção por adição ou subtração, ou em formato de padrão protótipo para posterior fundição. (4,5) Os processos podem apresentar discrepâncias de acordo com a particularidade do equipamento e material a ser empregado. Técnicas aditivas podem ser por prototipagem rápida direta (fusão a laser seletiva) onde um padrão em formato STL é encaminhado para a impressora de pó e metal, ou prototipagem rápida indireta onde o padrão protótipo resina é confeccionado em cera e depois passara por processo de eliminação seguindo-se a injeção, sendo assim a técnica une uma parte do trabalho analógico pela técnica da cera perdida.(9). Vários padrões de resina podem ser produzidos simultaneamente em impressoras 3D (7).

Algumas técnicas de impressão 3D incluem a estereolitografia (SLA), que utiliza luz ultravioleta (UV) que polimeriza materiais fotossensíveis de resina. É considerada uma técnica rápida pois permite polimerizar uma camada inteira com apenas 1 pulso e geralmente é empregada para construção de padrões de resina. (20).

A produção da estrutura metálica da prótese por prototipagem rápida aditiva permite, mediante fusão a laser seletiva (SLM), o fabrico camada por camada da estrutura, o que provê melhores propriedades mecânicas quando comparada com os materiais fundidos. O laser de alta potência funde partículas de pó e metal em uma camada sólida, esta técnica poderá imprimir ligas de (Ti) e (Co-Cr). (4,20)

No processo por subtração, o material encontra-se em estado sólido e será submetido ao processo de fresagem, no qual um equipamento esculpe a peça protética com uma broca. Esta técnica é geralmente empregada para escultura de coroas ou estruturas protéticas em cerâmica, metal-zircônia ou resina (22).

Métodos de subtração são empregados através de fresagem de blocos de poli-metil - metacrilato (PMMA), ou poli-éter-cetona (PEEK) para confecção de bases de próteses (4).

## **4.2. A tecnologia CAD/CAM no fabrico de Próteses**

### **4.2.1 Próteses Parciais Removíveis**

Quando uma estrutura de prótese parcial removível é confeccionada torna-se necessário que este conjunto seja resistente às forças de mastigação para assegurar estabilidade e rigidez e, assim, garantir função (9).

A confecção de próteses parciais removíveis, usando a tecnologia CAD/CAM, pode ser realizada por impressão 3D direta em ligas metálicas, ou em (PMMA) e (PEEK) através de fresagem, ou ainda de maneira semidirecta através do fabrico de um padrão de resina da futura estrutura metálica que será enviado para fundição (4,8,9,13-16).

Arnold *et. al.* Descrevem um estudo *in vitro* a comparar a qualidade do fabrico entre os métodos CAD/CAM: prototipagem rápida direta (SLM), prototipagem rápida indirecta com impressora e fundição, fresagem indirecta com técnica de cera indirecta (subtração) e pós fundição por cera perdida, fresagem directa e subtração de resina (PEEK) e método de fabricação fundida convencional como grupo controle (9). Neste estudo, avaliaram a estabilidade e desenho das próteses com recurso à microscopia de luz, e sempre o mesmo investigador. demonstraram que a confecção por meio de fresagem directa e fresagem expressa melhor adaptação horizontal e vertical, com  $43 \pm 23 \mu\text{m}$  na direcção horizontal dos ganchos retentivos, significativamente melhor em comparação com próteses parciais removíveis confeccionadas de forma convencional que exprimiram valores de desadaptação de  $133 \pm 59 \mu\text{m}$ . Os piores resultados verificaram-se quando se utiliza técnicas de prototipagem rápida directa com desadaptação horizontal de  $365 \pm 205 \mu\text{m}$  e prototipagem rápida indirecta com  $323 \pm 188 \mu\text{m}$ , o que tornaria essas estruturas instáveis e impróprias para uso (9).

A tecnologia de prototipagem rápida à laser permite a confecção de estrutura com ganchos mais finos, que indicam redução de incidência de cárie e maior estética. A alta precisão de fusão

à laser, amplia a qualidade da estrutura, reduz o custo de acompanhamento e o desperdício de material. De outro ponto de vista, o custo inicial dos dispositivos e tecnologias digitais são demasiado elevados, mas poder-se-ia viabilizar mediante a produção em centros de fresagem especializados (4).

Takahashi *et al.*, verificaram em um estudo a possibilidade da confecção de ganchos para prótese parcial removível em material isento de metal através de fresagem, com objetivo de prevenir potenciais complicações alérgicas e melhorar a estética comprometida pelo uso de grampo metálico. Empregaram a tecnologia CAD/CAM para fabricar o gancho em (PMMA) cor de marfim médio, que posteriormente foi incorporado à outra estrutura de poliéster cor de gengiva por um agente adesivo. O resultado do ensaio sugeriu a possibilidade de utilizar este material no fabrico de próteses parciais removíveis (15).

Em dois relatos de técnica sobre fabrico de próteses parciais com CAD/CAM e prototipagem rápida. O fluxo de trabalho digital modificou-se significativamente em relação ao método tradicional. Utilizou-se materiais como Ce-TZP estabilizada em conectores que demandam maior rigidez e PEEK em ganchos que demandam melhor flexibilidade e estética por não utilizar ganchos metálicos. O índice de satisfação geral dos pacientes foi avaliado através de instrumento de satisfação com 7 questões que avaliaram satisfação geral, conforto, estabilidade, mastigação, fala, estética e capacidade de limpeza e os resultados foram melhorados no método CAD/CAM em relação ao método tradicional (8).

Quando comparadas quatro técnicas de impressão e fabrico de dentaduras maxilares com estruturas de fabrico em liga de Co-Cr sendo: 1) Técnica convencional (cera perdida), 2) Impressão CAD, 3) Impressão CAD a partir de modelo de gesso, 4) Modelo impresso em resina com técnica de cera perdida. Através do mapa de fiabilidade por engenharia reversa verificou-se a exatidão por sobreposição de modelos onde as discrepâncias foram representadas por cores em relação a cada método, e, exceto pela qualidade insatisfatória de ajuste dos conectores principais fabricados com impressão CAD. As demais variáveis das estruturas apresentaram precisão clinicamente aceitável, sendo que o fabrico convencional mostrou melhor ajuste e precisão em relação à impressão em 3D (17).

Negm, *et al* realizaram uma análise de 20 infraestruturas confeccionadas em PEEK, por duas técnicas. A técnica de prototipagem rápida indireta seguida de prensagem (impressão 3D em resina combinada com técnicas de termo pressão) apresentou valores médios de

desadaptação superiores dos componentes ( $71.68 \pm 17.54 \mu\text{m}$ ) quando comparado com a técnica de fresagem direta em CAD/CAM que apresentou melhor ajuste e precisão ( $17.36 \pm 4.32 \mu\text{m}$ ). A medição fez-se por método de fiabilidade evidenciado por cores em programa para constatação das distâncias de desvio, onde a fresagem direta apresentou uma melhor distribuição da pressão mostrada no gráfico de cores. (10).

Com o objetivo de analisar a precisão de (RPD) digital, realizou-se uma análise da adaptação de estruturas de prótese parcial removível com prototipagem rápida e fundição e constatou-se desadaptação variável de acordo com a região analisada. A área de suporte apresentou desadaptação de  $249.27 \pm 134.84 \mu\text{m}$ , no gancho  $162.33 \pm 131.2 \mu\text{m}$ , no conector maior de  $380.00 \pm 111.75 \mu\text{m}$ , no conector menor  $125.11 \pm 83.89 \mu\text{m}$  e na área edêntula  $328.30 \pm 264.73 \mu\text{m}$ , a apresentar uma média de  $227.67 \pm 172.55 \mu\text{m}$ . A maior discrepância interna foi significativamente superior no conector maior, e, como limitação do estudo, verifica-se que o mesmo não apresentou uma comparação entre método digital e o fabrico convencional (7).

Ye *et al.* Em outro estudo *in vitro*, observaram que próteses parciais confeccionadas em PEEK apresentaram melhores resultados em termos gerais, sendo que a média de valores de adaptação dos conectores maiores foi de  $52,8 \pm 44,6 \mu\text{m}$ , significativamente melhor do que os valores encontrados no grupo controle com estruturas fundidas de forma tradicional ( $131,1 \pm 87,1 \mu\text{m}$ ). Através desta pesquisa *in vitro*, concluíram que as próteses parciais removíveis podem ser projetadas e fabricadas por PEEK com fluxo totalmente digital e ainda que seus ajustes foram considerados superiores as estruturas de fabrico convencional (16).

Os ganchos para prótese parcial removível requerem precisão, reforço e retenção adequados para suporte da prótese. Nakata *et al.*, realizaram uma análise da rugosidade superficial de estruturas em (Co-Cr) no fabrico por fresagem rápida e sintetização à laser que obtiveram rugosidade média de (Ra) de  $0.6 \mu\text{m}$  interna do grampo, que foi de 2 a 4 vezes menos rugosa do que superfícies de ganchos fundidos em (Co-Cr) e em titânio comercialmente puro (CPTi) com Ra de  $2,4 \mu\text{m}$  e  $1,3 \mu\text{m}$ , respetivamente, enquanto que estruturas apenas sinterizadas à laser ( $5,5 \mu\text{m}$ ) apresentaram maior nível de rugosidade superficial externa. Além disso, houve uma grande diminuição da retenção dos ganchos em Co-Cr e Ti, porém a retenção nos grampos em CAM manteve-se constante ou apresentou leve queda (13).

Segundo o estudo duplo cego de Almufleh *et al.*, em que os pacientes que foram acompanhados durante sessenta dias, relataram maior satisfação com próteses sinterizadas a

laser em comparação com próteses parciais removíveis de fabrico convencional, em relação à capacidade de higienização, fala, conforto, estabilidade, capacidade mastigatória, eficiência mastigatória e percepção da condição bucal. Portanto, a satisfação geral foi confirmada bem como a hipótese de que as próteses sinterizadas à laser trazem maior satisfação do paciente, devido à maior precisão e retenção. Esse resultado pode estar associado às capacidades aprimoradas das ligas sinterizadas à laser, em relação à utilização das próteses convencionalmente produzidas (2).

Em comparações de métodos analógico, digital associado ao analógico e totalmente digital, constatou-se que o fabrico integralmente digital de estrutura para prótese parcial removível ser visivelmente melhor que o analógico e ainda melhor que o analógico associado ao digital. Entre o método analógico e o método analógico digital o método integralmente analógico foi melhor para o fabrico de estrutura (20).

A confecção de estruturas de próteses removíveis com a utilização de técnica CAD/CAM apresenta melhor adaptação quando confeccionadas de forma direta por fresagem e sinterização à laser, enquanto que a confecção pela técnica semidirecta com a utilização de prototipagem rápida, encontrou os piores valores para adaptação das estruturas de próteses removíveis quando comparada com a técnica convencional ou com a técnica CAD/CAM direta (2,4,8–10,13,17).

#### **4.2.2. Próteses Totais Removíveis**

As próteses totais removíveis podem ser confeccionadas por fluxos de trabalho integralmente digitais ou por métodos de trabalho que integram técnicas de impressão convencional com fabrico por meio de técnicas CAD/CAM, o que permite redução do numero de consultas necessárias para a conclusão dos trabalhos.(19,25)

As próteses totais CAD/CAM apresentaram maior exatidão das superfícies de contato do que as próteses totais confeccionadas usando prototipagem rápida por impressão 3D.(18)

Srinivasan *et al.* compararam *in vitro* a técnica digital por fresagem, manufatura moldada por injeção, e técnica convencional de compressão, em relação à exatidão dos modelos após permanecerem em banho de saliva artificial por 21 dias, apresentaram resultados clinicamente aceitáveis, e não se verificaram diferenças significativas na precisão das amostras entre os três métodos, portanto não houve técnica superior ao avaliar diferentes áreas de interesse. Porém, deve-se considerar, que o material PMMA que utilizado em métodos de injeção e compressão pode incorporar água quando permanece em meio líquido, o que pode causar distorção. A



fresagem na dentadura de um bloco pré-polimerizado pode gerar tensões de fresagem, mas não tensões de polimerização (11).

Kalberer *et al.*, compararam *in vitro* a qualidade de 10 próteses totais CAD/CAM fresadas com 10 próteses de impressão em 3D (prototipagem rápida). Após realizados ciclos de imersão em saliva artificial por 21 dias foram digitalizados e realizadas medições nova digitalização e foram analisadas as bases por sobreposição. As de confecção em fresagem apresentaram maior exatidão, porém a máquina de fresagem normalmente não se adequa a consultórios individuais por consumirem muita energia e seu elevado preço de aquisição, ao contrário das impressoras 3D que se adequam a espaços menores e embora sejam mais acessíveis são necessárias melhorias na sua qualidade de precisão. (18)

O espaço entre mucosa palatina e base de próteses totais confeccionadas por método tradicional fabricadas por compressão foram, em média, 41% a 47% maiores que o espaço entre mucosa palatina de bases confeccionadas por CAD/CAM. Em arcos quadrados e cônicos, e palato raso, houve significativamente mais espaço na confecção por compressão em comparação com CAD/CAM e por injeção, mas não houve diferença entre CAD/CAM e a confecção por injeção. Já em formas ovais rasas, a impressão por compressão obteve mais espaço do que a impressão por injeção, mas não foi significativamente diferente dos espaços encontrados em técnicas CAD/CAM (5). Estes resultados corroboram os dados obtidos por Srinivasan *et al.* que revelaram que próteses totais CAD/CAM fresadas apresentam maior compressão tecidual que próteses prensadas, ou de fabrico por injeção, principalmente no rebordo vestibular destas. (11)

Srinivasan *et al* realizaram um estudo comparativo, sobre tempo clínico e custo de material da construção de próteses, realizado por 12 alunos do último ano de licenciatura sem experiência em próteses totais com a tecnologia CAD/CAM, analisaram custos laboratoriais, custos de materiais clínicos e o tempo de cadeira foi cronometrado e registrado em minutos para cada protocolo, foi estimado o custo de mão de obra do profissional. Constataram que o protocolo convencional de prótese total exigiu tempo clínico superior ao de prótese digital, e que os custos totais foram significativamente maiores para o protocolo convencional de prótese total do que para o protocolo digital, entretanto os custos com materiais foram mais elevados na versão digital. A experiência com adoção de técnicas digitais implicou em redução de custos de mão de obra, taxas clínicas (custos que a escola cobrava pelas etapas) e custos laboratoriais. Adotando-se os custos médios apurados na clínica e os custos dos materiais envolvidos durante a experiências, e extrapolando esses resultados obtidos na Universidade de Genebra para um período de 10 anos

de atividades clínicas, estima-se uma economia de 125.000€ ao utilizar a versão digital em comparação com a técnica convencional (19).

Uma comparação de exatidão de adaptação entre técnicas de processamento digital de luz (DLP), CAD/CAM fresada e técnica tradicional de impressão no fabrico de bases de próteses totais através de método de fiabilidade por engenharia reversa por sobreposição em mapa de cores, mostrou que a técnica de DLP demonstrou áreas de maior compressão em algumas áreas que podem fornecer bom ajuste e adesão, porém pode igualmente gerar área de pressão dolorosa. A prótese fresada mostrou uma distribuição uniforme da adaptação na superfície do tecido. Ambas técnicas CAD/CAM fresada e DLP apresentaram dentaduras mandibulares clinicamente aceitáveis, com precisão de 0,1 mm. A base da prótese por método tradicional de impressão obteve ajuste médio ligeiramente acima de 0,1 mm porém com maior desvio de medidas. (12)

## 5 -CONCLUSÕES

A utilização da tecnologia CAD/CAM na confecção de próteses removíveis é favorável, mas requer mais pesquisas para determinação de aplicabilidade clínica da tecnologia.

Entretanto, foram encontradas vantagens para o paciente que tem sua prótese confeccionada através de tecnologia CAD/CAM como satisfação por reduzir incómodos referentes a etapa de impressão convencional, redução do número de consultas clínicas e tempo de atendimento por não utilizar materiais de manipulação complicada, pela possibilidade de visualização do projeto através de programa CAD. Questões relacionadas a retenção que favorecem aspetos mastigatórios, também foram fatores que afirmam à eficácia do método além de facilidade de limpeza associadas as ligas sinterizadas por terem suas capacidades aprimoradas que levou a menor rugosidade.

Para o médico dentista encontrou-se como vantagem custos reduzidos por não utilizar materiais de impressão sendo substituído pelos "scanners" intraorais que apresentam uma reprodutibilidade de tecidos dentro do padrão aceitável. Envio de projeto de prótese com maior velocidade ao laboratório, emprego de materiais mais estéticos e flexíveis e que atendem ainda questões de retenção e estabilidade, pela precisão dos métodos que são clinicamente aceitáveis quando em comparação a métodos convencionais, manipulação do projeto através de programa

em ambiente virtual que traz a possibilidade de realizar alterações antes de enviá-lo à confecção final e a opção de reajusta-la via CAD sem que seja necessário modelos físicos.

Algumas questões podem gerar dificuldades iniciais como a digitalização intraoral que provavelmente será diminuída conforme a experiência do operador, o uso repetitivo da técnica pode diminuir o nível de dificuldade.

Outra limitação seriam os custos iniciais do conjunto necessário para o CAD /CAM e uma alternativa é terceirizar a manufatura.

É necessário que o médico dentista possua conhecimento dos materiais e métodos de manufatura para que possa escolher o que melhor se adapta a situação em busca de melhor adaptação que leva a maior conforto e satisfação do paciente.

## 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Shala K, Tmava-Drageusha A, Dula L, Pustina-Krasniqi T, Bicaaj T, Ahmedi E, et al. Evaluation of maximum bite force in patients with complete dentures. *Open Access Maced J Med Sci*. 2018;6(3):559–63.
2. Almufleh B, Emami E, Alageel O, de Melo F, Seng F, Caron E, et al. Patient satisfaction with laser-sintered removable partial dentures: A crossover pilot clinical trial. *J Prosthet Dent*. 2018;119(4):560-567.e1.
3. Kattadiyil MT, AlHelal A, Goodacre BJ. Comparison of treatment outcomes in digital and conventional complete removable dental prosthesis fabrications in a predoctoral setting *J Prosthet Dent* [Internet]. 2017;117(6):721–8.
4. Al-Haj Husain N, Özcan M, Schimmel M, Abou-Ayash S. A digital cast-free clinical workflow for oral rehabilitation with removable partial dentures: A dental technique. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2019;1–6.
5. McLaughlin JB, Ramos V, Dickinson DP. Comparison of Fit of Dentures Fabricated by Traditional Techniques Versus CAD/CAM Technology. *J Prosthodont*. 2019;28(4):428–35.
6. Lo Russo L, Caradonna G, Troiano G, Salamini A, Guida L, Ciavarella D. Three-dimensional differences between intraoral scans and conventional impressions of edentulous jaws: A clinical study. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2020;123(2):264–8.

7. Lee JW, Park JM, Park EJ, Heo SJ, Koak JY, Kim SK. Accuracy of a digital removable partial denture fabricated by casting a rapid prototyped pattern: A clinical study. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2017;118(4):468–74.
8. Nishiyama H, Taniguchi A, Tanaka S, Baba K. Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. *J Prosthodont Res* [Internet]. 2019;6–11.
9. Arnold C, Hey J, Schweyen R, Setz JM. Accuracy of CAD-CAM-fabricated removable partial dentures. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2018;119(4):586–92.
10. Negm EE, Aboutaleb FA, Alam-Eldein AM. Virtual Evaluation of the Accuracy of Fit and Trueness in Maxillary Poly(etheretherketone) Removable Partial Denture Frameworks Fabricated by Direct and Indirect CAD/CAM Techniques. *J Prosthodont*. 2019;28(7):804–10.
11. Srinivasan M, Cantin Y, Mehl A, Gjengedal H, Müller F, Schimmel M. CAD/CAM milled removable complete dentures: an in vitro evaluation of trueness. *Clin Oral Investig*. 2017;21(6):2007–19.
12. Yoon HI, Hwang HJ, Ohkubo C, Han JS, Park EJ. Evaluation of the trueness and tissue surface adaptation of CAD-CAM mandibular denture bases manufactured using digital light processing. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2018;120(6):919–26.
13. Nakata T, Shimpo H, Ohkubo C. Clasp fabrication using one-process molding by repeated laser sintering and high-speed milling. *J Prosthodont Res* [Internet]. 2017;61(3):276–82.
14. Santos CMDC, Pimenta CADM, Nobre MRC. A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2007;15(3):508–11.
15. Takahashi Y, Hamanaka I, Isshi K. CAD/CAM-Fabricated Nonmetal Clasp Denture: In Vitro Pilot Study. *Int J Prosthodont*. 2017;30(3):277–9.
16. Ye H, Li X, Wang G, Kang J, Liu Y, Sun Y, et al. A Novel Computer-Aided Design/Computer-Assisted Manufacture Method for One-Piece Removable Partial Denture and Evaluation of Fit. *Int J Prosthodont*. 2018;31(2):149–51.
17. Soltanzadeh P, Suprono MS, Kattadiyil MT, Goodacre C, Gregorius W. An In Vitro Investigation of Accuracy and Fit of Conventional and CAD/CAM Removable Partial Denture Frameworks. *J Prosthodont*. 2019;28(5):547–55.
18. Kalberer N, Mehl A, Schimmel M, Müller F, Srinivasan M. CAD-CAM milled versus rapidly prototyped (3D-printed) complete dentures: An in vitro evaluation of trueness. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2019;121(4):637–43.
19. Srinivasan M, Schimmel M, Naharro M, O' Neill C, McKenna G, Müller F. CAD/CAM milled

- removable complete dentures: time and cost estimation study. *J Dent* [Internet]. 2019;80(April):75–9.
20. Tregerman I, Renne W, Kelly A, Wilson D. Evaluation of removable partial denture frameworks fabricated using 3 different techniques. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2019;122(4):390–5.
  21. Logozzo S, Franceschini G, Kilpelä A, Caponi M, Governi L, Blois L. A Comparative Analysis Of Intraoral 3d Digital Scanners For Restorative Dentistry. *Internet J Med Technol*. 2012;5(1):1–18.
  22. Bosio JA, Santo MD, Jacob HB. Odontologia digital contemporânea – scanners intraorais digitais. *Orthod Sci Prat*. 2017;10(39):355–62.
  23. Sivaramakrishnan G, Alsobaiei M, Sridharan K. Patient preference and operating time for digital versus conventional impressions: a network meta-analysis. *Aust Dent J*. 2020;65(1):58–69.
  24. Jung S, Park C, Yang HS, Lim HP, Yun KD, Ying Z, et al. Comparison of different impression techniques for edentulous jaws using three-dimensional analysis. *J Adv Prosthodont*. 2019;11(3):179–86.
  25. Srinivasan M, Kalberer N, Naharro M, Marchand L, Lee H, Müller F. CAD-CAM milled dentures: The Geneva protocols for digital dentures. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2020;123(1):27–37.