

---

## PRINCIPAIS SOFTWARE USADOS EM CAD CAM E SUAS POTENCIALIDADES

VIEIRA, José Vitor Furtado  
OLIVEIRA, Daniel Paiter

### RESUMO

Através do sistema CAD CAM é possível apresentar margens de erros por conter variáveis a serem controladas em relação aos materiais e sua manipulação. Este artigo aborda um levantamento de informações a respeito do desenvolvimento do sistema CAD-CAM, como também os programas, diretrizes e principais *softwares* usados. Este estudo caracterizou-se por ser uma pesquisa científica e bibliográfica nas plataformas indexadas nas bases de dados Google Acadêmico, Lilacs e Scielo, incluindo artigos originais e de revisão. Utilizou-se os seguintes descritores: Sistema CAD-CAM, CAD-CAM tecnologia, CAD-CAM *softwares*. A tecnologia CAD-CAM surgiu para facilitar o planejamento, o designer e a produção de vários projetos. Sendo desenvolvida por várias empresas, está disponível em diferentes sistemas com a aplicação de diversos *softwares*, no entanto, seu funcionamento se baseia em digitalização, designer e usinagem, no qual a imagem surge através de um scanner, manipulando-a através de um software de escolha e por fim convertendo a mesma em um objeto real. Neste artigo foi possível observar a importância de cada *Software* se tratando do sistema CAD/CAM, visando que todos procuram o mesmo objetivo, satisfação no scanner de determinado componente, porém é de escolha do profissional de acordo com a necessidade, pois cada um tem uma precisão ou um jeito de manusear.

**Palavras-chave:** Sistema CAD-CAM; *Softwares*; Tecnologia; Projeto.

### 1 INTRODUÇÃO

O sistema CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) é um instrumento da informática e da engenharia criado para atender às necessidades da odontologia, tendo sido bastante difundido durante a última década (HILGERT, et al.,2005)

O termo CAD/CAM vem do inglês Computer Aided Design e Computer Aided Manufacturing, que em português significa, respectivamente, desenho ou projeto assistido por computador e fabricação assistida por computador. Na arquitetura, sistemas CAD/CAM são utilizados para criar projetos 3D (em três dimensões) de objetos variados, com alta precisão de detalhes e fidelidade nas dimensões, que podem ser transformados em objetos sólidos (CALAZANS; BARATIERI, 2005). Na

Graduando José Vitor Furtado Vieira do Curso de Engenharia mecânica do Centro Universitário UNISOCIESC, josevieira.1817@aluno.unisociesc.com.br; Professor orientador: Daniel Paiter de Oliveira do Centro Universitário UNISOCIESC, daniel.oliveira@sociesc.com.br.

Joinville – SC, 10 de Junho de 2022

engenharia mecânica, ele é utilizado para a manufatura de peças, possibilitando se engenheiros efetuarem alterações e corrijam erros antes da fabricação das mesmas.

O primeiro sistema CAD/CAM usado na odontologia foi o Cerec, posteriormente, no ramo da prótese dentária, novos sistemas foram sendo desenvolvidos e aprimorados, como os sistemas Procera, Lava, e-Max, Zircozhan e All Ceram (FREITAS, 2008). Esta tecnologia tem sido utilizada na Odontologia principalmente na produção de restaurações de prótese fixa como coroas, pontes e facetas (LIU, 2005).

Segundo Hilgert (2010) a utilização do sistema CAD/CAM nos dias atuais, pode ser considerada uma poderosa ferramenta no âmbito protético, tendo em vista a forma como auxilia dentistas e laboratórios em todo o mundo. Estas restaurações apresentam algumas vantagens comparado às técnicas convencionais. O tempo de fabricação é reduzido, possui maior controle da espessura do material restaurador através de precisas mensurações, como também os materiais restauradores apresentam maior qualidade.

A tecnologia recém moderna de design auxiliado por computador e fabricação assistida por computador Computer Aided Design (CAD) / Computer Aided Manufacturing (CAM) tem estado cada vez mais nos consultórios odontológicos espalhados pelo mundo, melhorado significativamente o tempo de trabalho e a qualidade dos procedimentos odontológicos (GAN N, et al., 2019). O mesmo surgiu por volta dos anos 80, na Universidade de Zurich, Suíça, quando o Professor Werner H. Mörmann desenvolveu o primeiro sistema CAD/CAM odontológico, no qual era possível a fabricação de inlays a partir de um bloco cerâmico, porém em 1973, Duret, através dos seus desenvolvimentos, ele realizou o primeiro tratamento restaurador dentário usando habilidades digitais na implantodontia (PYO SW, et al., 2020).

Para objetivo geral este artigo foi levantado de forma ampla alguns dos principais softwares usados em CAD CAM e suas potencialidades, mostrando de forma simples sua técnica. No entanto, para obter informações mais precisas a respeito de cada um apresentado, foi elaborado um comparativo.

A metodologia deste trabalho teve como base pesquisas bibliográficas em livros, normas técnicas, artigos; assim fornecendo todo o seu embasamento teórico e normativo para todas as etapas presentes neste trabalho de conclusão de curso.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta os conceitos centrais utilizados para orientar as necessidades teóricas que efetivam o desenvolvimento do objetivo desta pesquisa.

### 2.1 CAD CAM

A tecnologia CAD/CAM tem evoluído muito nas últimas décadas. Esta tecnologia sempre esteve muito presente na área da engenharia arquitetura como uma ferramenta para a fabricação de peças para maquinário industrial e desenhos arquitetônicos de precisão (BAYAZIT, 2004).

O sistema CAD-CAM, segundo sua terminologia, significa CAD: computer-aided design (desenho assistido por computador) e CAM: computer-aided manufacturing (manufatura assistida por computador). Essa tecnologia, particularmente estudada pela indústria aeronáutica e automobilística, atualmente encontra diversos campos de atuação, sendo utilizado em vários meios de design e produção como forma de simplificar e automatizar processos manuais que exigem habilidade e precisão artesanal, de modo a obter um material de elevada qualidade, diminuindo a possibilidade de erros e aumentando a padronização (CORREIA et al., 2006). Os primeiros componentes do sistema CAD/CAM são os scanners. Esse componente tem como função a leitura e digitalização de um modelo de gesso, de um molde ou da própria arcada do paciente, sendo de bancada ou intraorais (PEDROCHE, 2016).

Finalizado o desenho, as restaurações indiretas são fabricadas por meio de máquinas de fresagem, sinterização a laser ou impressoras 3D. Esta fase é o que chamamos de manufatura auxiliada por computador (BERNARDES et al., 2012). Verificou-se um grande desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM no que diz respeito à leitura das preparações dentárias (óptica, contato e digitalização a laser), aos programas de desenho virtual, aos materiais (como alumina, zircônia e titânio) e à confecção das restaurações protéticas, tornando importante a realização de uma revisão sobre alguns sistemas CAD/CAM disponíveis para a Odontologia (LIU, 2005).

Existem também as chamadas tecnologias aditivas para a manufatura CAD/CAM, como por exemplo, a sinterização a laser e a impressão 3D. No processo de manufatura aditiva, um objeto projetado no software CAD é convertido em um

arquivo que é produzido na impressora 3D por meio de camadas de impressão. Na sinterização a laser, em específico, camadas de cobalto cromo em pó são sinterizadas ou fusionadas por um feixe de laser. Em outras técnicas de impressão 3D se utiliza principalmente polímeros para a produção de modelos de trabalho físicos das arcadas dos pacientes (ALHARBI, WISMEIJER, OSMAN, 2017).

A implementação da tecnologia CAD/CAM com seus diversos sistemas, ajudou a surtir um efeito não só no sentido de uma produção em série, mas ajudou também num aperfeiçoamento cirúrgico e das restaurações em geral, pela utilização do desenho e da confecção, assistidas por computação (GOMES et al. 2008).

Atualmente, há dois tipos de sistema CAD-CAM segundo a disponibilidade de ceder os arquivos CAD: sistemas CAD-CAM abertos ou CAD-CAM fechados. A vantagem de um sistema aberto é a possibilidade de escolher o sistema CAM mais adequado aos propósitos, pois é possível transmitir o arquivo CAD para outro computador. Os sistemas CAD-CAM fechados oferecem todo o sistema de produção. Esses sistemas podem ainda classificar-se segundo o local onde são utilizados: clínica ou laboratório. A grande maioria dos sistemas funciona em laboratório; no entanto, o sistema CEREC é o único que apresenta ambas as modalidades: Chairside, especialmente para a clínica, e inLab, essencialmente para o laboratório (TINSCHERT, 2004).

Nos Sistemas CAD/CAM um dos itens a considerar na avaliação de um sistema é a precisão das restaurações executadas, pois a adaptação interna e marginal das coroas tem de estar dentro dos parâmetros clínicos aceitáveis, inferior a 100 microns. O fato de ser uma tecnologia essencialmente informatizada exige do clínico e do laboratório uma adaptação das dinâmicas de trabalho, e a falta de confiança que o clínico pode ter em utilizar um sistema computadorizado e a falta de interesse em aprender um novo conceito, e os custos para aquisição dos novos equipamentos e treinamento apresenta uma grande desvantagem desses sistemas (ADOLFI, 2016).

De uma maneira simplificada, podemos dividir as tecnologias CAD/CAM em diferentes partes e estas determinam diretamente não só a qualidade do produto final, mas também as opções de tipos de próteses e materiais que se pode trabalhar. Dependendo da tecnologia que a equipe reabilitadora deseja empregar, pode-se ter ou não acesso a determinados materiais odontológicos e tipos de próteses. Hoje, algumas fresadoras não conseguem usar peças grandes, com mais de um

determinado número de elementos, dependendo da sua origem ou marca. Algumas máquinas têm limitação ao utilizar estruturas de metais como as ligas de Cobalto-Cromo, que são extremamente duras. Por isso, recentemente foram lançadas no mercado odontológico, diferentes tecnologias de produção de infraestruturas, que não apenas as fresadoras, para tentar compensar as limitações de determinadas tecnologias. As zircônias, por exemplo, necessitam ser usinadas nas fases “verdes” ou pré-sinterizadas, senão a qualidade do produto final é insatisfatória e, por isso, elas necessitam de fornos para sinterização pós-usinagem (GOMES, et al, 2008).

Segundo o especialista Guazzi et al, (2004) os materiais utilizados para a fresagem da estrutura protética são blocos pré fabricados dos seguintes materiais: cerâmica de vidro reforçada com leucita; alumina reforçada com vidro; alumina densamente sintetizada; zircônia tetragonal policristalina estabilizada por ítrio (Y-TZP); titânio; ligas preciosas; ligas não-preciosas e acrílicas de resistência reforçada.

Existem diversos sistemas em uso no mundo e vários equipamentos em desenvolvimento, os principais sistemas usados atualmente são: CEREC SYSTEM 3 (Sirona), LAVA SISTEMA (3M), PROCERA SYSTEM (Nobel Biocare), SISTEMA EVEREST (KAVO) (PÉREZ; VARGAS, 2010).

Alguns Sistemas CAD/CAM disponíveis em Odontologia, fabricantes e Website.

**Quadro 1 – Sistemas CAD/CAM**

<b>SISTEMA</b>	<b>EMPRESA</b>	<b>WEBSITE</b>
CEREC 3D CEREC InLab	Sirona Dental Systems GmbH, Alemanha	www.sirona.com
Procera	Nobelbiocare AB, Suécia	www.nobelbiocare.com
Everest	Kavo Dental GmbH, Alemanha	www.kavo-everest.com
Lava	3MESPE, Alemanha	www.3m.com
Zirkonzahn	Zirkonzahn	www.zirkonzahn

Fonte: Adaptado Correia et al (2006)

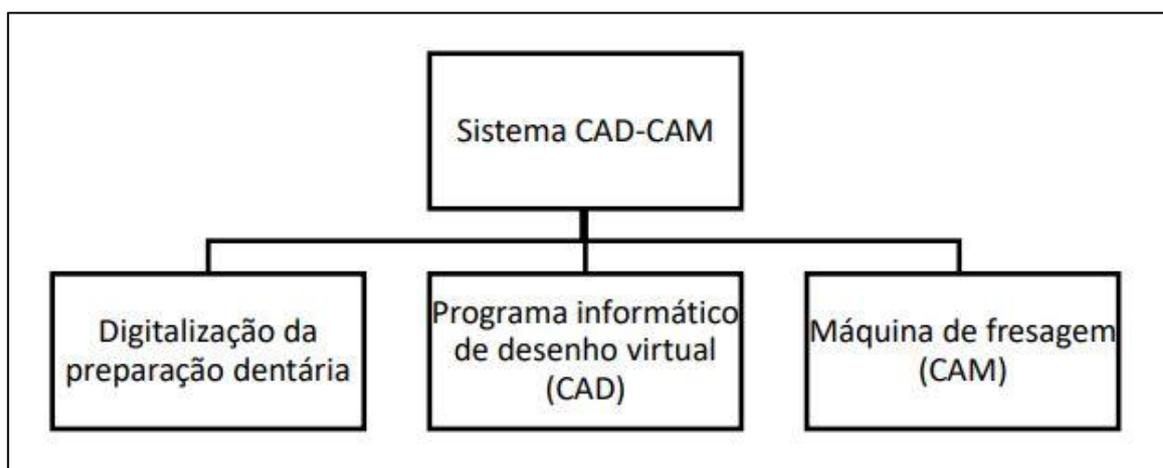
Nos últimos anos, observou-se um grande avanço da tecnologia CAD/CAM quanto à leitura dos preparos dentais, programas de desenho virtuais, materiais utilizados e maquiagem das restaurações protéticas. Também é possível observar que com os avanços na maquiagem e produção de peças protéticas foi impulsionado o avanço dos materiais odontológicos (como por exemplo, alumina, a zircônia e o titânio). As cerâmicas estão cada vez mais estéticas, biocompatíveis e mecanicamente mais adequadas (MIYAZAKI, 2011).

Para Bottino (2009) os sistemas CAD/CAM apresentam essencialmente três

elementos integrantes. A Figura 1, exemplifica melhor.

1. um sistema de aquisição de dados informativos sobre a morfologia dos preparos e/ou das estruturas adjacentes interessantes no tratamento. Essa fase, chamada de escaneamento, seja ótica, mecânica ou a laser, representa um tipo de moldagem da qual se obtém um arquivo digital dos elementos de suporte da prótese;
2. um software de gestão para elaboração de dados obtidos e para aplicação do procedimento de fresagem mais indicado ao tipo de reabilitação protética e ao material utilizado;
3. Uma máquina automática que, seguindo as informações provenientes do software, produz a peça a partir de blocos do material desejado que são estes construídos industrialmente.

**Figura 1 – Componentes sistema CAD/CAM**



Fonte: Bottino (2009)

Ainda segundo Bottino (2009) os dois primeiros elementos constituem a fase CAD, ou de elaboração, enquanto o terceiro constitui a fase CAM dos sistemas. A confiabilidade de cada sistema CAD/CAM depende da precisão destes três elementos, além das características intrínsecas do material utilizado. Cada sistema torna-se mais preciso quanto melhor for a definição durante a aquisição tridimensional dos dados e quando mais elaborados forem os softwares de gestão e os sistemas de fresagem.

Os sistemas CAD/CAM clínicos ou laboratoriais possuem algumas limitações e fatores que podem afetar a precisão da adaptação. Dentre eles, podemos citar

limitações de uso de alguns softwares usados para desenho das restaurações, assim como limitações do hardware utilizado, como a câmera, o equipamento de escaneamento e as máquinas de usinagem. A experiência e conhecimento dos clínicos e técnicos de laboratório também são de extrema importância quando sistemas CAD/CAM clínicos e labora Tecnologias envolvidas Escaneamento e 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, Unitárias Extraoral Fechado Usinagem Laboratorial Cerâmicos Tecnologias diferentes da usinagem Acrílicos e ceras Totais. Resumo das partes envolvidas para funcionamento da tecnologia CAD/CAM aplicada às próteses dentárias.

## 2.2 CEREC SYSTEM - SIRONA

O sistema CEREC 3, utilizado na atualidade, foi desenvolvido por equipes da Siemens e Sirona (Bensheim, Alemanha) e é indicado no processo de reabilitação oral para fabricação de próteses do tipo inlays, onlays, coroas totais anteriores e posteriores, laminados cerâmicos, pontes fixas, copings, provisórios e abutments de implantes de titânio ou zircônia utilizando softwares tridimensionais mais ilustrativos que as versões anteriores e de manipulação mais fácil e intuitiva com registro funcional dos dentes antagonistas e dos preparos dentários (NAKAMURA et al., 2003).

Desenvolvido na Universidade de Zurique, o sistema CEREC foi o primeiro sistema CAD-CAM a alcançar êxito clínico e comercial. Por esse sistema é efetuada uma leitura óptica sem contato com a preparação dentária. O método de medição utilizado é o da triangulação ativa, com uma resolução de 25  $\mu\text{m}$ . A imagem 3D gerada é então transferida para um computador, no qual o programa CAD do sistema permite realizar o desenho da estrutura. A linha de acabamento é detectada automaticamente, podendo ser modificada também de forma manual, e é posteriormente executada na máquina de fresagem do mesmo sistema (CAM). Esta unidade apresenta duas brocas diamantadas que cortam a estrutura em quatro eixos de trabalho e com uma reprodutibilidade de corte de aproximadamente 30  $\mu\text{m}$ <sup>17</sup>. O fato de o bloco de

cerâmica estar seguro num dos lados, impede a ação da broca nessa zona, que é posteriormente fresada manualmente (TINSCHERT, 2004).

Possui CAD tanto para versão direta ou indireta. Na versão direta o scanner é intraoral (Figura 2), e na versão indireta escaneamento é feito no modelo de gesso (SIRONA 2018).

**Figura 2 – Scanner Cerec**



Fonte: Sirona (2018)

Na versão CEREC 3D, o sistema funciona em 3 etapas: ferramenta de digitalização (scanner), desenho/anatomização (software) e unidade de fresagem, o escaneamento se mostra como uma das principais etapas responsáveis pela precisão das peças confeccionadas, sendo realizado com uma câmera intraoral ou através de um scanner de bancada (BEUER et al.,2008). Este sistema apresenta 5 tipos de scanners com sistema fechado, sendo 2 intra-orais para dentistas: o CEREC Omnicam e o CEREC Bluecam (SIRONA, 2018).

Posteriormente foi lançado no mercado odontológico o Cerec II, o qual foi criado para suprir as limitações do Cerec I (TOUATI, 2000), e em 2000 foi lançado no mercado o Cerec III, o qual possui um desgaste mais rápido e mais eficiente, com um scanner de leitura óptica em 3D de alta precisão (MIRZAYAN, 2009).

Correia et al (2006) afirma que a desvantagem desse sistema, podemos citar o fato de o bloco de cerâmica ser fresado manualmente no final do processo, pois durante a confecção, o bloco é seguro por um dos lados para que seja realizada a fresagem.

### 2.3 LAVA SISTEMA – 3M

Mowen (2000) propôs um modelo que visa a integrar grande parte das teorias sobre personalidade, advindo da Psicologia: o 3M. Como se poderá averiguar, o caminho trilhado pelo autor se enquadra nas abordagens de análise da personalidade, por meio de traços, de acordo com seus componentes básicos. De modo geral, a proposta de Mowen pode ser bastante útil para prever, explicar e controlar comportamentos a partir do conhecimento da personalidade.

O Lava é outro sistema desta tecnologia, com o qual, as imagens são capturadas através de um laser óptico que as transmite para um computador, enquanto o software determina automaticamente as linhas de acabamento e os dados obtidos são mandados via email para o laboratório que possui a fresadora, a qual irá fresar os blocos pré-sintetizados (PIWOWARCZYK et al., 2005).

O sistema Lava C.O.S utiliza do CAD direto, ou seja, tem a digitalização (Figura 3) do preparo diretamente à boca sem a necessidade de procedimentos de moldagem.

**Figura 3– Scanner Lava**



Fonte: Lava (2018)

O sistema Lava Scan ST Dental System da marca 3M ESPE dos Estados Unidos é um sistema indireto ou seja usado especificamente em laboratório. De um modo geral, o sistema CAD indireto utiliza a impressão convencional, que realiza a moldagem do preparo do modo tradicional, através de materiais de moldagem e confecção de modelo de gesso. Após, esse modelo de gesso é submetido a um processo de digitalização com auxílio de um scanner (KAYATT et al. 2013).

## 2.4 PROCERA SYSTEM – NOBEL BIOCARE

Um dos sistemas que atualmente existe no mercado é o Procera, o qual foi inicialmente desenvolvido para produção das peças protéticas em titânio, hoje consiste de uma infraestrutura confeccionada de óxido de alumínio e zircônia pura densamente sintetizada (RAMOS, 2003).

Com esse software é possível determinar as margens do preparo, estabelecer a espessura do coping e o perfil de emergência do paciente, enquanto a espessura do espaço interno para o agente cimentante é pré-determinada em 50µm (micrômetro), sendo esta característica uma vantagem desse sistema (ROMÃO, OLIVEIRA, 2007). O processamento dos dados é feito por um programa específico do sistema Procera, que utiliza o sistema operacional Windows, onde as informações obtidas do scanner são convertidas em pontos tridimensionais, que reproduziram com alta fidelidade, os contornos do preparo dentário na tela do computador (DENISSEN, 2000; VASCONCELOS et al., 1997).

O sistema Procera tem um processamento dos dados específico, que utiliza o sistema operacional Windows, onde as informações obtidas do scanner são convertidas em pontos tridimensionais, que reproduziram com alta fidelidade, os contornos do preparo dentário na tela do computador (RODRIGUES, 2017).

A imagem 3D CAD é armazenada em um computador Nobel Biocare (Figura 4).

**Figura 4 – Scanner Intraoral Nobel Procera**



Fonte: Nobelbiocare (2018)

Amaroso et al. (2012) afirma ainda que o sistema Procera está entre os três sistemas mais empregados na odontologia Brasileira. Quanto à longevidade do tratamento, foi verificada uma sobrevida de 96,9 para 97 casos de restaurações utilizando o sistema Procera AllCeram, tanto para região posterior como para região anterior, num período de 5 anos.

## 2.5 SISTEMA EVEREST – KAVO

O renomado Correia et al (2006) fala a respeito do sistema everst, afirmando que inclui uma máquina de digitalização, um software CAD, uma máquina e um forno para sintetizar a cerâmica. A restauração protética é então desenhada num software CAD, e posteriormente fresada segundo movimentos de corte de cinco eixos.

Essa nova técnica apresenta mais facilidade de uso, melhor qualidade e maior gama de aplicação, além de permitir a aplicação de novos materiais com mais segurança, que por sua vez podem ser mais estéticos, com desgaste parecido ao esmalte e resistência suficiente para serem usados em coroas totais posteriores e próteses parciais fixas (LIU, 2008). As cerâmicas apresentam muitas vantagens como estética, translucidez, estabilidade química, coeficiente de expansão térmica próxima ao da estrutura dentária, maior resistência à compressão, abrasão e também compatibilidade biológica (GARCIA et al., 2011).

O fabricante Kavo, com sede na Alemanha, possui o sistema CAD/CAM há mais de 10 anos e produz os sistemas Artica e Everest. O Artigo consiste em scanner de mesa e a fresadora, e pode ser encontrado nas versões com sistema aberto ou fechado (RIETJENS, 2013).

## 3 METODOLOGIA

Este tópico relata o ambiente de pesquisa, materiais, métodos e fontes de pesquisas utilizados neste artigo acadêmico para estudo sobre *softwares* no CAD CAM.

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Este artigo está designado como bibliográfico e revisão literária, por se tratar por se tratar de um estudo aprofundado de conceitos em relação a CAD CAM e seus respectivos *softwares*. A pesquisa tem como base fundamental, artigos e livros de autores especialistas no tema. Teve como embasamento principal as plataformas indexadas nas bases de dados Google Acadêmico, Lilacs e Scielo, incluindo artigos originais e de revisão. Utilizou-se os seguintes descritores: Sistema CAD-CAM, CAD-CAM tecnologia, CAD-CAM system. Foram encontrados artigos em inglês, espanhol e português, dos quais foram selecionados aqueles que se enquadram no objetivo principal do estudo e apresentavam relevância contextual. No critério utilizado foram selecionados textos que abordavam diretamente o sistema CAD-CAM e explicavam seu surgimento e funcionamento, além de incluir pesquisas sobre sua eficiência e incluiu também artigos que abordavam indiretamente o tema. Assim foram consultados 170 trabalhos, dos quais 47 foram escolhidos.

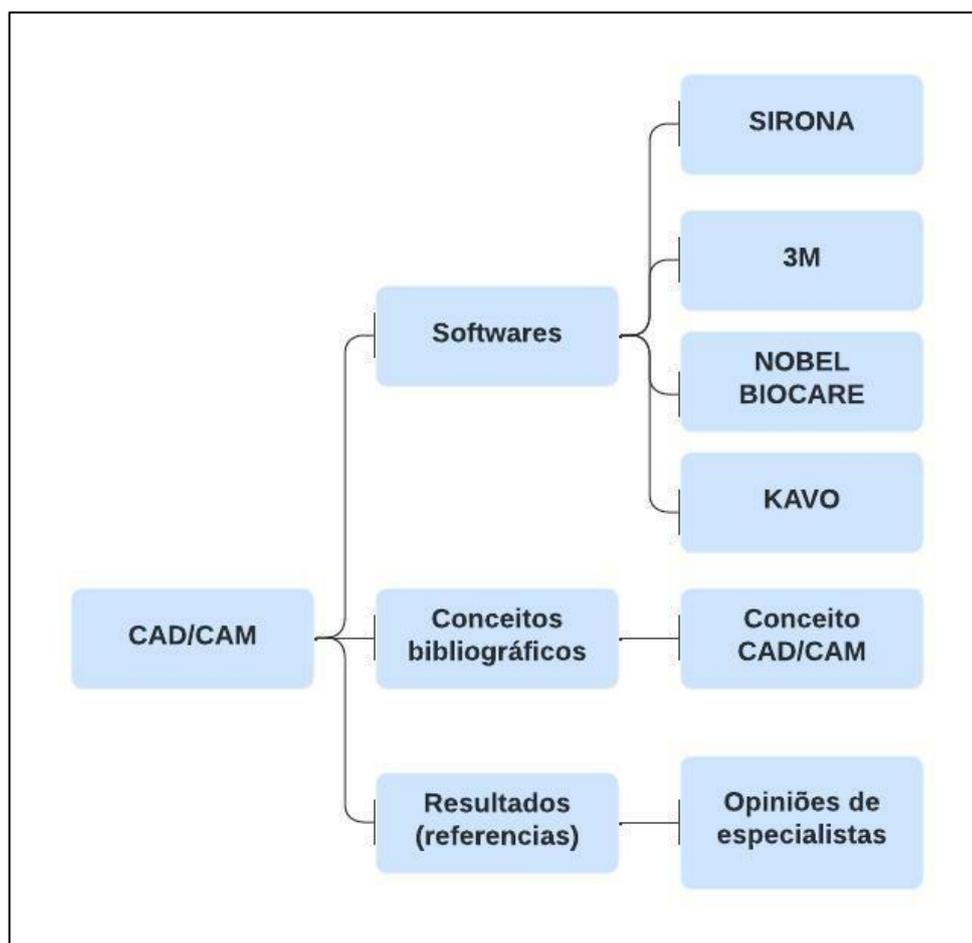
### 3.2 AMBIENTE DA PESQUISA

O presente trabalho foi desenvolvido em algumas etapas, das quais permitiu de forma sucinta desenvolver todo o estudo proposto, mostrando com facilidade quais os softwares mais utilizados nessa rede de CAD CAM, apontando funcionamento, estabilidade, vantagens e desvantagens.

### 3.3 FLUXOGRAMA DE PESQUISA

Na Figura 5 é possível observar quais etapas foram precisas no trabalho para toda compreensão sobre o estudo proposto.

Figura 5 – Etapas do artigo



Fonte: O autor (2022)

Conforme ilustrado na Figura 5, todo conteúdo em si do trabalho está baseado no sistema CAD/CAM, do qual é composto por um *Software* significativo e de acordo com a necessidade de quem for usufruir. O trabalho foi reestruturado em conceito bibliográficos de autores renomados, dando ênfase nos conceitos de cada possível *Software* que pode compor o mesmo.

No Capítulo dos resultados, foi levantado afirmações de especialistas dos quais se dispõem a usar os *Softwares* e comentar o resultado que se obteve dos mesmo, então foi relatado algumas opiniões de alguns autores.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi feito uma análise dos diversos sistemas CAD/CAM e se chegou à conclusão que, apesar das diferenças existentes entre as tecnologias, todas produzem

restaurações protéticas de alta resistência, estética e excelente adaptação marginal (MIYAZAKI et al., 2009).

Realizado todas as pesquisas e levantando dados dos principais softwares, chega-se a concordar com Carvalho et al., 2012, onde o mesmo afirma que para atender às exigências estéticas atuais, as indústrias estão constantemente desenvolvendo e aprimorando novos produtos e tecnologias que conciliam qualidade e longevidade aos trabalhos, e afirma ainda que os sistemas CAD/CAM foram criados com o objetivo de padronizar e reduzir custos. Liu (2005) relata que estes softwares têm como objetivo facilitar o trabalho da produção, e com isso ganhar rentabilidade em relação ao tempo.

No entanto tem-se a certeza segundo Cardoso et al (2018) que esta tecnologia permite o planejamento e confecção de restaurações estéticas padronizadas proporcionando previsibilidade e alta taxa de sucesso clínico. Entretanto, para Chain (2000), o uso do sistema CAD/CAM exclusivamente de laboratório pode diminuir o tempo e o número de consultas, devido às excelentes características das restaurações protéticas como adaptação marginal e estética.

Na intenção de proporcionar trabalhos cada vez mais fidedignos, a tecnologia CAD CAM proporciona um aperfeiçoamento na produção das restaurações de prótese fixa (CORREIA et al., 2006). O sistema CAD/CAM é amplamente utilizado, uma vez que a impressão digital é mais confortável para os pacientes (principalmente a população idosa vulnerável ou mais jovens), o acaba se tornando um diferencial competitivo (BARENGHI L, et al., 2019).

O especialista Chain (2000) ainda afirma que a principal desvantagem do sistema CAD/CAM é a necessidade de um equipamento de alto custo. Além disso, as restaurações apresentam desvantagens na cor, adaptação e escultura, além da falta de controle do processamento computadorizado. Como vantagem, em alguns sistemas, é dispensado o uso de material de moldagem e técnico de laboratório, reduzindo o tempo na cadeira odontológica e o número de sessões.

Hilgert et al. (2009), faz a aceitação que existem no mercado diferentes sistemas disponíveis para a produção automatizada, e afirma que os sistemas podem ser constituídos apenas por unidades digitalizadoras, ou serem capazes de realizar todas as etapas de produção em uma associação CAD/CAM, como os sistemas completos para consultório e para laboratórios. Também existem os sistemas com

produção centralizada, cujo planejamento digital da peça (arquivo CAD) é enviado para centros de produção. De acordo com o parceiro Garcia et al. (2011), estão disponíveis o sistema óptico para consultório, que realiza apenas a digitalização do preparo, o Chairside, que realiza todas as etapas de produção no próprio consultório, e o sistema de produção centralizada, onde o arquivo CAD é enviado para o centro de produção para que a infraestrutura seja produzida.

A respeito do Software mais usual, o sofisticado Cerec, o especialista Correia et al. (2006), cita que uma das principais desvantagem pelo uso do sistema Cerec III é pelo fato do bloco de cerâmica está fixado num dos lados, o que impossibilita a ação da broca nessa zona, que posteriormente é fresada manualmente. Denissen (2000) concorda com Vasconcelos (1997), ao afirmar que os processamentos dos dados no sistema Procera utilizam um banco operacional Windows, onde os dados obtidos durante o scanner são convertidos em pontos tridimensionais que reproduzem os contornos do preparo dentário na tela do computador, e através do software deste sistema, é possível determinar as margens do preparo, estabelecer a espessura do coping e o perfil de emergência do paciente.

Se tratando do sistema Lava, Correia et al. (2006), afirma que os preparos dentários nos modelos de gesso são digitalizados, sem contato, por um laser óptico que transmite as imagens para um computador. O software determina automaticamente as linhas de acabamento e os dados obtidos são mandados via e-mail para o laboratório que possui a fresadora, onde o material cerâmico é adequado à expansão térmica da zircônia e posteriormente é aplicado sobre a infraestrutura.

Correia et al. (2006) e Liu (2005), são unânimes em afirmar que no sistema Lava, as infra estruturas são desenhadas tendo um aumento de 20% no seu volume, pois essa diferença irá compensar a contração volumétrica durante a fase final de sinterização da peça, o que ocorre em todos os sistemas. De acordo com Liu (2005), esse aumento também ocorre com o sistema Procera. O autor Correia et al. (2006) ainda relata que o sistema Everest é uma tecnologia que possui um sistema de leitura óptica que capta imagens com dimensões reais de 1:1, precisão de 20 µm (micrômetros) e o processo de fresagem é realizado por uma fresadora que realiza movimentos de cortes em cinco eixos de direção, em blocos pré-fabricados, sendo uma das principais vantagens desse sistema e fazendo com que as brocas possam assumir várias posições de acordo com o bloco e assim produzir maiores detalhes.

Segundo Bottino et al. (2013) e Andreiuolo et al (2011) ambos afirmam que os sistemas CAD/CAM apresentam como vantagens o menor tempo de trabalho, precisão nas confecções das peças protéticas, desgaste conservador, preparo marginal adequado e o fato de previsibilidade do resultado final e que entre as vantagens da utilização desses sistemas estão a melhor reprodutibilidade e precisão dimensional, menor tempo de confecção, possibilidade de utilização de novos sistemas cerâmicos e confecção de restaurações totalmente em cerâmica.

Neves et al.(2017) relata que através do sistema CAD/CAM, atualmente, diferentes fluxos de trabalho podem ser apresentados para a confecção de prótese fixa, como por exemplo.

- Possibilidade 1 – Obtenção de um escâner, tendo como objetivo agilizar o procedimento de moldagem e entrega do molde ao laboratório, trazendo também mais conforto ao paciente ao realizar esse procedimento;
- Possibilidade 2 - Obtenção do escâner e do software de desenho. Após o escaneamento o cirurgião-dentista poderá desenhar o término cervical dos preparos e acertar os contatos proximais antes de enviar ao laboratório;
- Possibilidade 3 – Obtenção de escâner, do software de desenho e da fresadora. A diferença desse fluxo de trabalho para o segundo, é a obtenção da fresadora, equipamento com o qual materializa o projeto realizado, embora dependa do laboratório de prótese para cristalização e maquiagem de alguns casos específicos;
- Possibilidade 4 – Obtenção do escâner, do software de desenho, fresadora e forno para cristalização, maquiagem e glaze de cerâmicas.

Renne et al.(2017) avaliaram e compararam a velocidade, exatidão e precisão de 6 scanners intraorais (CEREC Omnicam, CEREC Bluecam, Planscan, iTero, Carestream 3500, 3Shape) e um extra-oral (3Shape D800) em cenários de escaneamento de sextante e arco completo. Concluíram que todos os scanners avaliados diferem em relação à velocidade, precisão e exatidão, sendo que o Planscan e CEREC Omnicam fornecem melhor combinação desses fatores no cenário do escaneamento dos sextantes e o 3Shape no cenário de escaneamento de arco completo.

Tratando-se de desvantagens dos sistemas CAD/CAM, Conrad et al. (2007), citam as limitações de alguns softwares e hardwares. Botinno et al. (2013) vê por um lado diferente as desvantagens do sistema CAD/CAM são os custos para obtenção dos equipamentos e treinamento por parte dos profissionais para operar o sistema. Geralmente uma das desvantagens é na área do material em si, ter um resultado diferente do esperado, mas Birnbaun, (2010) afirma que ao eliminar o processo de moldagens convencionais, os clínicos não precisam mais se preocupar com a possibilidade de erro devido a bolhas de ar, rompimento dos materiais de moldagem, deslocamento e movimento da moldeira, deformação da moldeira, pouco material de moldagem, adesivo de moldagem inapropriado, ou distorções resultante de procedimento de desinfecção.

Como toda tecnologia, os sistemas CAD/CAM possuem algumas limitações e dentre elas a que mais se destaca é a questão do custo, pois varia de acordo com as condições econômicas de cada país, como também o fluxo de pacientes de cada dentista ou laboratório, o que deve ser observado antes de adquirir esse equipamento (hilgert, 2009). Outra limitação do CAD/CAM está relacionada à necessidade de conhecimento do operador quanto ao uso de alguns softwares e hardwares para desenho das restaurações e o manuseio do equipamento de escaneamento. O uso destas ferramentas possui uma curva de aprendizado e exigem dedicação do usuário (BERNARDES, 2012).

Os componentes criados por CAD/CAM possuem as vantagens dos componentes pré-fabricados (por apresentarem resultados mais consistentes) e dos processados em laboratório (devido serem criados especialmente para cada caso), porém sem as suas desvantagens (FUSTER-TORRES et al.2009).

## **CONCLUSÃO**

Após ter feito todo levantamento bibliográfico e estudos mais precisos, nota-se que o sucesso dos Sistemas CAD/CAM ganha magnitude devido a se obter peças com altas precisões, biocompatibilidade, versatilidade, consistência, previsibilidade, excelente adaptação marginal, resistência mecânica e estética, mas para obter resultados coerentes, tudo vai depender das etapas clínicas serem executadas de maneira correta, de um escaneamento adequado, de uma peça de qualidade, de um controle de qualidade rigoroso e de todo trabalho que envolve o laboratório.

É possível concluir que, esse meio tecnológico vem tendo uma demanda grande nos últimos anos, trazendo muitos benefícios, principalmente na área odontológica, pois reduz o tempo laboratorial, obtendo assim mais qualidade e redução de tempo, oferecendo ao paciente segurança por questões modernas.

Pode-se chegar a conclusão com o especialista Blatz (2019) que tendo em mente o tipo de restauração que irá ser realizada, o material que será utilizado e que diferentes parâmetros de fresagem como o tamanho da broca, afetam bastante o ajuste interno da restauração definitiva, qualquer preparo destinado a restaurações CAD/CAM, deve fornecer espaço adequado para o material e os seus ângulos devem ser arredondados, pois ângulos vivos e espaços inadequados podem levar a fraturas. Dentro de alguns softwares existem ferramentas específicas para detectar erros na preparação do dente.

Neste artigo acadêmico, foi possível observar através de todo levantamento de informações, principalmente se tratando dos softwares relacionados ao CAD/CAM, todo meio de funcionamento, de vantagens, desvantagens, a importância desses meios e suas contribuições. Todo sistema busca o mesmo propósito praticamente, porém cada um tem uma precisão diferente, onde será de escolha do cliente. No quesito financeiro, perde credibilidade, pois a implementação da tecnologia e treinamento da equipe é muito alto.

## REFERÊNCIAS

ALHARBI, N.; WISMEIJER, D.; OSMAN, R.B. **Additive Manufacturing Techniques in Prosthodontics: Where Do We Currently Stand? A Critical Review.** Int J Prosthodont, v. 30, n. 5, 2017.

AMAROSO, A. P. et al. **Cerâmicas odontológicas: propriedades, indicações e considerações clínicas.** Revista odontológica de Araçatuba, v. 33, n. 2, p. 19-25, julho-dezembro 2012.

ANDREIUOLO, R.; VEIGA, W.; MIRAGAYA, L.; DIAS, K. R. H. C. **Fechamento de diastema com coroas de alumina densamente sinterizadas.** Revista Brasileira de Odontologia, Rio de Janeiro, v. 68, n. 1, jan./jun., 2011.

BARENGHI L, et al. **Innovation by Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing Technology: A Look at Infection Prevention in Dental Settings.** BioMed research international, 2019; 2019.

BAYAZIT, N. **Investigating design: A review of forty years of design research.** Design issues, v. 20, n. 1, p. 16-29, 2004.

BERNARDES, S.R. et al. **Tecnologia CAD/CAM aplicada à prótese dentária e sobre implantes: O que é, como funciona, vantagens e limitações.** Jornal ILAPEO, Curitiba, p. 8-13, 2012.

BEUER, F., Schweiger, J., & Edelhoff, D. (2008). **Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations.** British dental journal.

BIRNBAUM N. **The revolution in dental impressing.** Inside Dentistry. 2010;6(7). Available from < <http://www.insidedentistry.net>.>. Acesso em 04 junho. 2022.

BLATZ. MB, Conejo J. **The Current State of Chairside Digital Dentistry and Materials.** Dent Clin North AM. 2019;63(2):175-97.

BOTTINO, M. A. **Percepção – Estética em Próteses Livres de Metal em Dentes Naturais e Implantes.**São Paulo: Ed Artes Médicas, 2009.

BOTINNO, M.; FARIA, R.; FUZO, A. **Facetas laminadas: funcionais, estéticas e preservadoras.** Implant News, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 34-40, 2013.

CARDOSO, L. F. et al. **Moldagem digital em odontologia: perspectivas frente à convencional - uma revisão de literatura.** Anais do Seminário Científico da FACIG. n. 4, 2018.

CARVALHO, L.T.A. et al. **A utilização dos modelos digitais em Ortodontia.** Ortodontia SPO. v.47, n.1, p.75-82, 201. 2012.

CHAIN, MC. *et al.* **Restaurações cerâmicas estéticas e próteses livres de metal: as novas alternativas possibilitadas pelas novas porcelanas.** RGO, Porto Alegre, v. 48, n. 2, p.67-70, abr-jun, 2000.

CONRAD, H. J.; SEONG, W. J.; PESUN, I. J. **Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review.** Journal of Prosthetic Dentistry, Minneapolis, v. 98, p. 389-404, 2007.

CORREIA, A. R. M. et al. **CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa,** Rev Odontol UNESP, Araraquara, v.35, n.2, p.183-89, 2006.

DENISSEN, et al. **Marginal fit and short-term clinical performance of porcelain veneered CICERO, CEREC, and Procera onlays.** Journal of Prosthetic Dentistry, Minneapolis, v. 84, n. 5, p. 506-513, 2000.

FREITAS, G. **Tecnologia CAD-CAM-CNC a serviço da odontologia.** Monografia (Pósgraduação em Engenharia de Materiais) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, f. 29, 2008.

GAN N, et al. **Accuracy of intraoral digital impressions for whole upper jaws, including full dentitions and palatal soft tissues.** PLoS One, 2016; 11(7): e0158800

GARCIA, L. F. R.; CONSANI, S.; CRUZ, P. C.; SOUZA, F. C. P. P. **Análise crítica do histórico e desenvolvimento das cerâmicas odontológicas.** RGO – Revista Gaúcha de Odontologia, Porto Alegre, v. 59, jan/jun., 2011.

GOMES, E. A. et al. **Cerâmicas odontológicas: o estado atual.** Cerâmica. 2008, p. 319-325.

HILGERT, L.A.; CALAZANS, A.;BARATIERI, N.L. **Restaurações CAD/CAM: o sistema CEREC3.** Rev. Clinica International journal of Brazilian dentistry. v.3 n.2, p. 199-209, Fev.2005.

HILGERT LA, Schweiger J, Beuer F, Andrada MAC, Araújo E, Edelhoff D. **Odontologia Restauradora com Sistemas CAD / CAM : o Estado Atual da Arte Parte I – Princípios de Utilização.** Clín Int J Braz Dent. 2009;5(3):294-303.

HILGERT LA, Schweiger J, Beuer F, Andrada MAC, A Élito. **Odontologia Restauradora com Sistemas CAD / CAM : O Estado Atual da Arte Parte 3 – Materiais Restauradores para sistemas CAD/CAM.** Int J B Dent. 2010;6(1):86-96.

KAYATT, F. E. **Aplicação dos Sistemas CAD/CAM na odontologia Restauradora.** Editora Elsevier, 2013. p. 145-149.

LIU, P. R. **A panorama of dental CAD/CAM restorative systems.** Compendium of Continuing Education in Dentistry, Jamesburg, v. 26, p. 507-516, 2005.

MARTIN N, Jedynakiewicz NM. **Interface dimensions of CEREC-2 MOD inlays.** Dent Mater. 2000;16:68-74.

MIYAZAKI, T; HOTTA, Y. **CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations.** Australian Dental Journal, 2011. p. 97-106.

MIRZAYAN, A. **CAD/CAM: Revisiting chairside - CAD/CAM in an uncertain economic climate-** March 2009

MIYASHITA, E.; FONSECA, A. S. **Odontologia estetica: o estado da arte.** 1a Ed. Artes Médicas, São Paulo, SP. 2004.

MOWEN, J. C. **The 3M model of motivation and personality: Theory and Empirical Applications to Consumer Behavior.** [S. I.]: KAP, 2000.

NAKAMURA, T., Dei, N., Kojima, T., & Wakabayashi, K. (2003). **Marginal and internal fit of Cerec 3 CAD/CAM all-ceramic crowns.** International Journal of Prosthodontics.

NEVES. FD, Prado CJ, Karam FK, Resende CC, Tavares LC, Carneiro TAP et al. **Experiência de Cinco Anos de Utilização do Sistema CEREC - Benefícios e Dificuldades Encontradas.** In: Pádua MJ, Teles RF. CAD/CAM No Laboratório e na Clínica: a Odontologia Digital. São Paulo: Napoleão editora, 2017. P.302-23.

PEDROCHE, LO; BERNARDES, SR; LEÃO, MP; KINTOPP, CC; CORRER, GM; ORNAGHI, BP; GONZAGA, CC. **Marginal and internal fit of zirconia copings**

**obtained using different digital scanning methods.** Brazilian Oral Research, v.30, n.1, p.113, 2016.

PÉREZ, C. C.; VARGAS, J. A. D. **Cerâmicas y sistemas para restauraciones CAD-CAM: una revisión.** Revista De La Facultad De Odontología Universidad De Antioquia, Antioquia, v.22, n.1, p. 88-108, dez. 2010.

PIWOWARCZYK, A. et al. **A Clinical Report and Overview of Scientific Studies and Clinical Procedures Conducted on the 3M ESPE Lava All-Ceramic System.** Journal of Prosthodontics, Chicago, v. 14, n. 1, p. 39-45, mar., 2005.

PYO SW, et al. **Ceramic Materials and Technologies Applied to Digital Works in Implant-Supported Restorative Dentistry.** Materials, 2020; 13(8): 1964.

RAMOS, L. J. et al. **Prótese Metal-Free Sistema Procera.** RGO – Revista Gaúcha de Odontologia, Porto Alegre, v. 51, n. 4, p. 297-300, out. 2003.

RENNE W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R et al. **Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons.** J Prosthet Dent. 2017;118(1):36-42.

RIETJENS, P. N. **Sistemas CAD/CAM: relato de casos clínicos.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2013.

RODRIGUES, R. S. J. **Influência de fatores clínicos na adaptação marginal de restaurações cerâmicas fixas com tecnologia CAD/CAM.** 2017. Dissertação. Faculdade de Medicina Dentária, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.

ROMÃO, W. J.; OLIVEIRA, F. R. **Sistemas Cerâmicos Reforçados e suas indicações.** Conscientious Saúde, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 117-125, 2007.

Sirona the dental company. **Empresa Sirona.** [2013]. <http://www.sirona.com.br/br/empresa/about-sirona>.

TINSCHERT J, Natt G, Hassenpflug S, Spiekermann H. **Status of current CAD/CAM technology in dental medicine.** Int J Comput Dent. 2004;7(1):25-45.

TORRES, M.A.F. et al. **CAD/CAM dental systems in implant dentistry: Update.** Med Oral Patol Oral Cir Bucal., v. 14, n. 3, p.141-145., mar, 2009. Disponível em: . Acesso em: 28 jan. 2019 .

TOUATI, B.; ETIENNE, J. M. **Extensive Aesthetic Rehabilitation with CAD-CAM all ceramic crown restorations.** Practical Periodontics & Aesthetic Dentistry, Estados Unidos, v. 12, n. 7, p. 661-665, set. 2000.

VASCONCELOS, L. W.; FRANCISCHONE, C. E.; LIMA, E. G.; TAKAGUI, R. M. **Pilar Cer adaptou-se a uma evolução estética para restaurações unitárias anteriores implantadas.** Revista APCD, São Paulo, v. 51, n. 4, p. 351-353, jul/ago. 1997.