

**MARCOS ANTONIO PEREIRA DE OLIVEIRA**

**ALCANCE DA ODONTOLOGIA DIGITAL NA IMPLANTODONTIA**

**Faculdade de Odontologia  
Universidade Federal de Minas Gerais  
Belo Horizonte  
2021**

**Marcos Antonio Pereira de Oliveira**

## **ALCANCE DA ODONTOLOGIA DIGITAL NA IMPLANTODONTIA**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Implantodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de especialista em Implantodontia.

**Orientador:** Prof. Marcus Martins Guimarães

Belo Horizonte  
2021

## Ficha Catalográfica

048a Oliveira, Marcos Antonio Pereira de.  
2021 Alcance da odontologia digital na implantodontia /  
MP Marcos Antonio Pereira de Oliveira. -- 2021.

42 f. : il.

Orientador: Marcus Martins Guimarães.

Monografia (Especialização) -- Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Odontologia.

1. Desenho assistido por computador. 2. Carga imediata em implante dentário. 3. Implantes dentários. I. Guimarães, Marcus Martins . II. Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Odontologia. III. Título.

BLACK - D74



Ata da Comissão Examinadora para julgamento de Monografia do aluno **MARCOS ANTONIO PEREIRA DE OLIVEIRA**, do Curso de Especialização em Implantodontia, realizado no período de 26/03/2018 a 30/09/2021.

Aos 28 dias do mês de setembro de 2021, às 19:30 horas, por meio da Plataforma virtual Microsoft Teams®, reuniu-se a Comissão Examinadora, composta pelos professores Marcus Martins Guimarães (orientador), Célio Soares de Oliveira Junior e Walison Arthuso Vasconcellos. Em sessão pública foram iniciados os trabalhos relativos à Apresentação da Monografia intitulada “**Alcance da odontologia digital na Implantodontia**”. Terminadas as arguições, passou-se à apuração final. A nota obtida pelo aluno foi 7,2 (Setenta e dois) pontos, e a Comissão Examinadora decidiu pela sua aprovação. Para constar, eu, Marcus Martins Guimarães, Presidente da Comissão, lavrei a presente ata que assino, juntamente com os outros membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 28 de setembro de 2021.

  
Prof. Marcus Martins Guimarães  
Orientador

  
Prof. Célio Soares de Oliveira Junior

  
Prof. Walison Arthuso Vasconcellos

## RESUMO

O objetivo do presente estudo é realizar uma revisão narrativa da literatura sobre a aplicação de sistemas *Computer Aided Design* (CAD) e *Computer Aided Manufacturing* (CAM) na implantodontia. Para isso, foram consultados estudos publicados entre os anos de 2009 e 2019. Assim, de forma mais detalhada, o estudo buscou apresentar aspectos históricos e definições, discutir etapas da produção, bem como tipos de materiais utilizados, e apontar benefícios e limitações em relação às técnicas adotadas tradicionalmente. Observou-se que o CAD/CAM vem dando suporte e inovação a reabilitação oral de pessoas edêntulas possibilitando procedimentos menos invasivos, mais precisos, com tempo reduzido de tratamento e com mais segurança para o paciente.

**Palavras-chave:** CAD-CAM; carga imediata em implantodontia; implante dentário.

## **ABSTRACT**

### **Scope of digital dentistry in implantodontics.**

The aim of this study was to conduct a narrative review of the literature on the application of Computer Aided Design (CAD) and Computer Aided Manufacturing (CAM) systems in implantology. For this, studies published from 2009 to 2019 were consulted. Thus, in more detail, the study sought to present historical aspects and definitions, discuss stages of production, as well as types of material used and point out benefits and limitations, in relation to tooth technique usually adopted. This technology has been supporting and innovating in the oral restoration of edentulous people. CAD / CAM enables less invasive, more accurate, safer procedures for the patient.

**Keywords:** CAD-CAM; immediate dental implant loading; dental implantation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Imagem do software Implastation para leitura de arquivo DICOM. Neste software é possível visualizar múltiplos cortes além de observar uma reconstrução 3D .....	11
Figura 2 - exemplifica a digitalização de um modelo em gesso utilizando um escâner de bancada.....	12
Figura 3 - exemplifica a digitalização por meio de escaneamento intraoral.....	12
Figura 4 - Observamos um arquivo DICOM com um planejamento cirúrgico e uma fusão do arquivo DICOM com Arquivo STL. Mostrando um planejamento cirúrgico e reabilitador.....	14
Figura 5 - Tomografia computadorizada em arquivo DICOM, evidenciando Nervo Alveolar Inferior com simulação de inserção de implante e planejamento virtual de guia para cirurgia guiada. Imagem obtida por um software de aplicação CAD/CAM. ....	15
Figura 6 - processo de escaneamento intraoral .....	17
Figura 7 - CEREC – Representação gráfica do Escaner do Sistema Sirona. Nesta apresentação observamos o escâner intra-oral, cart de suporte do CPU do computador e monitor com Touch Scream. Sistema CAD/CAM para clínica dentária. ....	18
Figura 8 - Arquivo obtido a partir do escaneamento intraoral da maxila com seis implantes instalados e auxílio “corpos de escaneamento” scanbodyes .....	20
Figura 9a e 8b - virtuais obtidos a partir do escaneamento extraoral .....	20
Figura 10 - Correspondência de tecidos moles, corpos de varredura e modelos virtuais de varredura de componentes relacionados.....	21
Figura 11 - Com a fusão dos arquivos gerados pelo escaneamento intra e extraoral é possível observar precisão de varredura de ambos .....	21
Figura 12 - Modelo virtual da estrutura e da superestrutura .....	22

Figura 13 - Estrutura metálica fresada em titânio e supra-estrutura com modelo dental fresada em acrílico .....	22
Figura 14 - Prótese finalizada parte plástica cimentada a estrutura de Titânio .....	23
Figura 15 - Vista frontal e lateral da prótese já instalada em boca .....	23
Figura 16 - Radiografia panorâmica para verificação da adaptação e controle das estruturas periimplantares .....	23
Figura 17 - Fresadora Dentisply Sirona, produz restaurações unitárias em Dissilicato de lítio, acrílico e cerâmica feldspática, também pontes de até quatro elementos em Dissilicato de lítio.....	26
Figura 18 - Desenho esquemático do funcionamento de uma impressora FDM, seu processo de impressão .....	27
Figura 19 - Impressora SLA, polimeriza finas camadas de resina líquida subsequentes, capaz de produzir várias peças ao mesmo tempo com grande precisão .....	29
Figura 20 - Tecnologia/tipos de CAD/CAM.....	31
Figura 21 - Planejamento e enceramento digital. Imagem fotográfica facial, linhas de tacado de proporcionalidade e projeção de restaurações .....	32



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
1.1. Objetivos .....	8
1.1.1. Objetivo geral.....	8
1.1.2. Objetivos Específicos.....	9
<b>2 MÉTODO.....</b>	<b>9</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>9</b>
3.1. Diferentes tipos de registros digitais .....	10
3.1.1. Arquivo DICOM.....	10
3.1.2. Arquivo STL.....	11
3.1.3. Arquivo de foto.....	12
3.2. Planejamento digital na Implantodontia .....	13
3.3. Escaneamento intraoral: moldagem digital x convencional .....	16
3.4. Sistemas de fresagem e impressão 3D .....	24
3.4.1 Fresagem.....	24
3.4.2. Impressão 3D.....	26
3.5. Fluxo de trabalho digital para próteses sobre implante .....	30
3.5.1 Enceramento Diagnóstico digital .....	31
3.5.2. Uso de Corpos de Escaneamento (Scanbodies).....	33
3.5.3. Restaurações Provisórias em Processo Digital .....	33
3.5.4. Pilares Customizados pelo Processo Digital .....	34
3.6. Limitações e Cuidados da Implantodontia Digital.....	35
3.6.1. Principais Limitações Relativas ao Escaneamento intraoral .....	35
3.6.2. Curva de Aprendizado .....	35
3.6.3. Custos de Compra e Manutenção.....	35
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a tecnologia digital tem se apresentado cada vez mais presente nos procedimentos diagnósticos e de execução de reabilitações orais. Fotografias, radiografias digitais, tomografias computadorizadas são frequentes no cotidiano dos consultórios odontológicos. Muitos procedimentos foram impactados de forma positiva, os diagnósticos e resultados obtidos são evidentemente mais precisos e satisfatórios.

A manipulação, o arquivamento e a comunicação foram facilitados a partir dos recursos digitais. No início, o foco da tecnologia digital foi direcionado às restaurações *inlays*, *onlays*, coroas e laminados. Com a evolução da tecnologia, novas possibilidades foram incorporadas e passaram a ser produzidas próteses parciais, alinhadores ortodônticos, planos de tratamentos ortodônticos, planejamento virtual de cirurgias — incluindo em implantodontia — confecção de guias cirúrgicos e fabricação de pilares customizados.

Os termos em CAD (design assistido por computador) e CAM (manufatura assistida por computador) tornam-se cada vez mais presentes. Esta modalidade diz de três principais passos na obtenção de imagens digitais, planejamento de guias e restaurações e, por fim, sua execução, trazendo este projeto digital para o meio físico.

### 1.1. Objetivos

O presente estudo tem como objetivo revisar a bibliografia a respeito da aplicação de sistemas digitais na odontologia, mais especificamente na implantodontia, considerando os aspectos vantajosos do uso de CAD/CAM na odontologia de uma forma geral. Traçar um breve panorama histórico dessa tecnologia e seu uso na implantodontia. Essa pesquisa busca apresentar etapas do processo produtivo, os tipos e principais materiais utilizados, além dos pontos positivos e limitantes desse sistema.

#### 1.1.1. Objetivo geral

Apresentar uma revisão da literatura sobre as aplicações da Odontologia digital na Implantodontia.

#### 1.1.2. Objetivos Específicos

- a) Descrever os diferentes registros dos documentos digitais.
- b) Descrever o planejamento digital na Implantodontia.
- c) Escaneamento intra-oral: moldagem digital x convencional.
- d) Descrever sistemas de fresagem e impressão 3D.
- e) Descrever o fluxo de trabalho digital para próteses sobre implante.
- f) Descrever algumas limitações e cuidados na Implantodontia digital.

## 2 MÉTODO

A fim de identificar os artigos científicos já publicados referentes às diferentes utilizações dos sistemas CAD/CAM em odontologia, realizou-se um levantamento em bases de dados como Scielo, Google Acadêmico e Pubmed, com um recorte temporal de 2012 a 2021. Foram utilizadas as palavras-chaves CAD/CAM, Implantodontia Digital, Odontologia Digital, Prótese e Digital Implant Dentistry. Foram encontrados mais de três mil artigos relacionados. Após uma análise de relevância e especificidade relacionada ao tema pesquisado foram selecionados 40 artigos. Destes, foram utilizados 17, que se mostraram mais atuais quando em um recorte temporal, para a construção dessa revisão, além da utilização como base de pesquisa o livro Implantodontia digital: da Reconstrução à reabilitação / Arthur Rodrigues Gonzáles Cortez et al, 2021.

## 3 REVISÃO DE LITERATURA

Neste tópico será apresentada toda a seqüência contida no fluxo digital. De maneira detalhada toda tecnologia nele contida. Equipamentos, técnicas e possibilidades que o constituem.

### 3.1. Diferentes tipos de registros digitais

Existem hoje várias tecnologias que nos permitem capturar imagens de objetos e estruturas vivas em duas ou três dimensões (3D) e transportá-las para um meio digital onde poderão ser manipuladas, fusionadas e remodeladas. Fazem parte deste arsenal tecnológico: Tomógrafos, aparelho de ressonância magnética, aparelhos de radiografia computadorizada, câmeras fotográficas digitais, scanners, dentre outros. Cada aparelho produz um arquivo com um formato específico que permite sua leitura e manipulação. Os principais são: arquivo DICOM, arquivo STL e arquivos de fotos, como por exemplo, JPEG, RAW, TIFF, GIF e PNG.

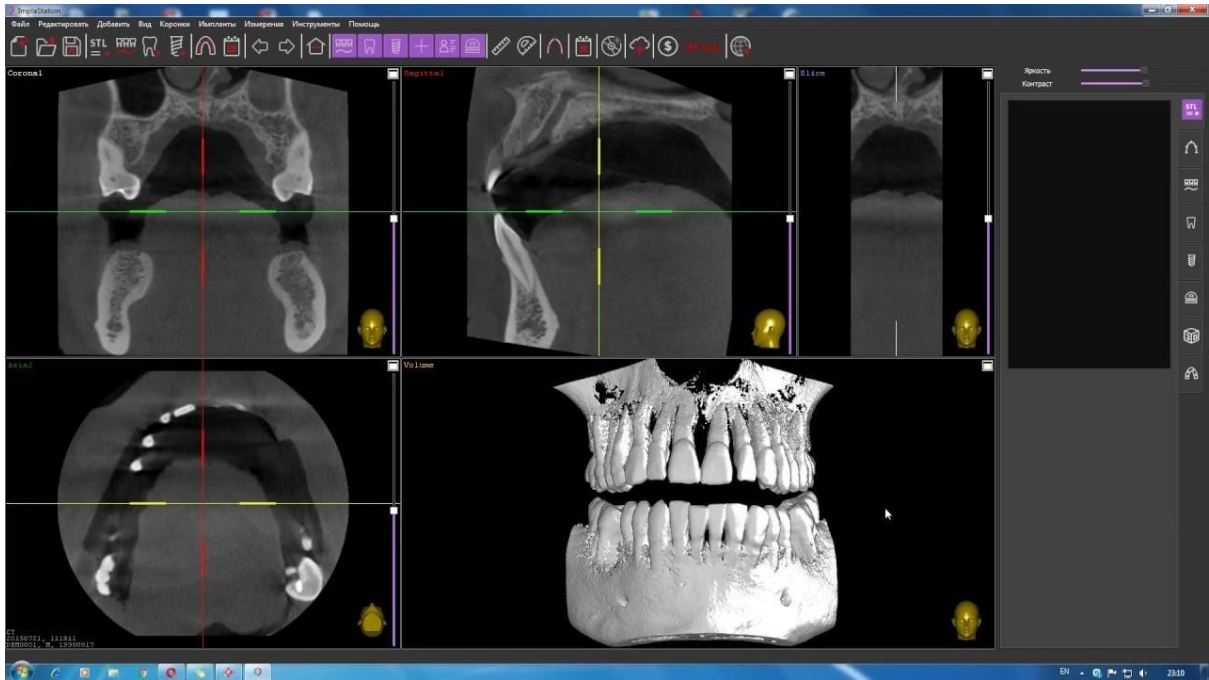
#### 3.1.1. Arquivo DICOM

A norma DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) foi adotada para viabilizar a integração entre diferentes equipamentos médicos de captura de imagens, gerando uma linguagem comum que pode ser lida por diferentes aparelhos, o que garante maior facilidade de arquivamento e compartilhamento destas imagens.

A odontologia utiliza em larga escala a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), radiografias intra e extraoral, em menor escala, ressonância magnética (RM) e cintilografia-(AX). Todas essas tecnologias geram arquivos em linguagem DICOM. (SPIN-NETO et al., 2011)

A aplicação do DICOM vai além da leitura e navegação pelas imagens capturadas uma característica que já oferece, maior possibilidade de diagnósticos mais rápidos e precisos, trazendo também a possibilidade de se elaborar um planejamento virtual, que é fundamental para a prática da implantodontia, cirurgia bucomaxilofacial, ortodontia, endodontia, dentre outras. Com o uso de software específico, é possível criar uma gama de possibilidades, como simular a posição de um implante, identificar estruturas nobres, reconstrução 3D, traçados de linhas de referência e muito mais. (AOK EM et al., 2015). Como observamos na figura 1:

Figura 1- Imagem do software Implastation para leitura de arquivo DICOM. Neste software é possível visualizar múltiplos cortes além de observar uma reconstrução 3D.



Fonte: Implastation, 2021. Disponível em: <https://en.implastation.com>. Acesso em: 12 set. 2021.

### 3.1.2. Arquivo STL

O arquivo STL descreve a geometria de superfície de um objeto em 3D, apresentando atributos de um modelo CAD (objeto tridimensional). Este é um formato padrão, reconhecido por todos os desenvolvedores de software CAD. O arquivo STL é gerado por um programa de design assistido por computador ou Computer-Aided Design (CAD). É no arquivo STL que estão contidas as informações para confecção (impressão ou fresagem) das estruturas físicas em 3D. Para tanto, se utiliza uma malha de leitura em forma de triângulos intercalados que, por sua vez, forma uma figura base. Quanto mais triângulos, maior a qualidade da imagem e maior a precisão do objeto impresso. Portanto, quanto maior o número de triângulos maior mais pesado fica o arquivo por consequência maior a dificuldade de sua leitura. (MARRO A et al., 2016)

Na odontologia, os arquivos STL são adquiridos por meio de escaneamento intra-orais ou de mesa. Nas figuras abaixo pode-se observar a utilização do Scanner de bancada para digitalizar um modelo de gesso (FIGURA 2a). Na Figura 2b pode-se observar modelos de scanners intraorais, que capturam a imagem diretamente da boca do paciente:

Figura 2 - exemplifica a digitalização de um modelo em gesso utilizando um escâner de bancada.



Fonte: 3shape, 2021, Disponível em: <https://www.3shape.com/en/scanners/>. Acesso em: 13 set. 2021

Figur 3 - exemplifica a digitalização por meio de escaneamento intraoral.



Fonte: 3shape, 2021, Disponível em: <https://www.3shape.com/en/scanners/>. Acesso em: 13 set. 2021

### 3.1.3. Arquivo de foto

As fotografias têm papel fundamental na análise e planejamento de uma reabilitação. Partindo de protocolos pré-estabelecidos é possível traçar linhas imaginárias e, a partir das medidas obtidas, definir tipo de arcada, modelo e proporção facial, dentre outras várias possibilidades de avaliação de simetria maxilofacial. Existem alguns tipos de arquivo de fotos mais relevantes para a prática

odontológica, cada um com sua particularidade. São eles: JPEG, RAW e TIFF. (KALPANA D et al., 2018)

#### 3.1.3.1. JPEG ou JPG

Este é o formato presente em praticamente todas as câmeras fotográficas, sistemas de impressão e internet. Por gerar um arquivo leve que ocupa menos espaço, esse formato possui alta compatibilidade e é de fácil leitura. Por ser um arquivo leve e de menor resolução, sua desvantagem se dá quando existe a necessidade de se tratar mais as imagens. Uma vez que, quanto mais a imagem é manipulada e comprimida sua qualidade se torna ainda menor. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021).

#### 3.1.3.2. RAW

Este formato é denominado como arquivo bruto ou cru. Ocupa quatro vezes mais espaço que o JPG e necessita de um software de manipulação de imagens. Gera uma imagem tal como a capturada pela lente da câmera como se fosse um negativo. É o arquivo juridicamente aceito, possui alta qualidade de imagem e maior profundidade de cor, além de permitir uma ótima condição para edição. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

#### 3.1.3.3. TIFF

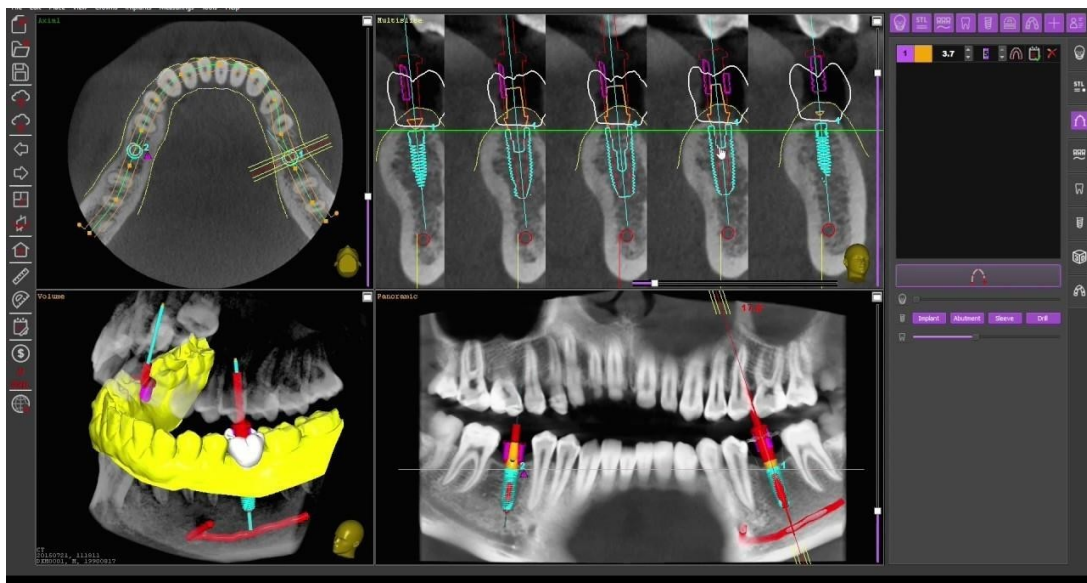
Este é um arquivo desenvolvido pela Microsoft, supera em muito a qualidade do JPG. Gera arquivos maiores, porém, com qualidade muito superior. Permite uma boa manipulação da imagem sem perder sua qualidade, mais facilmente arquivado que o arquivo RAW, por exemplo. Sua desvantagem é sua baixa compatibilidade com os arquivos de sistemas de internet. (LAROUBINA M, et al, 2014)

### 3.2. Planejamento digital na Implantodontia

Com a possibilidade de captura e reconstrução digital em 3D de tecidos duros e moles, aliados a softwares de manipulação destes arquivos, o planejamento digital na implantodontia se tornou uma ferramenta fundamental que permite ao cirurgião

realizar uma prévia cirúrgica fiel ao procedimento a ser realizado. Isso possibilita a realização de cirurgias cada vez menos invasivas e com menor morbidade pós-operatória. A figura abaixo exemplifica um tipo de software de planejamento virtual. Neste caso o Implastation (FIGURA 3):

Figura 4 - Observamos um arquivo DICOM com um planejamento cirúrgico e uma fusão do arquivo DICOM com Arquivo STL. Mostrando um planejamento cirúrgico e reabilitador.



Fonte: Implastation, 2021. Disponível em: <https://en.implastation.com>. Acesso em: 12 set. 2021.

O Posicionamento correto dos implantes nos sítios ósseos garante uma melhor execução da prótese e um correto restabelecimento do equilíbrio oclusal. Inicialmente, o planejamento virtual se dava apenas pela instalação virtual dos implantes nos sítios ósseos retratados nas imagens digitais, servindo apenas de guia para que o cirurgião fizesse o transporte desta informação para o ato cirúrgico, o que demandava uma grande habilidade e expertise do profissional. Com a evolução da técnica e desenvolvimento de novos equipamentos, foi possível tornar este caminho menos tortuoso. Passou a ser viável a impressão ou fresagem de guias cirúrgicos que são capazes de transportar com muita fidelidade a posição tridimensional do implante do meio virtual para o físico (CAVALCANTI et al., 2002).

Programas de leitura e manipulação de arquivos DICOM já vêm alimentados de bibliotecas de implantes de diferentes fabricantes, o que possibilita ao cirurgião

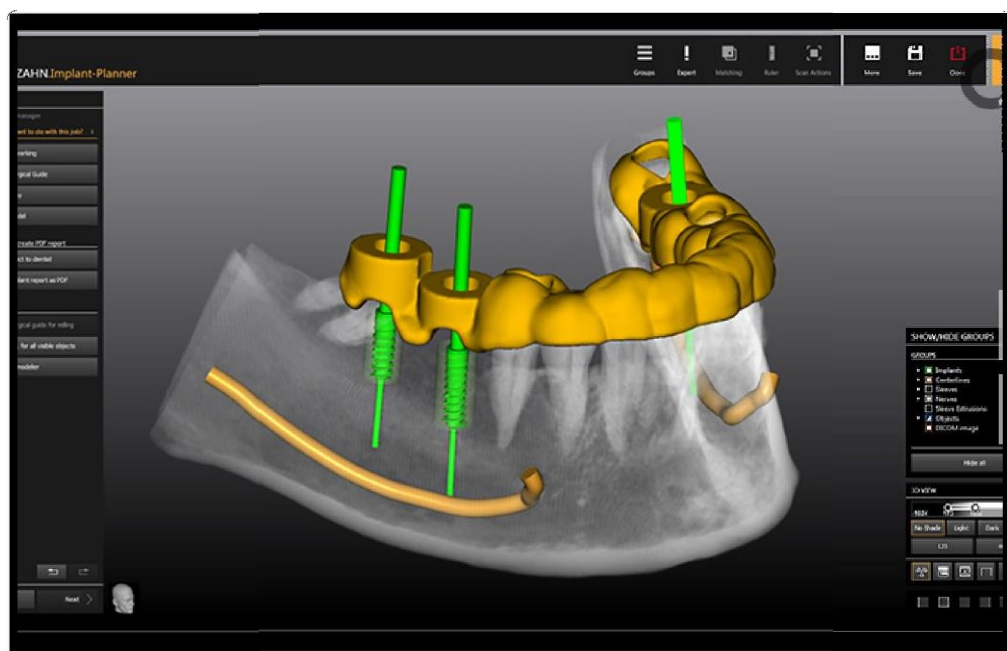


selecionar a marca, modelo e dimensões de implante que já faz uso em sua prática diária (SCARFE WC et al., 2006).

Porém, todo este aparato tecnológico não exige o cirurgião de um amplo conhecimento de estruturas anatômicas, se fazendo necessário um aprofundamento na capacidade de leitura e interpretação destas imagens e suas implicações.

As figuras abaixo fornecem um exemplo da obtenção de imagens para aplicação de sistemas CAD/CAM e do CEREC, equipamento usado para captação das imagens e usinagem de peças na clínica.

Figura 5 - Tomografia computadorizada em arquivo DICOM, evidenciando Nervo Alveolar Inferior com simulação de inserção de implante e planejamento virtual de guia para cirurgia guiada. Imagem obtida por um software de aplicação CAD/CAM.



Fonte: Zirkonzahn, 2018. Disponível em: <https://www.zirkonzahn.com/pt/sistemas-cad-cam/cad-cam-software>. Acesso em: 13 set. 2021.

Kernen F et al, 2020, examinaram os seguintes softwares de planejamento e fabricação de guias cirúrgicos: coDiagnostiX™, DentalWings, Canadá (CDX); Simplant Pro™, Dentsply, Suécia (SIM); Smop™, Swissmeda, Suíça (SMP); NobelClinician™, Nobel Biocare, Suíça (NC); Implant Studio, 3Shape, Dinamarca (IST). O objetivo foi avaliar e descrever características e limitações destes sistemas e sua capacidade em importar imagens e produzir projetos para fabricação de guias de brocas para cirurgias de instalação de implantes.

Concluíram que todos os sistemas testados possuíam um banco de dados com os sistemas de implantes mais utilizados. Contudo, não foram todos os sistemas que apresentaram a capacidade de planejar e produzir guias que permitam instalação de implantes completamente guiados. A maneira encontrada para sanar esta limitação, alguns dos sistemas em suas versões mais recentes, possibilitam a flexibilização e individualização do projeto de maneira tal a permitir esta fabricação interna de guias.

### 3.3. Escaneamento intraoral: moldagem digital x convencional

Em uma modalidade tradicional, os modelos de trabalho são adquiridos por meio de moldagens com diversos materiais. Estes moldes, com a imagem negativa da estrutura a ser replicada, são preenchidos com gesso e, a partir deste processo, se obtém os modelos mestres onde serão realizadas ou construídas as restaurações e próteses. Com o passar dos anos e a evolução da técnica, foram desenvolvidos materiais melhores, com o intuito de reduzir as distorções geradas neste processo. Alginatos, poliéster, silicões de condensação, silicões de adição são exemplos de materiais utilizados no processo de moldagem. Dentre cada um destes itens, acrescenta-se a variável de fabricante e sua particular qualidade de fabricação e matéria prima. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

Após o processo de moldagem, passamos por outra importante fase, o vazamento do gesso. Assim como os materiais de moldagem, temos uma gama de possibilidades e indicações: gesso tipo II, gesso tipo III e gesso tipo IV e gesso ortodôntico. Estas são variações de processo de produção de um mesmo material, o que define seu comportamento físico/químico. Todas estas características tornam o processo extremamente técnico, oneroso e, por vezes, impreciso. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

O fluxo de moldagem digital passa por um constante processo de evolução e vem revolucionando a rotina diária de cirurgiões dentistas e técnicos.

A moldagem digital causa menos desconforto ao paciente, reduz a ansiedade e a ocorrência de náusea, além de ser uma importante ferramenta de marketing, já que é possível ao paciente acompanhar o processo de escaneamento durante sua execução. (KIM J et al., 2017).

Na figura 6 é possível observar o processo de escaneamento intraoral:

Figura 6 - processo de escaneamento intraoral



Fonte: 3shape, 2021, Disponível em: <https://www.3shape.com/en/scanners/>. Acesso em: 13 set. 2021

Ocorre ainda uma melhora na comunicação entre cirurgião e laboratório, uma vez que o arquivo com o escaneamento é enviado de forma rápida e precisa por e-mail. Outra vantagem é a extinção da necessidade de espaço físico para guardar os modelos de gesso, já que os modelos escaneados são armazenados em um ambiente virtual. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

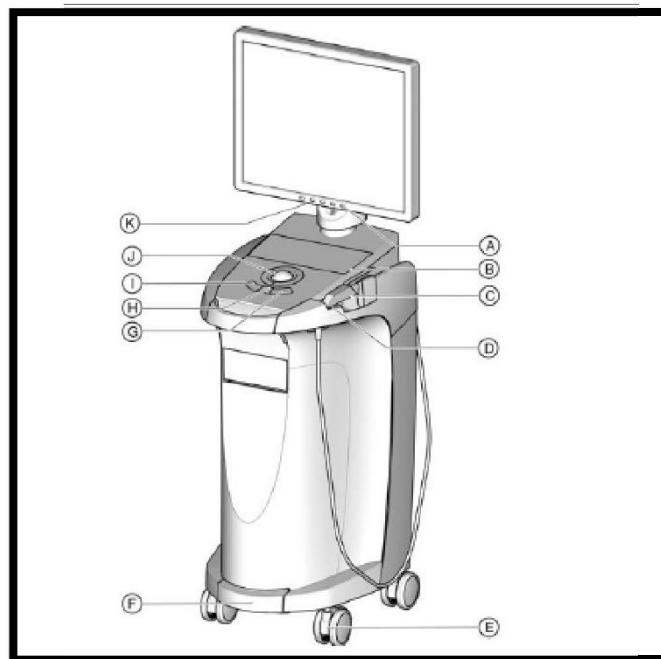
A sigla inglesa CAD/CAM expressa o desenho e a manufatura auxiliados pela computação. Esse advento acelerou diversos comportamentos e processos do cotidiano. Em especial, na odontologia, o escaneamento de moldes ou da arcada dentária, pode ser transformado em uma imagem digital, que possibilita mais agilidade e precisão na restauração bucal (BERNARDES; MATIAS; TOSSI; SARTORI, 2012). Segundo os autores, pode-se destacar os principais componentes ópticos usados na atualidade:

- *Confocal Laser Scanner Microscopy* - CLSM: usada para obter imagem de alta definição, com profundidade seletiva. Esse processo obtém uma

sequência de imagens, capturando todos os pontos e linhas em três planos. É a técnica para obtenção de imagem de alta definição e obtenção seletiva de profundidade.

- Triangulação Ótica: essa tecnologia usa o laser e cria um artefato tridimensional; sua maior aplicabilidade atua em scanners de materiais moles, já que não necessita de contato direto.
- *Optical Coherence Tomography* - OCT: um feixe de luz mede a profundidade dos tecidos e avalia aspectos morfológicos internos.
- *Accordion Fringe Interferometry* - AFI: técnica a partir de raio laser que auxilia na captura de imagens em tempo real e cria objetos em 3D.
- *Active Wavefront Sampling* - AWS: sistema mais econômico, pois, recorre ao uso de um único caminho e câmera para captura das imagens. Além disso, outros benefícios podem ser enunciados, como o tempo para o scanner, tamanho, preço, pode ser usado contraste, facilidade na obtenção de suporte especializado, dentre outros.

Figura 7 - CEREC – Representação gráfica do Escaner do Sistema Sirona. Nesta apresentação observamos o escâner intra-oral, cart de suporte do CPU do computador e monitor com Touch Screen. Sistema CAD/CAM para clínica dentária.



Fonte: Sirona (2016).

Foi realizado um estudo comparando o fluxo convencional ao fluxo digital na reabilitação de pacientes totalmente edêntulos e que seriam reabilitados com próteses de arcada total suportada por seis implantes e com carga imediata a sua instalação. Em ambos os fluxos de trabalho, os pacientes receberam uma prótese fixa provisória em um prazo de 24 horas.

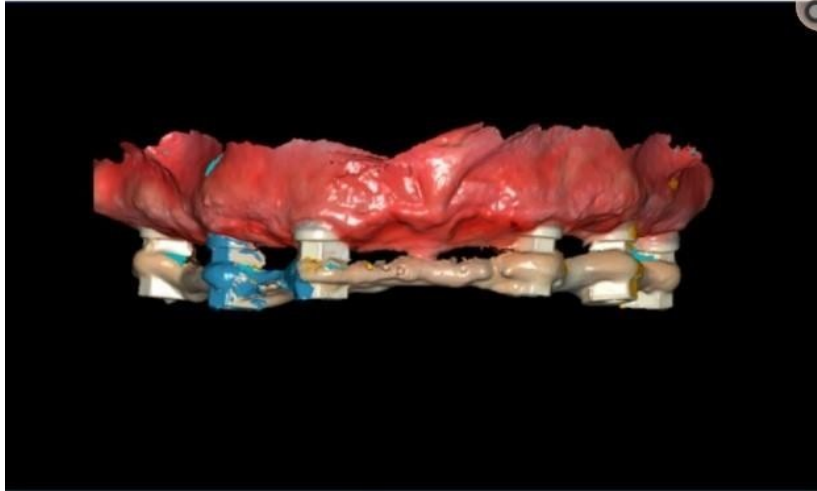
Após quatro meses os pacientes passaram para a fase de confecção das próteses definitivas. Um grupo foi reabilitado no fluxo convencional e outro grupo teste foi reabilitado do fluxo digital. O objetivo deste estudo foi o de avaliar a adaptação das próteses, a presença de espaços (porosidades e bolhas) no material acrílico que confeccionou as próteses provisórias bem como a saúde biológica destes implantes, comparando os dois fluxos. Foram testados 50 pacientes que foram divididos em dois grupos um de controle (fluxo convencional) e outro de teste (fluxo digital).

Os resultados obtidos revelaram que ambos os fluxos produziram próteses bem adaptadas, com boa qualidade e sobrevivência dos implantes sem diferenças significativas. Contudo, o tempo gasto para realizar a moldagem digital foi significativamente menor que o tempo gasto com a técnica convencional.

Por fim, concluíram que o escâner intraoral é uma alternativa confiável e de grande valia na prática clínica diária, contribuindo para a redução do tempo gasto com atendimento clínico e produzindo restaurações confiáveis e bem adaptadas. (CAPPARE P et al., 2019).

A seguir observa-se uma seqüência de figuras (FIGURAS 7 a 15) que ilustram o fluxo digital:

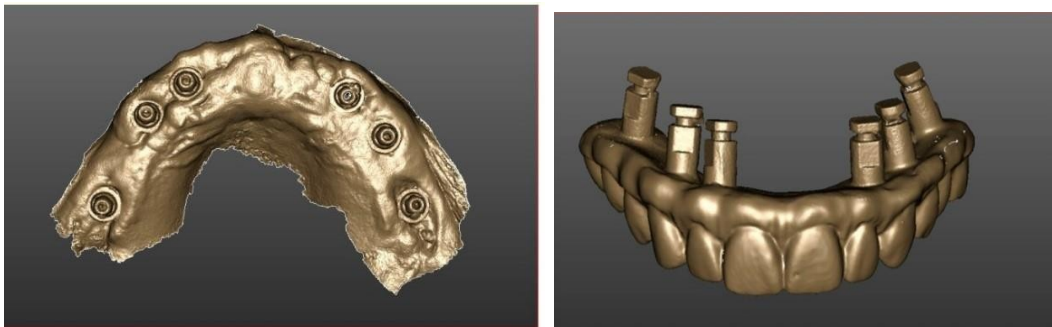
Figura 8 - Arquivo obtido a partir do escaneamento intraoral da maxila com seis implantes instalados e auxílio “corpos de escaneamento” scanbodies.



Fonte: Biomed Research International, 2018.

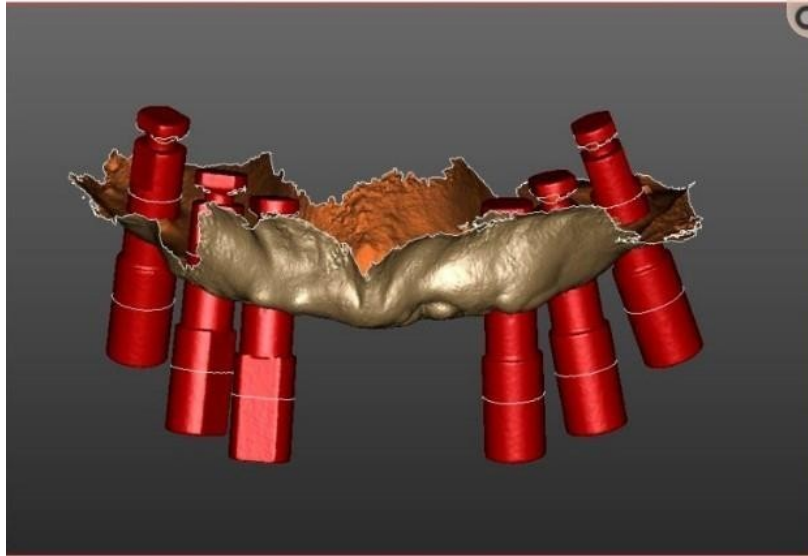
O modelo virtual da prótese temporária, anexado aos análogos do implante, é então adquirido extraoralmente através de um scanner de laboratório (Neway, Open Technologies, Rezzato, Itália) para verificar a precisão do escaneamento intraoral.

Figura 9a e 8b - virtuais obtidos a partir do escaneamento extraoral



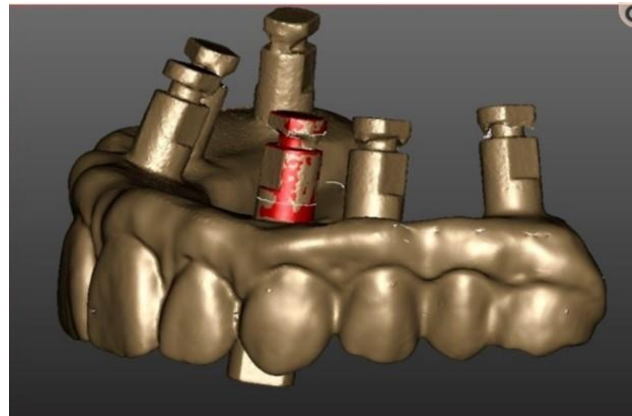
Fonte: Am J Orthod Dentofacial Orthop., 2013.

Figura 10 - Correspondência de tecidos moles, corpos de varredura e modelos virtuais de varredura de componentes relacionados



Fonte: Biomed Research International, 2018.

Figura 11 - Com a fusão dos arquivos gerados pelo escaneamento intra e extraoral é possível observar precisão de varredura de ambos.

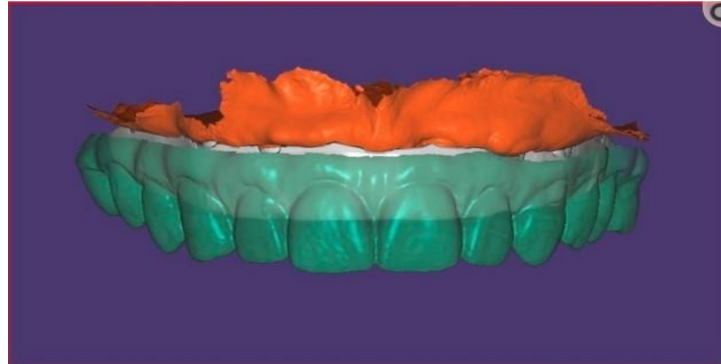


Fonte: Biomed Research International, 2018.

Caso ocorra uma discrepância entre a varredura intra e extraoral, a restauração seria realizada tendo como referência a varredura extraoral.

Uma vez que o modelo virtual é criado com o implante dentário em posição, a criação digital virtual de estruturas e restaurações pode ser projetada através do software CAD (software Exocad, Darmstadt, Alemanha) É o que podemos observar na figura a seguir:

Figura 12 - Modelo virtual da estrutura e da superestrutura.



Fonte: Biomed Research International, 2018.

Como as estruturas definitivas estão sendo fresadas em titânio, o modelo de protótipo rápido é enviado simultaneamente ao laboratório de prótese dentária para uso na confecção da restauração definitiva.

Figura 13 - Estrutura metálica fresada em titânio e supra-estrutura com modelo dental fresada em acrílico



Fonte: Biomed Research International, 2018.

A seguir observamos a prótese finalizada, a parte plástica e estética da prótese é cimentada na estrutura fresada em titânio com cimento de polimerização dupla (RelyX Unicem, 3M, St Paul, MN, EUA). Esta estrutura irá conferir maior rigidez e resistência a restauração.



Figura 14 - Prótese finalizada parte plástica cimentada a estrutura de Titânio.



Fonte: Biomed Research International, 2018.

Nas figuras que seguem pode se observar a prótese instalada em boca. A prótese é aparafusada e confere um excelente aspecto estético e funcional.

Figura 15 - Vista frontal e lateral da prótese já instalada em boca.



Fonte: Biomed Research International, 2018.

Ao fim de todo o processo é feita uma tomada radiografia para se certificar da adaptação da prótese ao implantes e verificar se não há a ocorrência de “gaps”.

Figura 16 - Radiografia panorâmica para verificação da adaptação e controle das estruturas periimplantares.



Fonte: Biomed Research International, 2018.

### 3.4. Sistemas de fresagem e impressão 3D

Inicialmente utilizada na engenharia e indústria, a manufatura digital migrou para a área da saúde, entre elas a odontológica. Em implantodontia permitiu uma evolução substancial na forma, planejamento e execução. A manufatura ou produção incluem duas possibilidades, a aditiva (impressão 3D) e a subtrativa (fresagem).

#### 3.4.1 Fresagem

Na odontologia, a técnica de subtração está presente na rotina diária, como, por exemplo, na redução da morfologia do dente afetado para se criar forma e contorno de um leito receptor de restaurações; ou na implantodontia, ao se fresar (preparar o leito receptor) a estrutura óssea para instalação de implante dentário. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

Com o avanço tecnológico, a fresagem assistida por computador viabilizou procedimentos mais rápidos e assertivos. Neste trabalho, focaremos no seu uso na implantodontia.

Por meio do Computer Numerical Control (CNC) controle numérico computacional em tradução livre, é possível sincronizar o trabalho do software e do hardware que são responsáveis por controlarem o funcionamento das fresadoras odontológicas e possibilitam a fresagem de peças com geometria 3D com precisão micrométrica. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

Com a capacidade de trabalhar com materiais diversos, tais como cerâmicas, resinas, ceras e metais, as peças produzidas pelas fresadoras odontológicas possuem a facilidade de serem utilizadas sem a necessidade de ajustes, acabamento e polimento após o processo de fresagem. Ressalta-se que alguns materiais cerâmicos necessitam de um processamento pós fresagem, para conferir maior caracterização estética, com o acréscimo de pigmentos e glaze. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021).

A gama de possibilidades de uso é diversa: fabricação de onlays, inlays, coroas, pontes, estruturas metálicas, dentre outros. As fresadoras possuem a

capacidade de trabalhar com diversos tipos de matérias e tamanhos variados de blocos base, tornando a seleção de cada bloco específica, levando-se em conta o tipo de restauração ou estrutura final a ser produzida. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021).

Definir um adequado fluxo de trabalho possibilita otimizar a utilização desta ferramenta. Isso porque, considerando a viabilidade técnica do equipamento, é possível programar as peças a serem fresadas de forma a aproveitar o máximo possível de elementos a serem fresados em um mesmo bloco, reduzindo o desperdício de material e o impacto financeiro e ambiental.

Existem variados tipos de fresadoras com 4,5, ou 6 eixos. Este dado técnico pode confundir o clínico, contudo, diz respeito a método de funcionamento das fresadoras. Esses equipamentos utilizam pontas diamantadas em rotação constante que podem se movimentar em três planos lineares: horizontal, vertical e lateral (X, Y e Z). Os demais eixos de movimentação (A, B e C) possibilitam movimentações rotacionais da peça relacionada a um dos planos, sendo correspondência direta de A para X, B para Y e C para Z. O número de eixos de trabalho está relacionado à precisão final da peça. Porém, existem equipamentos que trabalham com um ou dois eixos de rotação linear e três eixos de rotação das peças e alcançam precisão e qualidade de fresagem necessária. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

Existem hoje no mercado equipamentos mais robustos capazes de produzir um número maior de peças em um mesmo processamento e outros mais compactos, direcionados a um fluxo menos intenso de trabalho, como o de clínicas e consultórios (FIGURA 16). Ambos produzem peças com alta qualidade (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021).

Figura 17 - Fresadora Dentisply Sirona, produz restaurações unitárias em Dissilicato de lítio, acrílico e cerâmica



Fonte: Sirona, 2021. Disponível em: [www.dentisplysirona.com](http://www.dentisplysirona.com) Acesso em: 2 set. 2021

### 3.4.2. Impressão 3D

Modelo de produção digital por adição, a impressão 3D, tem sido cada vez mais utilizado nos últimos anos. Um arquivo digital apresenta a forma e o volume do objeto, que é processado em fatias por meio de um software. Este fatiamento digital do objeto tridimensional pode gerar filamentos de 5 a 20 camadas por milímetro. Quanto maior o número de camadas, maior a precisão e qualidade da peça ao fim do processo. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

Entre as técnicas de impressão 3D existentes, estão, a fusão de materiais (FDM), a sinterização seletiva a laser (SLS), a estereolitografia (SLA) e o processamento de luz direta (DLP). (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

#### 3.4.2.1. Fusão de materiais (FDM)

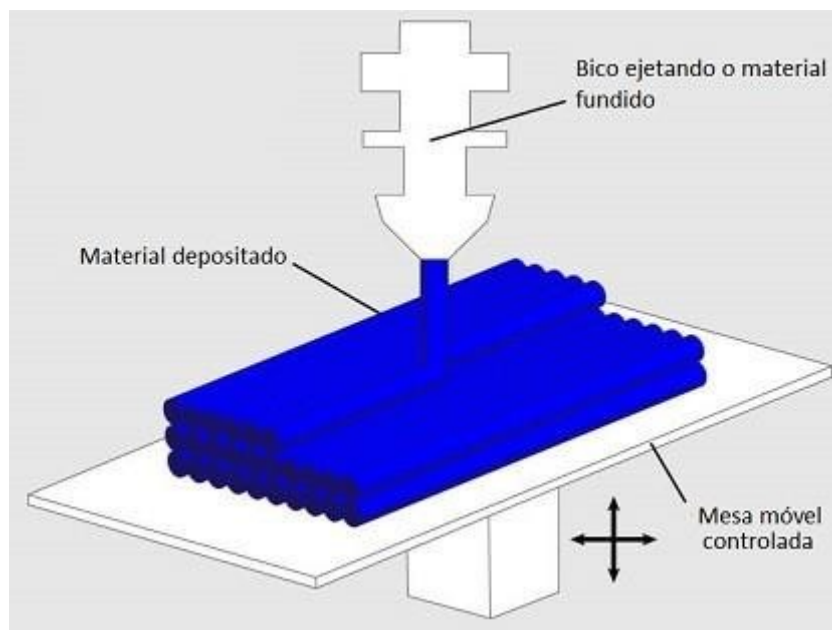
A técnica de impressão 3D de fusão de materiais ou fabricação de filamento fundido (FFF) utiliza materiais como ABS, PLA e alguns polímeros flexíveis. O processo se dá basicamente por um filamento que passa por um bico extrusor aquecido, este bico o filamento do material selecionado que, por sua vez, é depositado sobre uma mesa de impressão que pode ser aquecida ou não, a depender do equipamento, as partes se movem em eixos lineares (X,Y e Z)

simultaneamente ou individualmente. Uma vez depositados, os filamentos se fundem na forma preestabelecida. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

Quando comparadas a outras técnicas de impressão, esta é a de menor custo, o que lhe confere uma vantagem financeira considerável. Sua desvantagem, no entanto, é sua limitação na qualidade de acabamento e precisão na produção final das peças, já que pode produzir camadas que variam em 0,1 mm, e que também sofre variações de acordo com o bico extrusor e características do material utilizado. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

É uma técnica que pode ser utilizada na produção de moldeiras individuais, biomodelos, guias cirúrgicos e protótipos de guias para regeneração óssea (scaffolds).

Figura 18 - Desenho esquemático do funcionamento de uma impressora FDM, seu processo de impressão.



Fonte: Tudo Sobre Plásticos. Disponível em: <https://www.tudosobreplasticos.com> Acesso em: 12 set. 2020.

#### 3.4.2.2. Estereolitografia (SLA)

Esta técnica utiliza a polimerização de polímeros fotossensíveis, que são polimerizados camada a camada por uma luz ultravioleta (UV). A cuba onde fica armazenada a resina líquida é varrida por um feixe de luz que polimeriza uma fina

camada da resina com o contorno preestabelecido pelo software. Esta base vai se movimentando e camada a camada da resina vai sendo fotopolimerizada. A medida que a base se afasta da fonte do feixe de luz novas camadas vão sendo acrescentadas até a completa formação do objeto. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

Existem duas possibilidades de construção do objeto: *-righth-side* (a peça é construída dentro da resina, totalmente imersa) e a *upside-down* (onde o feixe de luz é emitido na base da impressora e a plataforma de construção é erguida).

A técnica *upside-down* utiliza menor quantidade de resina, o que diminui o custo final, facilita sua manutenção e possibilita a construção de equipamentos mais compactos, com redução de custos e melhor viabilidade de acesso..

As vantagens deste modelo de impressão são sua precisão. — com camadas de até 0,025 mm — e a possibilidade de produzir peças maciças, o que aumenta sua resistência e durabilidade no meio intraoral. Além disso, é possível produzir peças em diferentes materiais para o meio intra e extraoral. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

Sua desvantagem é o custo elevado do equipamento e das resinas quando comparada à técnica (FDM), além da necessidade de pós-processamento. Depois de impressas, as peças precisam passar por um processo de limpeza da camada superficial da resina não polimerizada e ser levada a uma câmara de luz para polimerização final da resina, sendo necessário fazer a remoção dos suportes, quando presentes. Esse pós-processamento garante maior resistência, biocompatibilidade e durabilidade das peças. Na implantodontia, pode ser utilizada na produção de biomodelos, guia cirúrgicos, próteses provisórias, moldeiras individuais e protótipos de guias para regeneração óssea (scaffolds). (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

Pesquisas são realizadas para o desenvolvimento de materiais que permitirão a impressão de materiais cerâmicos, como implantes e substitutos ósseos (figura 18).

Figura 19 - Impressora SLA, polimeriza finas camadas de resina líquida subseqüentes, capaz de produzir varias peças aomesmo tempo com grande precisão.



Fonte: Form Labs, 2021. Disponível em <https://formlabs.com/>. Acesso em: 13 set 2020

#### 3.4.2.3. Processamento de luz direta (DLP)

Esta técnica é semelhante à SLA com uma diferença: - projeção da luz ocorre de maneira uniforme em toda camada de impressão, o que a faz mais rápida que a SLA e permite produzir mais de uma peça ao mesmo tempo, desde que essas peças estejam acomodadas na capacidade da mesa de impressão (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021).

Assim, a DLP é tão precisa quanto a SLA e muito mais precisa que a FFF. Possui, ainda, a vantagem de ser mais produtiva em menor tempo que a SLA. Suas desvantagens estão diretamente relacionadas à qualidade do projetor de luz, interferindo diretamente na qualidade final das peças. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021).

#### 3.4.2.4. Sinterização Seletiva de Laser (SLS)

Esta técnica aditiva possui o mesmo princípio das demais, porém, utiliza uma matéria-prima em pó no lugar da resina líquida. Um potente feixe de laser promove a

fusão das partículas sólidas nos locais de sua incidência. As partículas são totalmente fundidas, o que resulta em peças de maior resistência, já que não há porosidade em seu interior. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

Além da resina, a técnica de laser de alta potência permite a utilização de outros materiais para impressão, como metais.

Sua desvantagem em relação às técnicas SLA e DLP é que produz peças ligeiramente mais irregulares em sua superfície e os equipamentos são mais robustos e onerosos. Na implantodontia, pode produzir estruturas metálicas para próteses parciais e protocolos totais. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

### 3.5. Fluxo de trabalho digital para próteses sobre implante

Existe uma variável que influencia diretamente no resultado final de uma reabilitação protética, seja ela sobre dentes ou sobre implantes, unitários ou múltiplos. Historicamente, o fluxo de trabalho analógico ou convencional se utiliza dos mais diversos materiais de moldagem e variadas marcas e tipos de gesso para se copiar e realidade intraoral e produzir modelos de trabalho. Estes modelos nem sempre são fieis, uma vez que, além de depender dos diversos materiais empregados em sua produção, depende também da capacidade técnica do cirurgiãodentista e do técnico de laboratório.

Com o fluxo digital, estes materiais e etapas são substituídos por um escâner intraoral e o planejamento digital permite antever uma restauração antes de sua confecção. Este fluxo se divide em etapas, as quais descreveremos a seguir.

O quadro abaixo foi extraído da revisão realizada por Bernardes et al (2012, p.12) apresentando uma síntese das etapas envolvidas no sistema CAD/CAM aplicado à implantodontia.



Figura 20 - Tecnologia/tipos de CAD/CAM

Tecnologias envolvidas	Escaneamento ou digitalização de imagens (CAD)	Softwares ou programas de computação (CAD)	Fabricação (CAM)	Material odontológico restaurador	Tipos de próteses/produto final
Tipos	Intraoral (ambiente clínico)	Aberto	Usinagem Industrial	Metais (titânio, CoCr)	Unitárias (metalocerâmicas ou cerâmicas puras)
	Extraoral (ambiente laboratorial ou industrial)	Fechado	Usinagem Laboratorial	Cerâmicos (Dissilicato de Lítio, Zircônia/Y-ZTP, Feldspáticas reforçadas)	Parciais (metalocerâmicas, cerâmicas puras, metaloplásticas ou ambas)
			Tecnologias diferentes da usinagem (podem ser industrial ou laboratorial)	Acrílicos e ceras	Totais (metalocerâmicas, cerâmicas puras, metaloplásticas ou ambas)

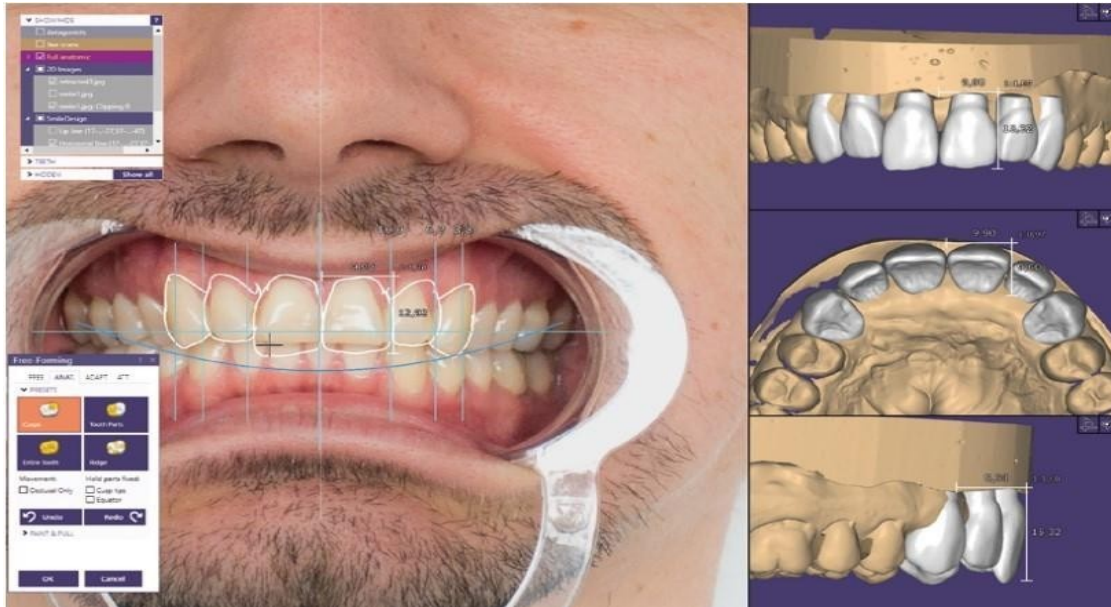
Fonte: Bernardes et al (2012).

### 3.5.1 Enceramento Diagnóstico digital

A forma de enceramento digital confere resultados estéticos e de adaptação muito satisfatórios e em menor tempo de execução, quando comparado à técnica manual convencional. Baseado em um arquivo gerado pelo escaneamento intra-oral e auxiliado por softwares, o planejamento virtual é uma biblioteca composta por uma enorme variedade de modelos dentais e de desenhos estruturais. É escolhido um modelo que melhor se adapte a cada caso específico e este, então, é livremente modificado, até que corresponda à expectativa. Esse processo garante um alto índice de individualização. (JODA T, BRAGGER URS et al., 2015)

O enceramento digital é utilizado para se obter uma simulação prévia do trabalho final a ser executado, e se divide em cinco etapas: descrição do caso clínico; planejamento reverso; preparo das facetas; resultado das simulações; confecção. (JODA T, BRAGGER URS et al., 2015)

Figura 21 - Planejamento e enceramento digital. Imagem fotografa facial, linhas de tacado de proporcionalidade e projeção de restaurações.



Fonte: Exocad, 2020. Disponível em: <https://exocad.com> Acesso em: 12 set. 2020.

A descrição do caso clínico ocorre por meio de uma consulta prévia, onde se obtém a expectativa do paciente acerca de seu atendimento. São realizadas fotografias, exame clínico, radiografias e tomografias, (quando necessário) e o escaneamento intraoral (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021).

Em um segundo momento essas informações são utilizadas na realização de ensaios em um ambiente digital, onde são definidos modelo, forma e tamanho dos elementos dentais a serem utilizados. Pretende-se que esses elementos estejam em harmonia com a face, a gengiva, o perfil esquelético e oclusal do paciente (MANICONE PF et al., 2007).

Em seguida, segue-se para o terceiro passo, o preparo das facetas. A partir de parâmetros estabelecidos após a junção e sobreposição dos modelos são propostos ajustes, inserções e desgastes no preparo digital dos dentes. Todas essas ações são orientadas pelo software, que possui ferramentas de medidas diversas para conferir desgastes homogêneos e lineares adequados para cada caso, Prevendo movimentos mandibulares e de desocclusão, além de movimentações adequadas à posição oclusal individual. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021).

A quarta etapa confere uma simulação da proposta de intervenção. Nela está contido o projeto (esboço) com todas as modificações realizadas a partir da imagem inicial (fotografia inicial e escaneamento).

Essa etapa permite, ainda, a confecção de um *mock-up* que poderá ser impresso ou fresado. O *mock-up*, pode ser sobreposto em boca e permite ao cirurgião dentista fazer os ajustes necessários de forma mais realística, permitindo também ao paciente uma visão extremamente aproximada da proposta de resultado final. Nesta etapa, o paciente decide sobre a execução do tratamento e opina sobre seu resultado estético final (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021).

A quinta e última etapa, após a verificação do cirurgião dentista e aprovação do paciente, consiste em definir o material a ser utilizado para produção das próteses e sua confecção final.

É importante ressaltar que o fluxo digital não exige do profissional de um amplo conhecimento clínico e científico das possibilidades biológicas e estéticas de cada caso. É esse conhecimento que o permitirá estabelecer e balizar cada etapa de todo o processo. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

### 3.5.2. Uso de Corpos de Escaneamento (Scanbodies)

O *Scanbody*, ou corpo de escaneamento, funciona como o transferente de implantes nas moldagens convencionais. Eles transferem para o modelo digital, por meio do escaneamento, a posição do implante em relação aos dentes adjacentes, estruturas moles e posição óssea nos maxilares. (SAILER L et al., 2007)

Esse dispositivo é específico para cada tipo de implante e também varia em acordo com seu fabricante. Possui em sua superfície informações importantes que lhe permitem serem escaneados com grande precisão, estas marcações ou mesmo superfícies planas em seu corpo permite uma perfeita leitura pelo scanner, sua adaptação ao implante ou ao análogo deve ser precisa para que não haja nenhum tipo de alteração da posição do implante em relação a posição do corpo de escaneamento relacionado às estruturas adjacentes. (MANICONE PF et al., 2007)

### 3.5.3. Restaurações Provisórias em Processo Digital

Uma grande vantagem das restaurações provisórias no processo digital é a facilidade do planejamento reverso. Com a confecção da restauração provisória previamente à realização da cirurgia de instalação do implante, todo o processo de reabilitação se torna mais previsível, confere maior comodidade psicológica e diminui o tempo de cicatrização pós-operatória, uma vez que a osseointegração do implante ocorre junto à cicatrização do tecido mole guiado pelo contorno do provisório. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

São duas as possibilidades de confecção das restaurações provisória no sistema CAD/CAM: \_Pela técnica aditiva ou pela técnica subtrativa.

#### 3.5.4. Pilares Customizados pelo Processo Digital

A personalização dos Pilares protéticos confere forma e contornos adequados à interação da prótese com os tecidos gengivais peri implantares, sendo um ótimo artifício, utilizado com o intuito de garantir uma melhor relação biológica e funcional da reabilitação com tecidos moles. Existem algumas possibilidades de pilares customizados nos fluxo digital, são eles:

**Pilares Híbridos:** Associa *links* metálicos, estruturas metálicas pré-fabricadas no mesmo material dos implantes e com encaixe perfeito, a estrutura fresadas e com desenho e composição mais adequados ao tecido gengival. Após serem confeccionados, os pilares customizados são cimentados nos *links*. O fluxo digital para unitários com pilares híbridos podem gerar uma economia de até 30% quando comparado ao fluxo analógico. Essa redução se deve a ao menor tempo de trabalho em decorrência de não ser preciso confeccionar modelos e análogos, além da queda nos custos com a redução do uso de mão-de-obra. Os materiais de eleição para produção dos pilares híbridos personalizados são a zircônia e o dissilicato de lítio. Ambos permitem a estratificação de cerâmica sobre sua estrutura, o que possibilita uma melhora estética considerável. (SAILER L et al., 2007)

**Pilares monolíticos:** esta modalidade dispensa soldas e emendas e as peças, são fabricadas em metal, sempre o titânio. Por ser um corpo único, são mais resistentes. Anteriormente só poderiam ser produzidos em fábricas que produziam os implantes. Com a evolução tecnológica, tornou-se possível produzir tornos menos

robustos, que permitem que esses pilares sejam produzidos em laboratórios de prótese. (SAILER L et al., 2007)

### 3.6. Limitações e Cuidados da Implantodontia Digital

#### 3.6.1. Principais Limitações Relativas ao Escaneamento intraoral

As maiores dificuldades encontradas na literatura tratam do escaneamento de margens de preparos em dentes naturais, quando essas margens estão muito ubgengiais e/ou quando há sangramento presente. Ao se tratar do escaneamento intraoal na implantodontia, o uso de pilares de escaneamento eliminam esta dificuldade. (LAWSON NC, BURGESS JO et al., 2015)

#### 3.6.2. Curva de Aprendizado

Existe uma curva natural de aprendizado quando se pretende migrar datécnica de moldagem convencional para o escaneamento. Para profissionais com maior afinidade com novas tecnologias essa transição se torna menos tortuosa e relativamente simples. Já para profissionais mais experientes e com menor contato com novas tecnologias o processo pode ser um pouco mais difícil. Ainda não é muito clara e específica uma metodologia para cada tipo de escâner. Existe a necessidade de que os fabricantes evoluam no fornecimento de informações e treinamento quanto as estratégias de escaneamento. (AHLHOLM P et al., 2016)

As maiores dificuldades encontradas no escaneamento intraoral se dão nos seguintes situações: próteses totais removíveis; próteses parciais fixas extensas suportadas por implantes e /ou protocolos; presença de próteses parciais fixas(sobre dentes, acima de 6 dentes). (CHOCHLIDAKIS KM et al., 2016)

#### 3.6.3. Custos de Compra e Manutenção

Mesmo existindo variadas marcas e modelos de equipamento, esta é uma tecnologia relativamente cara. Além dos custos do equipamento, alguns cobram

taxas anuais para licenças e atualizações e têm elevado custo de manutenção. (CORTEZ, ARTHUR RODRIGUES et al., 2021)

#### 4 DISCUSSÃO

Historicamente, a restauração ou reposição dental seguiu um caminho similar à medicina tradicional. Foram encontrados implantes artificiais datados do século XVI e XVII a partir de materiais como marfim, madeira, concha, latão, ouro. O advento da fundição por cera revolucionou o campo da odontologia restaurativa, possibilitando peças esteticamente semelhantes ao dente e com a resistência necessária (BERNARDES; MATIAS; TOSSI; SARTORI, 2012).

A sigla inglesa CAD/CAM expressa o desenho e a manufatura auxiliados pela computação. Como já mencionado, toda a vida humana foi revolucionada a partir do uso de sistemas de informação e da rede de computadores. Esse advento acelerou diversos comportamentos e processos do cotidiano das pessoas. Em especial, na odontologia protética, o escaneamento de moldes ou da arcada dentária, pode ser transformado em uma imagem digital que possibilita mais agilidade e mais precisão na restauração bucal (BERNARDES; MATIAS; TOSSI; SARTORI, 2012).

A fase CAM, que é a última etapa, materializa a imagem virtual obtida. A usinagem de blocos pré-fabricados e altamente refrigerados dura menos de uma hora. A usinagem, de modo geral, tem três classificações: clínica, laboratorial e industrial. Atualmente, a própria clínica realiza os três momentos da produção, não sendo mais preciso o envio para laboratórios (HILGERT et al., 2009)

Laniset et al (2018) descreveram a fase de planejamento e o procedimento clínico em que um modelo mestre impresso em CAD CAM 3D, foi usado para criar uma prótese provisória pré-fabricada de titânio reforçado e fixa para carregamento imediato de arco completo após a colocação de implante guiada por computador. Para isso, o procedimento clínico foi realizado com base no planejamento digital por meio de um software de planejamento cirúrgico avançado e seguindo as diretrizes do protocolo de carregamento imediato de arco completo. Essa técnica, revelou-se interessante e inovadora para otimizar o tratamento com implantes com base em tecnologias digitais e impressão 3D. Além disso, a técnica apresentada pode

contribuir para diminuir os custos e tempos de tratamento, especialmente para procedimentos de carga imediata em pacientes totalmente edêntulos, pois, permite a confecção de uma estrutura protética antes da colocação do implante com base em um processo de impressão 3D.

Igualmente, Oh et al (2019) estudaram uma abordagem de planejamento reverso com o intuito de fornecer uma restauração provisória imediata do tipo fixa após a colocação de um único implante usando um guia cirúrgico confeccionado digitalmente e um dispositivo de posicionamento de matriz. Uma característica da técnica é que tanto o guia cirúrgico quanto o dispositivo de posicionamento de matriz são fabricados a partir de uma única restauração experimental de diagnóstico virtual projetada em um software de desenho auxiliado por computador (CAD). Esse fluxo de trabalho pode encurtar o tempo necessário para a instalação de uma restauração provisória e melhorar a estética ao reabilitar os dentes anteriores.

Segundo Oh et al, (2019), a conversão de uma dentadura em uma prótese fixa provisória apoiada por implante tornou-se um método muito utilizado para a restauração provisória imediata em pacientes com edentulismo completo, considerando as dificuldades técnicas e elevado tempo clínico necessário para transformação da prótese. O estudo apresentou uma técnica digital para projetar e fabricar uma prótese fixa provisória suportada por implante para pacientes sem dentes. A prótese provisória tem orifícios de acesso do cilindro que são pré-fabricados digitalmente e uma parte do flange da dentadura projetada para ser facilmente seccionada. Essa técnica facilita a restauração imediata mais direta e eficiente para esse grupo de pacientes após a instalação dos implantes.

O estudo de Gómez Polo et al (2017) que investigou o processo de moldagem estereofotogramétrica em polioximetileno para próteses dentárias fixas parciais imediatas fresadas trouxe outras contribuições para esta investigação. A pós-extração imediata e a colocação no mesmo dia de próteses provisórias aumentaram a aceitação das próteses sobre implantes por parte dos pacientes. No entanto, para próteses imediatas suportadas por múltiplos implantes, atender aos padrões estéticos e de ajuste passivo costuma ser um desafio. A pesquisa considerou o protocolo clínico no qual a fotogrametria do implante foi combinada com modelos digitalizados obtidos convencionalmente para preparar uma prótese provisória fresada de um disco de polioximetileno, usando design auxiliado por computador e

técnicas de fabricação auxiliadas por computador. Neste sentido, dois principais achados foram considerados, a saber: o escaneamento estereofotogramétrico parece ser um método confiável para fazer impressões de próteses parciais imediata suportadas por implantes e, segundo, o disco de polioximetileno mostrou-se adequado para confeccionar próteses provisórias imediatas.

Em um relato de caso clínico apresentado por Coachmanet et al (2017) foi descrita uma abordagem para o planejamento de cirurgia guiada por CAD/CAM e próteses dentárias fixas provisórias de arco completo. Uma única consulta clínica foi necessária para coleta dos dados, que incluiu a documentação dento facial com fotografias e vídeos. Nessas imagens, linhas de referência faciais foram desenhadas para criar uma moldura de sorriso. Esse sorriso digital e a análise cefalométrica sagital foram combinados com moldes digitalizados tridimensionalmente e um feixe cônico, arquivo de tomografia computadorizada em software de planejamento virtual, orientando o enceramento virtual e o posicionamento do implante. O estudo concluiu que a cirurgia de implante guiada por computador e próteses dentárias provisórias CAD-CAM permitem a reabilitação estética e funcional de forma previsível e integrada com a anatomia do paciente (COACHMAN et al, 2017).

Finalmente, a pesquisa de Stapletonet et al (2013) verificou a aplicação de diagnóstico digital, impressão, planejamento virtual e cirurgia de implante guiada usando sistema CAD/CAM como suporte para prótese dentária fixa. Para esse estudo, a aquisição de dados de diagnóstico se deu por meio do uso de scanner intraoral e tomografia computadorizada de feixe cônico, sendo realizada com o uso de um guia cirúrgico e radiográfico simulando uma posição protética ideal para instalação do implante. Uma guia cirúrgica fabricada com design auxiliado por computador e fabricação (CAD/CAM) foi usada para realizar cirurgia de implante guiada digitalmente. Os dados digitais definitivos foram então usados para projetar a prótese dentária fixa definitiva fabricada em CAD/CAM. As vantagens do fluxo de trabalho apresentados foram tempo e custo do tratamento reduzidos.



## 5 CONCLUSÃO

O Fluxo Digital na odontologia aplicado a implantodontia se mostrou extremamente eficaz e resoluto no processo de diagnóstico, tratamento e reabilitação de pacientes na prática odontológica.

O planejamento digital se mostrou muito eficaz e assertivo. Sua precisão e previsibilidade possibilitam um melhor prognóstico e resultados mais previsíveis e satisfatórios.

O escaneamento intraoral se mostrou muito eficiente, trazendo maior conforto ao paciente e agilidade ao profissional. Quando comparado à moldagem convencional, apresenta geralmente uma precisão superior.

O processo de fresagem produz restaurações mais resistentes e esteticamente mais agradáveis que a impressão 3D. Contudo, as impressões 3D reduzem o custo e tempo de produção de guias cirúrgicos e modelos prototipados.

Existem várias possibilidades de digitalização de imagens e modelos tridimensionais, que são utilizadas de maneira individual ou conjunta. Possibilitando diferentes caminhos e produzindo resultados específicos a partir das características de cada modelo de aquisição dos arquivos.

O fluxo digital reduz o tempo de atendimento clínico, de confecção de restaurações e próteses dentárias e também seu custo, trazendo resultados mais satisfatórios e previsíveis.

Os sistemas CAD/CAM apresentam vantagens significativas, no entanto, trazem como aspecto limitante o alto custo de aquisição e manutenção dessas tecnologias para o clínico.

## REFERÊNCIAS

- AHLHOLM, P.; SIPILA, K.; VALLITTU, P.; JAKONEM, M.; KOTIRANTA, U. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. **J Prosthodont** 2016.
- AOK, E.M.; CORTES, A.R.; ARITA, E.S. The use of a computed tomographic application for mobile devices on the diagnosis of oral and maxillofacial surgery. **J. Craniofac Surg.** v. 26, n. 1, p 18-21, 2015.
- AZAR, B. et al. The marginal fit of lithium disilicate crowns: Press vs.CAD/CAM. **Braz. oral res.** São Paulo, v. 32, n. 001, 2018. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S180683242018000100200&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180683242018000100200&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 13 set. 2020.
- BERNARDES, S.R.; DE MATIAS, T.S.I.; THOMÉ, G. Tecnologia CAD/CAM aplicada a prótese dentária e sobre implantes. **Jornal LAPEO**, v. 6, n. 1, p. 8-13, 2012.
- CAPPARE, P.; SANNINO, G.; MINOLI, M.; MONTEMEZZI, P.; FERRINI, F. Int J Environ Res Public Health. **Free PMC article.** Clinical Trial. v. 16, n. 5, p. 829, 2019.
- CAVALCANTI, M.G.; RUPRECHT, A.; VANNIER, M.W. 3D volume rendering using multislice CT for dental implants. **Dentomaxillofacial Radiol.** v. 31, p. 218-223, 2002.
- CHOCHLIDAKS, K.M.; PAPASPYRIDAKOS, P.; GEMINIANI, A.; CHEN, C.J.; FENG, I.J.; ERCOLI, C. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. **J Prosthet Dent.** v. 116, n. 2, p. 184-190, 2016.
- COACHMAN, C.; CALAMITA, M.A.; COACHMAN, F.G.; COACHMAN, R.G. SESMA SESMA N. 2017. CORREIA, A.R.M. et al. CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 35, n. 2, p. 183-189, 2013
- CORTES, A.R.G; BAPTISTA, O.H.P; COSTA, A.J.M; LA FORCADA, S.M.D. Implantodontia Digital – Da Reconstrução à Reabilitação. Edição 1, São Paulo, **Santos Publicações**, 2021.
- DE SOUZA MINAYO, M.C. (org.). **Pesquisa Social.** Teoria, método e criatividade. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.
- GIL, A. **Como elaborar projeto de pesquisa.** 4ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GÓMEZ-POLO, M.; GÓMEZ-POLO, C.; DEL RIO, J.; ORTEGA, R. Stereophotogrammetric impression making for polyoxymethylene, milled immediate partial fixed dental prostheses. **J Prosthet Dent,** v. 119, n. 4, p. 506-510, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022391317303542?via%3Dihub> Acesso em: 12 set. 2020.

HILGERT, L. A.; SCHWEIGER, J.; BEUER, F.; ANDRADA, M. A. C. de A.; ARAÚJO, E.; EDELHOFF, D. Odontologia restauradora com sistemas CAD/CAM: o estado atual da arte Parte 1: Princípios de utilização. **Rev. Clínica**, Florianópolis, n.19, 2009.

JODA, T.; BRAGGER, U.R.S. Time-Efficiency Analysis Comparing Digital and Conventional Workflows for Implant Cows: A Prospective Clinical Crossover Trial. **International journal of Oral & Maxillofacial Implants**. v. 30, n. 5, 2015.

KALPANA, D.; RAO, S.J.; JOSEPH, J.K.; KURAPATI, S.K.R. Digital dental photography. **Indian J Dent Res**. v. 29, p. 507-512, 2018.

KAVASHIMA, L.H. et al . Análise da microdureza Vickers de zircônia Y- TZP pré-sinterizada para a usinagem e posterior aplicação como copings. **Matéria (Rio J.)**, Rio de Janeiro , v. 22, n. 2, e11817, 2017 .  
Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-70762017000200425&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762017000200425&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 13 set. 2020.

KERNEN, F.; KRAMER, J.; WANNER, L.; WISMEIJER, D.; NELSON, K.; FLUGGE T. **BMC Oral Health**. v. 20, n. 1, p. 251, 2020.

KIM, J.; PARK, J-M.; KIM, M.; HEO, S-J.; SHIN, I.H. Comparison of experience curves between two 3-dimensional intraoral scanners. **J Prosthetic Dentistry**. v. 116, n. 2, p. 221-230, 2016.

LABORABINA, M.; MIRINO, L. Medical image file formats. **J Digit Imaging**. v. 27, p 200-6, 2015.

LANIS, A.; ALVAREZ DEL CANTO, O.; BARRIGA, P.; POLIDO, W.D.; MORTON D. Computer-guided implant surgery and full-arch immediate loading with prefabricated-metal framework-provisional prosthesis created from a 3D printed model. **J Esthet Restor Dent**. v. 31, n. 3, p. 199-208, 2019.

LAWSON, N.C.; BURGESS, J.O. Clinicians reaping benefits of new concepts in impressioning. **Compend Contin Educ Dent**. v. 36, n. 2, p. 152-153, 2015.

MANICONE, P.F.; IOMETTI, P.R.; RAFFAELI, L. Na overview of zircônia ceramics: basic properties and clinical applications. **Journal of Dentistry**. v. 35, n. 11, p. 819-826, 2007.

MARRO, A.; BANDUKWALA, T.; MARK, W. Three-Dimensional Printing and Medical Imaging: A Review of the Methods and Applications. **Curr Probl Diagn Radiol**. v. 45, p 2-9, 2016.

OH, K.C.; JEON, C.; PARK, J.M.; SHIM, J.S. Digital workflow to provide an interim restoration after single-implant placement by using a surgical guide and a matrix-positioning device. **J Prosthet Dent**. v. 121, n.1, p.17-21, 2019.

OH, J.H.; AN, X.; JEONG, S.M.; CHOI, B.H. A digital technique for fabricating implant-supported fixed prosthesis immediately after implant placement in patients with complete edentulism. **J Prosthet Dent**. v. 121, n. 1, p. 26-31, 2019.

RIBEIRO, D. **O processo civilizatório**. São Paulo, Cia. das Letras, 1987.

SAEIDI POUR, R.; ZUHR, O.; HÜRZELER, M.; PRANDTNER, O.; RAFAEL, C.F.; EDELHOFF, D.; LIEBERMANN, A. Clinical Benefits of the Immediate Implant Socket Shield Technique. **J EsthetRestor Dent**. v. 29, n. 2, p. 93-101, 2017.

SAILER, I.; ZEMBIC, A.; JUNG, R.E.; HAMMERLE, C.H.; MATTIOLA, A. Single-tooth implant reconstructuons: esthetic factors influencing the decision between titanium and zircônia abutmants in anterior regions. **Eur J Esthet Dent**. v. 2, n. 3, p. 296-310, 2007.

SAMPAIO, R.F.; MANCINI, M.C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntesecriteriosa da evidência científica. **Rev. bras. fisioter.**, São Carlos , v. 11, n. 1, p. 83- 89, 2007. Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-35552007000100013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-35552007000100013&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 12 set. 2020.

SCARFE, W.C.; FARMAN, A.G.; SUKOVIC, P. Clinical applications of cone beam computed tomographic in dental pratice. **J Can Assoc**. v. 72, p. 75-80, 2006.

STAPLETON, B.M.; LIN, W.S.; NTOUNIS, A.; HARRIS, B.T.; MORTON, D. Application of digital diagnostic impression, virtual planning, and computer-guided implant surgery for a CAD/CAM-fabricated, implant-supported fixed dental prosthesis: a clinical report. **J Prosthet Dent**. V. 112, n. 3, p 402-408, 2014.

SPIN-NETO, R.; MARCANTONIO, E. Jr.; GOTFREDESEN, E.W.A. Exploring CBCT-Based DICOM files. A Systematic review on the propertis of images used to evaluate maxillofacial boné grafts. **J Digit Imaging**. v. 24, p 959-66, 2011.

VALE, F. et al . 3D virtual planning in orthognathic surgery and CAD/CAM surgical splints generation in one patient with craniofacial microsomia: a case report. **Dental Press J. Orthod.**, Maringá, v. 21, n. 1, p. 89-100, fev. 2016 . Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2176-94512016000100089&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-94512016000100089&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 13 set. 2020.