

FACSETE - Faculdade Sete Lagoas

Mariana Ribeiro de Melo

SISTEMAS DE FRESAGEM CAD/CAM EM PRÓTESE DENTAL

São Luís – MA
2022

Mariana Ribeiro de Melo

SISTEMAS DE FRESAGEM CAD/CAM EM PRÓTESE DENTAL

Monografia apresentada ao Programa de pós-graduação em Odontologia da Faculdade Sete Lagoas – FACSETE, como requisito parcial a obtenção de título de especialista em Prótese Dentária.

Orientador: Prof^ª. Valquiria Mendes Pereira Girão

São Luís – MA

202

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “**Sistemas de fresagem CAD/CAM em prótese dental**” de autoria da aluna **Mariana Ribeiro de Melo**

Aprovado em __/__/__ pela banca constituída dos seguintes professores:

Prof^a. M.e. Valquíria Mendes Pereira Girão

Prof. Dr. Júlio Pereira Filho

Prof. Dr. Frederico Silva de Freitas Fernandes

São Luís, 10 de maio de 2022.

Faculdade Sete Lagos
Rua Ítalo Pontelo 50- 35.700-170_Set Lagoas, MG
Telefone(31) 3773 3268 – www.facsete.edu.br

Sumário

1. Introdução	7
2. Materiais e Métodos	8
3. Revisão de Literatura	9
3.1 Desenvolvimento do CAD/CAM	9
3.1.1 Indicação.....	11
3.1.2 O sistema CAD/CAM	12
3.1.3 Digitalização dos modelos	15
3.1.4 Escâner	15
3.1.5 O Planejamento	17
3.1.6 O CAM.....	18
3.1.7 Principais Sistemas CAD/CAM disponíveis no mercado	19
CAD/CAM Cerec.....	19
CAD/CAM Zirkonzahn.....	20
CAD/CAM Procera	21
CAD/CAM Everest.....	22
CAD/CAM Lava.....	23
3.1.8 Fresadoras e impressoras 3D presentes no atual mercado.....	23
Fresadoras Zirkonzahn®.....	23
Impressora 3D SONIC MINI 4K – PHROZEN	30
Impressora 3D PHOTON S- ANYCUBIC.....	30
PrograMill PM7	24
PrograMill PM5 e PM3.....	25
3.1.9 Materiais e Sistemas CAM.....	31
3.2 RESULTADOS	33
4. DISCUSSÃO	33
5. CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	37

RESUMO

A tecnologia do sistema CAD/CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*) usada na Odontologia permite o desenho e fabricação robotizada de próteses dentárias, contribuindo para a otimização do tempo gasto para conclusão do trabalho, elevando a produtividade, diminuindo tensões associadas a fabricação e formulação das peças. A utilização desse método em procedimentos protéticos já é uma realidade, que se deve também pela sua facilidade no manuseio e por ser possível trabalhar com uma diversidade muito grande de materiais. Este trabalho buscou relatar através de uma revisão de literatura os sistemas de fresagem CAD/CAM e suas particularidades como precisão, processo de fabricação da peça final de algumas fresadoras do mercado. Foi realizada uma revisão na literatura a respeito do tema escolhido, de acordo com a metodologia de pesquisa exploratória, através de pesquisa bibliográfica nas bases de dados PubMed, MedLine e Scielo, em novembro de 2021. Utilizou-se os seguintes descritores: “CAD/CAM”, “MILLING”, “THREE-DIMENSIONAL PRINTING” em conjunto. Os critérios de inclusão foram, estudos publicados de 2011 até 2021, em português, inglês e espanhol, sendo optados por artigos do tipo ensaio clínico controlado, revisão sistemática e meta-análise. Foram encontrados 396 artigos. Após restringir a somente aqueles com textos completos e gratuitos, restaram 66. Após a leitura dos títulos e resumos selecionados restaram 20. Selecionados ao final 8 artigos para compor a discussão deste trabalho. O sistema CAD/CAM acelera o processo até o resultado final e minimiza possíveis erros, podendo ser classificado pelo número de eixos que apresenta e pelo método de processamento. O sucesso final do trabalho realizado em CAD/CAM depende de diversos fatores, no qual a qualidade da usinagem depende da digitalização, processo de informação e produção e o tipo de material utilizado.

Palavras-chaves: CAD/CAM, DENTAL PROSTHESIS, THREE-DIMENSIONAL PRINTING, MILLING

ABSTRACT

The CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) system technology used in Dentistry allows the robotic design and manufacture of dental prostheses, contributing to the optimization of the time spent to complete the work, increasing productivity, reducing stresses associated with manufacturing. and formulation of parts. The use of this method in prosthetic procedures is already a reality, which is also due to its ease of handling and because it is possible to work with a very large diversity of materials. This work sought to report through a literature review the CAD / CAM milling systems and their particularities such as precision, manufacturing process of the final part of some milling machines on the market. A literature review was carried out on the chosen topic, according to the exploratory research methodology, through bibliographic research in PubMed, MedLine and Scielo databases, in November 2021. The following descriptors were used: "CAD/ CAM", "MILLING", "THREE-DIMENSIONAL PRINTING" together. The inclusion criteria were studies published from 2011 to 2021, in Portuguese, English and Spanish, with articles of the controlled clinical trial type and systematic review and meta-analysis being chosen. 396 articles were found. After restricting to only those with full and free texts, 66 remained. After reading the selected titles and abstracts, 20 remained, for complete reading of the works. At the end, 8 articles were selected to compose the discussion of this work. The CAD/CAM system accelerates the process until the final result and minimizes possible errors, being able to be classified by the number of axes it presents and by the processing method. The final success of the work carried out in CAD/CAM depends on several factors, in which the quality of the machining depends on the digitization, information and production process and the type of material used.

Keywords: CAD/CAM, DENTAL PROSTHESIS, THREE-DIMENSIONAL PRINTING, MILLING

1. Introdução

O termo CAD/CAM se refere ao desenho de uma estrutura protética num computador (*Computer Aided Design*) seguido da sua confecção por uma máquina de fresagem ou impressora (*Computer Aided Manufacturing*) e teve a sua introdução na odontologia, ao final da década de 70 (CORREIA et al. 2006; CRUZ, 2018).

Esse sistema permite o desenho e fabricação robotizada de próteses dentárias, contribuindo para sua otimização ao diminuir tensões associadas justamente à fabricação e formulação da peça (BODERREAL et al., 2013), minimizando também o tempo gasto para conclusão do trabalho e elevando a produtividade (GUIMARÃES, 2012). Além disso, proporciona uma estética dental mais natural aliada a uma maior resistência gerando maior segurança no seu uso com avaliações clínicas em longo prazo (MIYASHITA et al., 2014).

A busca por procedimentos estéticos ficou cada vez mais frequente na odontologia. Visto que os pacientes estão mais exigentes, a procura por materiais e técnicas de confecção que tragam longevidade ao tratamento e proporcionem uma boa estética, se tornou incontestável. (CORREIA et al. 2006; CRUZ, 2018)

A tecnologia CAD/CAM tem revolucionado a odontologia. Segundo Alves et al. (2017) este sistema contribui para um grande desenvolvimento no que diz respeito à leitura das preparações dentárias óptica, contato, e digitalização a laser, nos programas de desenho virtual, nos materiais, (como por exemplo alumina, zircônia, e o titânio), e na fresagem das restaurações, nos últimos 30 anos.

Assim, através da criação do programa e de sua introdução na odontologia, simplifica-se o sistema de moldagem de próteses que apresenta uma margem de erro por conter variáveis a serem controladas em relação aos materiais e sua manipulação (BOTTINO; FARIA; VALANDRO, 2009).

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 fresagem das restaurações protéticas. Também é possível observar que com os avanços na confecção automatizada 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; CRUZ, 2018).

Sendo assim esse trabalho irá discorrer sobre alguns dos sistemas de fresagem CAD/CAM em prótese dentária assim como alguns modelos de fresadoras e impressoras encontradas no mercado.

2. Materiais e Métodos

Foi realizada uma revisão na literatura a respeito do tema escolhido, de acordo com a metodologia de pesquisa exploratória, através de pesquisa bibliográfica. As pesquisas foram feitas nas bases de dados PubMed, MedLine e Scielo, em novembro de 2021. Utilizou-se os seguintes descritores: “CAD/CAM”, “MILLING”, “THREE-DIMENSIONAL PRINTING” em conjunto.

Os critérios de inclusão para esta revisão foram, estudos publicados de 2011 até 2021, em português, inglês e espanhol, sendo optados por artigos do tipo ensaio clínico controlado, revisão sistemática e meta-análise, que tivessem como foco principal da pesquisa os sistemas de fresagem CAD/CAM e suas particularidades como precisão, processo de fabricação da peça final.

Os critérios de exclusão foram: artigos incompletos, artigos duplicados, revisões de literatura, artigos fora da faixa de tempo escolhida e estudos que não se apresentaram pertinentes ao tema. Após leitura desses artigos foram analisadas as referências de cada um em busca de mais trabalhos que englobassem e enriquecessem o tema. Sites de produtores de tecnologia CAM também foram adicionados a pesquisa visando encontrar lançamentos recentes das máquinas disponíveis no mercado.

3. Revisão de Literatura

3.1 Desenvolvimento do CAD/CAM

A tecnologia é um agente facilitador para muitas tarefas desenvolvidas no nosso cotidiano. O seu desenvolvimento e aprimoramento permitiram agilidade no desempenho de diversas funções inclusive em âmbito industrial.

Inicialmente o uso da informática através de computadores estava vinculado apenas a alguns setores e seu valor era exorbitante. Os computadores vieram substituir as agendas e fichas clínicas e as câmeras digitais e ainda reduziram o tempo e o custo do planejamento de tratamentos, na odontologia. (MACIEL, 2015)

Dentro da odontologia restauradora, uma tecnologia facilitadora e de grande destaque é o sistema CAD/CAM na elaboração de trabalhos reabilitadores (HILGERT et al., 2009; MACIEL, 2015).

Os estudos com a tecnologia CAD/CAM se iniciaram em 1929, em pesquisas aeronáuticas e era uma tecnologia muito utilizada em várias indústrias, como as de protótipos e automobilísticas (MACIEL 2015), que teve a sua introdução na Odontologia, ao final da década de 70 e início da década de 80 do século passado, com Bruce Altschuler, nos EUA, François Duret, na França, e Werner Mormann e Marco Brandestini, na Suíça.(CORREIA et al, 2006).

Os objetivos principais dessa tecnologia eram, então, a automatização de um processo manual de modo a obter material de elevada qualidade, padronizar processos de fabricação e reduzir os custos de produção (DURET et al, 1988; LIU, 2005; Witkowski, 2005; Mormann ; 2004; CORREIA et al; 2006). Em 1977, Young, Altschuler apresentaram a idéia de utilizar a holografia laser para fazer um mapeamento intra-oral.

Em 1984, Duret desenvolveu o “Sistema Duret” de confecção de coroas unitárias. Ele iniciou produzindo coroas com a superfície oclusal funcional, utilizando vários sistemas que contemplavam impressão óptica do elemento pilar em boca; o projeto da coroa ideal durante os movimentos funcionais; e a fresagem da coroa através de uma máquina controlada numericamente (MIYAZAKI et al., 2009). De acordo com Duret as principais vantagens dessa técnica eram diminuir a grande

dependência manual na fabricação das restaurações protéticas e, ao mesmo tempo, diminuir os custos. Todavia, o aparelho de Duret era demasiado complexo e dispendioso (CORREIA et al., 2006) O primeiro sistema a ser utilizado e comercializado de forma viável foi o CEREC (CEramic REConstruction), desenvolvido por Morman e Brandestini, em 1980, na Universidade de Zurique, Suíça (CORREIA et al., 2006; LIU, 2005; MORMANN, 2004).

Mörmann foi o pioneiro em fabricar próteses dentárias utilizando a tecnologia CAD/CAM. Ele tinha o objetivo de elaborar restaurações que reproduzissem a cor natural do elemento dentário e que oferecessem uma boa durabilidade. Além disso, propunha que essas restaurações fossem produzidas no próprio consultório odontológico e na mesma sessão. Entretanto, as restaurações feitas em resina composta nos dentes posteriores, na época, apresentavam grandes falhas adesivas. Devido a isso o pesquisador acreditava que restaurações inlays seria a solução.

Mörmann contou com o auxílio do engenheiro eletrônico italiano Marco Brandestini para criação de uma impressão óptica dos preparos dentários em três dimensões. Para continuação do projeto, eles necessitavam de um software que armazenasse a informação capturada. Para isso, contaram com a ajuda do jovem francês Ferru, que criou o programa que deu origem ao sistema CEREC I.

Algumas limitações foram percebidas no sistema CEREC I e isto levou ao desenvolvimento do CEREC II, em 1994. O equipamento teve avanços nas questões de software e hardware e agora contava com uma melhor adaptação e design da superfície oclusal. (MACIEL, 2015)

Em 1999 foi lançado o CEREC III, que desenvolvia, além das restaurações simples realizadas pelo CEREC I e II, próteses unitárias e de mais elementos. Em 2003 desenvolveu-se o software 3D para o CEREC III, que trazia como proposta visualização em três dimensões do preparo. Já em 2005 houve a implantação de um novo software, que tornou os processos mais ágeis e proporcionou maior precisão nos contatos interproximais, além da diminuição dos ajustes oclusais (LIU, 2005; MACIEL, 2015).

Matt Andersson, o terceiro pesquisador sobre estudos do sistema CAD/CAM, criou o Sistema Procera™ (Nobel Biocare, Suécia) em 1980. Nessa época, as ligas de Níquel-Cromo eram utilizadas para substituir o ouro devido à crise desse metal

nobre. No entanto, foram detectadas reações alérgicas, o que incentivou a proposta de utilizar o titânio ao invés das ligas metálicas. (MACIEL, 2015)

Na tentativa de produção de copings feitos de titânio, foi desenvolvida a tecnologia CAD/CAM para coroas tipo Veneer (MIYAZAKI et al., 2009). Durante as duas últimas décadas, o desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM levou ao sucesso dessa técnica. Hoje, vários métodos para projetar uma imagem em três dimensões do preparo do dente são utilizados. A substituição de fresas convencionais para pontas diamantadas resultaram em um refinamento da fresagem da peça. O desenvolvimento dos materiais dentários, como óxido de alumínio, dióxido de zircônia e materiais cerâmicos permitem que a usinagem seja realizada de maneira eficiente e fiel (LIU, 2005).

A utilização do sistema CAD/CAM para confecção de próteses cerâmicas totais ou parciais está em ascensão no Brasil. Dentre alguns sistemas comercializados podemos destacar o Sirona inLAB (Sirona Dental Systems GmbH, Alemanha); Nobel Biocare Procera (Nobel Biocare, Suécia); 3M/Espe Lava (3M/Espe, Estados Unidos); Kavo Everest (Kavo Dental GmbH, Alemanha); Cercon (Dentsply Ceramco, Estados Unidos); Zirkozahn (fornecido no Brasil pela empresa Talmax) (KAYATT; NEVES, 2013; MACIEL, 2015). O crescimento dos estudos sobre os materiais dentários e técnicas CAD/CAM se intensificaram ao longo dos últimos 20 anos. Em 2012 completaram-se 25 anos de experiências com CAD/CAM na prática odontológica dentro dos parâmetros de restauração e próteses dentárias (FASBINDER, 2012; Maciel, 2015)

3.1.1 Indicação

O sistema CAD/CAM tem sido utilizado e recomendado por dentistas por sua facilidade e por ser possível trabalhar com uma diversidade muito grande de materiais (PATRONI et al., 2010). As diversas indicações do sistema CAD/CAM devem-se a sua funcionalidade e estética cada vez mais aprimoradas. As reabilitações protéticas livres de metal tem um espaço cada vez maior no mercado e o sistema CAD/CAM oferece infra-estrutura constituída de cerâmicas reforçadas, que tem propriedades mecânicas

relevantes, possibilitando a confecção de coroas unitárias ou de prótese parcial fixa, tanto anterior quanto posterior (FERNANDES et al., 2007).

A produção de restaurações parciais como coroas, pontes e facetas tem grande destaque nessa tecnologia (CORREIA et al., 2006). Os sistemas CAD/CAM são viáveis em relação à adaptação, sendo encontradas nos sistemas atuais discrepâncias marginais iguais ou inferiores a 120µm, um valor considerável clinicamente aceitável. Variações nos valores de adaptação estão na dependência de fatores como sistema de escaneamento e fresagem, material utilizado e tipo de término cervical (UEDA, 2015).

O planejamento e produção da prótese total fresada já vem sendo realizado no sistema CAD/CAM. Nesse modelo a prótese total é dividida em duas partes que são fresadas separadamente: a base da prótese e arcada dentária. Posteriormente essas partes são unidas formando o elemento reabilitador. (WEILI et al., 2017)

Na Implantodontia ganhou destaque com o guia cirúrgico. Os modelos cirúrgicos desenvolvidos com o sistema possibilitam a transferência do planejamento do software para o campo cirúrgico. Os implantes guiados por CAD/CAM possibilitam atualização dos métodos convencionais de trabalhos resultando em economia, ergonomia e funcionalidade. (UEDA,2015). As próteses sobre implante também podem ser confeccionadas utilizando CAD/CAM.

3.1.2 O sistema CAD/CAM

Várias empresas têm desenvolvido sistemas CAD-CAM de alta tecnologia, que se baseiam em três componentes fundamentais: sistema de leitura da preparação dentária (*scanning*), *software* de desenho da restauração protética (CAD) e sistema de fresagem da estrutura protética (CAM ou *milling*) (Tinschert et al, 2004; Liu; 2005).

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

- 1) um sistema de aquisição de dados informativos sobre a morfologia dos preparos e/ou das estruturas adjacentes interessante 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. 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 (escaneamento) e quando mais elaborados forem os *softwares* de gestão e os sistemas de fresagem.

Podemos classificar o sistema CAD/CAM de acordo com a localização de seus componentes. Pode ter três disponibilidades:

– Produção Chairside: Nessa situação, os elementos CAD/CAM estão situados no consultório odontológico. Os trabalhos realizados no passado em laboratório agora são executados dentro do consultório. Utiliza-se uma câmera intraoral como sistema de digitalização, agilizando produção da peça na mesma sessão.

– Produção em laboratório: A atuação acontece entre o dentista e o laboratório de prótese. A impressão é enviada ao protético, que confecciona um modelo principal. Esse é escaneado e processado através do software. Ou pode-se gerar um modelo virtual através de escaneamento intraoral do paciente. Os dados capturados são utilizados para projetar a peça final, que é fresada também no laboratório.

– Produção centralizada: Nessa situação temos a confecção da peça efetuada por um centro de produção do próprio fabricante. O modelo é escaneado e o envio da imagem acontece através da Internet a uma central de fresagem da mesma empresa. Os dados fornecidos são utilizados para elaborar o trabalho protético que, quando efetuado, é enviado ao cirurgião dentista (BEUER; SCHWEIGER; EDELHOFF., 2008), mas por ser muito centralizador esse sistema caiu em desuso.

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. (CORREIA et al., 2006)

Podemos classificar ainda os sistemas CAD/CAM em fechados ou abertos.

No passado, a digitalização, a concepção e a fabricação eram fechadas, ou seja, apenas equipamentos e insumos da mesma empresa poderiam ser usados entre si. Já sistema aberto traz a interação entre os programas. Oferecendo a comercialização de cada parte do sistema CAD/CAM separadamente cria-se uma flexibilidade muito maior: os dados coletados de uma fonte poderão ser combinados com um *software* apropriado para posterior fabricação do objeto (NOORT, 2012).

A vantagem um sistema aberto é a possibilidade de poder 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 (TINSCHERT et al.,2004).

Os sistemas CAD/CAM podem ser definidos como um padrão integrado, pois usufruem de etapas diversificadas para a elaboração de um trabalho de qualidade. A funcionalidade e a estética são bases para instituir a tecnologia CAD/CAM nos padrões atuais, considerando um aperfeiçoamento na execução de procedimentos restauradores através de um sistema todo informatizado (CORREIA et al., 2006).

Algumas considerações devem ser feitas à preparação dental previamente à digitalização da estrutura. Além dos pressupostos habituais referentes à espessura do corte e ao material a utilizar, a estrutura dentária remanescente não deve ter ângulos vivos. As estruturas são executadas em cerâmica, e a presença de ângulos vivos induziria linhas de fratura do material. Além disso, o sistema de maquinação da peça protética, sobretudo a forma da ponta da broca e a sua espessura, não consegue reproduzir ângulos desse tipo. Normalmente, a linha de acabamento ideal nesses

sistemas é o chanfro largo ou ombro com ângulo interno arredondado (TINSCHERT et al., 2004)

3.1.3 Digitalização dos modelos

Nas atividades diárias do cirurgião-dentista são essenciais os modelos de gesso, principalmente na ortodontia e em procedimentos restauradores. Com o surgimento da digitalização de modelos ou escaneamento intraoral, agilizou-se o trabalho na odontologia. Isso evita algumas situações, que até então, eram vistas como não vantajosas: o desconforto do paciente com o procedimento de moldagem convencional, uma comunicação inadequada com o laboratório e grande espaço necessário para o arquivamento dos modelos produzidos. Com o advento da tecnologia CAD/CAM, os dados processados pelos escaneamentos são transmitidos a um *software* que faz o planejamento do trabalho e, posteriormente, produz a peça através de blocos cerâmicos. Esses procedimentos são realizados sem a existência de uma cópia física dos arcos dentários (POLIDO, 2010).

O profissional poderá escolher entre dois métodos para obtenção do modelo digital: por impressão óptica (através de um escâner intraoral ou impressão convencional, quando se faz a confecção do modelo de gesso, e logo após é realizada a sua digitalização (escâner extraoral) (IRELAND et al., 2008).

A primeira impressão digital intraoral utilizando uma restauração protética foi produzida em 1985. O uso de escâneres de laboratório e escâneres intraorais, em particular, ganhou relevância nos últimos anos principalmente por seu uso facilitar o fluxo de trabalho e evitar imprecisões ligadas ao método convencional de moldagem (BOEDDINGHAUS et al., 2015).

3.1.4 Escâner

CAD INDIRETO

Os sistemas CAD se diferenciam entre si pelo tipo de escâner e pelas características do software. Segundo Kayatt et al. (2013b), a função CAD tem como etapas o escaneamento do preparo e, posteriormente, o seu planejamento em um

software. O CAD Indireto é aquele utilizado exclusivamente em laboratório. Existem atualmente no mercado diversificados sistemas de CAD Indireto. Alguns deles:

- InEos Blue e InEos X5 - da marca alemã Sirona;
- ARCTICA® Scan - do Sistema ARCTICA®, da marca KaVo Dental, de origem alemã;
- Lava Scan ST Dental System - do Sistema Lava, da marca 3M ESPE, dos Estados Unidos;
- Zirkonzahn® - da marca Zirkonzahn®, de origem italiana.

O sistema CAD Indireto utiliza a impressão convencional que é realizada por meio da moldagem do preparo do modo tradicional, através de moldagem e modelagem de gesso, para obtenção um modelo. Depois, esse modelo de gesso é submetido a um processo de digitalização com auxílio de um escâner - que poderá ser mecânico ou óptico, que pode variar de acordo com o sistema CAD/CAM utilizado.

O escâner mecânico por meio de um contato tátil de uma esfera de rubi no modelo, vai copiando a geometria do gesso. Os dados fornecidos são enviados diretamente a um software. Esse tipo de escâner oferece ao laboratório grande precisão, todavia o tempo de digitalização é maior do que dos demais escâneres ópticos. (MACIEL., 2015)

Os escâneres ópticos utilizam de feixes de luz ou laser, onde sensores capturam o reflexo desses feixes na superfície do modelo. Essas informações são enviadas a um software que produzirá o modelo digital. O sistema ainda permite a digitalização do arco antagonista, o que possibilita um registro digital da mordida disponibilizando, no final uma oclusão virtual. (HILGERT et al., 2009).

CAD DIRETO

O CAD Direto ou também de CAD de consultório ou intraoral tem como função a digitalização do preparo diretamente em boca sem a necessidade de procedimentos de moldagem.

Há disponível no mercado diversas marcas comerciais de CAD Direto que se diferenciam, em grande parte, pela potência da câmera intraoral, que gera arquivos diversos possíveis de serem utilizados em variados softwares; pelas possibilidades de execuções a partir de um mesmo programa de computador; e a probabilidade de

realizar trabalhos com a interação de outros equipamentos CAM (POTICNY 2010; KAYATT et al., 2013c).

Alguns sistemas CAD Direto disponíveis:

- CEREC Bluecam e o CEREC OminiCam - da marca Sirona Dental Systems GmbH, da Alemanha;
- LAVA C.O.S - da marca 3M ESPE, com origem dos Estados Unidos.

CAD Direto tem como principal vantagem a ausência do procedimento de moldagem do paciente. Depois da preparação do elemento dentário, o escâner intraoral é direcionado sobre o local e as imagens são obtidas por meio da impressão óptica. Os dados coletados a partir dessas imagens são recebidos em um software para elaboração do modelo digital (HILGERT et al., 2009).

Se por um lado o escâner intraoral oferece conforto ao dentista e ao paciente, por outro se apresenta como um técnica sensível à presença de sangue e saliva durante o procedimento que pode acabar levando à falha da técnica, já que se tratam também de escâneres ópticos. Esses últimos por sua vez só capturam apenas imagens perfeitamente visíveis. A região subgengival do remanescente dentário, onde normalmente fica situado o término do preparo, pode ficar comprometida na presença de tais fatores, embora alguns estudos clínicos comprovem que essas implicações são raras (BOEDDINGHAUS et al., 2015)

3.1.5 O Planejamento

O sistema CAD/CAM oferece a possibilidade de confecção de inlays, onlays, coroas unitárias, infra-estruturas, *abutments* para implantes, restaurações provisórias, dentre outros. Essas peças são confeccionadas por meio um planejamento elaborado por um software (HILGERT et al., 2009). Depois da digitalização do preparo, os dados armazenados são enviados a esse software que possibilita ao profissional desenhar a peça a partir de ferramentas específicas do próprio programa. Devido a esse

processo o profissional habilitado para essa função deve ter conhecimento de informática (CORREIA et al., 2006).

Esse software traz consigo a possibilidade de vir unido ao escâner de fábrica ou pode ser conectado através de uma porta USB, adquirida depois. Na atualidade existem diversos gêneros de softwares que são constantemente aprimorados. (MACIEL.,2015)

Com a confecção do modelo digital após o escaneamento, o programa possibilita delimitar o término cervical, realizar o troquelamento e permitir a exposição da área a ser trabalhada. Outros softwares permitem ainda desenhar a peça propriamente dita. O desenho de coroas é originado por uma base de dados presente no programa, que disponibiliza ainda ferramentas de ajuste para o operador poder alterar a peça, se desejar, personalizando o trabalho. Esses programas são muito ágeis, possibilitando que o planejamento da restauração seja concretizado em alguns minutos (ALMASRI et al., 2011).

Portanto, a função do software é fornecer, além de agilidade no processo de planejamento, a facilidade de execução. Os programas para consultório utilizados para confecção de inlays, onlays e coroas devem oferecer praticidade e simplicidade de execução ao cirurgião dentista. Para o laboratório, por sua vez, o programa deverá abranger possibilidades restauradoras distintas para situações clínicas diferenciadas (HILGERT et al., 2009).

3.1.6 O CAM

Conceitualmente CAM refere-se à produção da peça planejada pelo CAD. Portanto, é a manufatura dos procedimentos realizados anteriormente (KAYATT et al., 2013d), é a peça propriamente dita. A usinagem da peça é concretizada pelos comandos digitais produzidos por computadores, oferecendo assim, precisão de acordo com os dados captados. Esses códigos é que subsidiam o controle dos eixos da máquina para a fresagem do material resultando na redução do tempo de programação manual da fresadora, o que evita erros de atuação. Os dados coletados através do escaneamento enviado para o software é que ditam a sequência e o tipo de eixo da máquina que serão precisos para a usinagem de uma peça fiel. Quanto maior o número de eixos de uma fresadora, maior o seu custo. Mas a sua precisão de

usinagem será superior à daquelas que possuem um menor número de eixos (BERNARDES et al., 2012).

Segundo Kayatt et al. (2013d), a produção da peça pode ser efetuada por um dos três equipamentos com sistema CAD/CAM:

- Equipamento para consultório (CEREC);
- Equipamento para grandes laboratórios (Lava - 3M ESPE, Zirkozahn®);
- Centrais de usinagem (Nobel - PROCERA).

O parâmetro designado para tecnologia assistida por computador é baseado no uso de computadores que servirão para auxiliar na concepção, análise e fabricação de produtos. Esses produtos são elaborados a partir de um sistema de adição, como a prototipagem rápida, ou através de um sistema de subtração - como por controle numérico computadorizado. (MACIEL, 2015)

O sistema de adição fabrica o objeto através de camadas sucessivas do material escolhido. Já o sistema por subtração utiliza imagens oriundas de um arquivo digital para produzir um objeto removendo mecanicamente o material até atingir a geometria desejada. O processo de subtração através do sistema CAD/CAM é o mais usado na fabricação de onlays, inlays, coroas fixas, próteses removíveis, próteses sobre implantes e subestruturas para próteses representando esse um método atual de projetar e desenvolver trabalhos odontológicos (BIDRA; TAYLOR; AGAR, 2013).

3.1.7 Principais Sistemas CAD/CAM disponíveis no mercado

CAD/CAM Cerec

O sistema Cerec, como já mencionado, foi desenvolvido na universidade de Zurique e foi o primeiro sistema CAD/CAM a alcançar êxito clínico e comercial. Por esse sistema é efetuada uma leitura óptica sem contato com a impressão dentária. O método de medição utilizado é o da triangulação ativa, com uma resolução de 25 microns.

Desde o primeiro sistema a ser usado em odontologia (Cerec 1®), mudanças significativas nos softwares têm sido realizadas a fim de melhorar o seu desempenho

(UEDA, 2015). O sistema CAD/CAM veio como uma alternativa para a automatização de um processo manual, oferecendo uma melhora na qualidade e reprodutibilidade das peças, com um aumento precisão e qualidade do planejamento, levando a um aumento da eficiência das peças (BEUER et al, 2008).

Os sistemas são resultados de diversas pesquisas de softwares e hardwares e o operador requer um mínimo conhecimento em computação para utilizá-lo (MARTÍNEZ, 2004).

O sistema Cerec I foi lançado no mercado odontológico em 1985, e foi o primeiro a usar a tecnologia CAD/CAM (UEDA 2015). Este sistema na modalidade "chairside", representa uma revolução tecnológica na área da medicina dentária, porque tornou possível realizar inlays, onlays, facetas e coroas de uma forma simples, rápida e eficaz (LIU, 2005).

Tempo depois, foi lançado no mercado o Cerec II, que prometia suprir as limitações do Cerec I, e em 2000 foi lançado no mercado o Cerec III, o qual possui um desgaste mais rápido e mais eficiente, com um escâner de leitura óptica em 3D de alta precisão e pode produzir uma ou múltiplas restaurações de uma única vez (UEDA, 2015).

Dentre as desvantagens do sistema podemos citar o fato de o bloco de cerâmica ser fresado manualmente no final do processo, já que durante a confecção, o bloco é seguro por um dos lados para que seja realizada a fresagem (CORREIA et al., 2006). O principal problema relatado com a utilização desse sistema consiste na adaptação marginal. (BEUER, 2009)

CAD/CAM Zirkonzahn

A Zirkonzahn é uma empresa italiana que disponibiliza variados módulos de softwares para o planejamento de suas restaurações. A fresadora deste sistema é de 1500W e 350kg, a qual suporta todas as vibrações durante o processo de fresagem, atribuindo grande vantagem a este sistema. Tem também como vantagem a tecnologia comprovada de fresagem simultânea de 5+1eixos. Até 2003 era o único sistema que conseguia fazer fresagem de pontes de 14 dentes. (FERREIRA, 2020)

Com este sistema é possível confeccionar inlays, onlays, facetas, pontes aparafusadas sobre implantes, attachments e barras. Permite a fresagem de todos os

materiais macios e duros, como zircônio, resina, cera, metal pré-sinterizado, cromo cobalto e titânio, vitrocerâmico e compósito (FERREIRA, 2020).

Este sistema é possuidor de um escâner óptico de luz totalmente automático, com duas câmaras de alta resolução e detecção automática da margem dos preparos. É um sistema flexível, de fácil utilização, e tem a possibilidade de modelar e fresar simultaneamente sendo sua grande. O software CAD Zirkonzah, possibilita a criação e salvamento dos arquivos e projetos executados, assim como, as informações de identificação do dentista, técnico e tipo de trabalho efetuado também são salvas nesse programa. Possui também a possibilidade de registrar as fotografias do paciente, que são organizadas dentro do próprio software. (FERREIRA, 2020).

O software foi desenvolvido por protéticos é composto por imagens, vídeos e instruções e oferece várias soluções para tornar o processo de trabalho ainda mais eficaz. O software tem a função de suporte e traz economia de tempo. Têm como objetivo desenhar o processo de trabalho digital da forma mais intuitiva e simples possível (FERREIRA, 2020).

CAD/CAM Procera

O PROCERA foi o primeiro sistema a produzir infraestruturas de coroas, pontes e abutments para implantes (UEDA, 2015).

O processamento dos dados é feito por um programa específico do sistema Procera, que utiliza o sistema operacional Windows, onde as informações obtidas do escâner são convertidas em pontos tridimensionais, que reproduzirão com alta fidelidade, os contornos do preparo dentário na tela do computador (UEDA, 2015; FERREIRA, 2020).

O funcionamento do sistema baseia-se na leitura, via “escâner”, de um troquel e na transferência dos dados ao computador que comanda a produção de um coping de alumina densamente sinterizada para receber, futuramente, a aplicação de porcelana matizada, constituindo assim a coroa protética (Correia et al 2006).

Apesar da elevada dificuldade técnica destes procedimentos, uma adaptação marginal das coroas Procera com espaçamento entre 54 µm e 64 µm, está dentro dos parâmetros clinicamente aceitáveis. Os copings podem então ser produzidos em alumina de alta pureza (0,4 mm de espessura nos casos que exijam uma estética

apurada ou 0,6 mm nas restantes indicações) ou em zircônio (0,7 mm) quando necessária uma maior resistência do material. (Ferreira et al 2014; Correia et al 2006)

O sistema Procera resulta em uma excelente estética (translucência natural), resistência e durabilidade e é indicado para a fabricação de coroas unitárias anteriores e posteriores. Estima-se que o sistema Procera tenha produzido mais de 5 milhões de unidades protéticas, tornando-se assim um sistema CAD/CAM de êxito. (CORREIA et al., 2006). No entanto, é um sistema pouco utilizado atualmente.

CAD/CAM Everest

O Everest é um sistema onde a restauração protética é desenhada num software CAD, e posteriormente fresada por movimentos de corte de cinco eixos (CORREIA et al., 2006).

Dentre as vantagens do sistema Everest a que mais se destaca é o número de eixos da unidade de fresagem, pois é um dos parâmetros que mais influência na capacidade de detalhes geométricos das restaurações (CORREIA et al., 2006). A boa adaptação marginal da peça também é outra vantagem e possibilita que o produto final seja utilizado em regiões anteriores e posteriores (UEDA 2015).

Como vantagem 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 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).

De acordo com UEDA, (2015) dentre as vantagens da utilização dessa tecnologia destacam-se:

- a melhor reprodutibilidade e precisão dimensional,
- menor tempo de confecção,
- possibilidade de utilização de novos sistemas cerâmicos e confecção de restaurações totalmente em cerâmica, que possuem estética superior quando comparadas às metalocerâmicas produzidas pelas técnicas convencionais.

Trost et al., (2006) destacaram ainda os tratamentos em sessão única, menor tempo de consulta, estética, precisão, além de evitar restaurações e cimentações provisórias como vantagens dessa tecnologia.

CAD/CAM Lava

O Lava é outro sistema onde 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 e-mail para o laboratório que possui a fresadora, a qual irá fresar os blocos pré-sintetizados. Indicada para coroas unitárias anteriores, posteriores e PPF de três a quatro elementos (UEDA, 2015).

O sistema Lava C.O.S. utiliza o CAD direto, ou seja, tem a digitalização do preparo diretamente em boca sem a necessidade de procedimentos de moldagem (Ferreira, 2020).

Limitações existem tanto no sistema CAD/CAM clínicos como nos laboratoriais e isso acaba por afetar a precisão da adaptação. Dentre eles, podemos citar limitações de uso de alguns softwares utilizados para desenho das restaurações, assim como limitações do hardware utilizado, como a câmera, o equipamento de escaneamento e as máquinas de usinagem (UEDA, 2015).

Trost et al., (2006) relatam que a falta de confiança que o clínico pode ter em utilizar um sistema computadorizado e a falta de interesse em aprender um novo conceito são algumas das desvantagens do sistema, bem como UEDA (2015) relembram que os custos para aquisição dos equipamentos e o treinamento para operar o sistema também é um ponto negativo dessa tecnologia.

3.1.8 Fresadoras e impressoras 3D presentes no atual mercado.

Fresadoras Zirkonzahn®

Dentre as fresadoras que contemplam a linha compacta M1 estão:

- Fresadora **M1 abutment**: contém quatro eixos de processamento controlados por computador e seis trocadores de ferramentas. Essa fresadora tem a capacidade de fresar os seguintes materiais: abutment pré-fabricados, blocos de pontes pré-fabricadas e alguns compósitos.
- Fresadora **M1 Soft**: possui 5+1 eixos de processamento controlados por computador e oito trocadores de ferramentas. Essa máquina é capaz de fresar os seguintes materiais: zircônia, resina, cera, madeira e metal sinterizado (ZIRKONZAHN, 2015).
- Fresadora **M1 Wet**: apresenta 5+1 eixos de processamento controlados por computador e oito trocadores de ferramentas. Essa máquina tem a capacidade de fresar os seguintes materiais: zircônia, resina, cera, madeira, metal sinterizado, cromo-cobalto, titânio, vidro-cerâmica e alguns compósitos (ZIRKONZAHN, 2015).
- Fresadora **M1 Wet Heavy Metal**: possui 5+1 eixos de processamento controlados por computador e seis trocadores de ferramentas e ainda consegue trabalhar os seguintes materiais: zircônia, resina, cera, madeira, metal sinterizado, cromo-cobalto, titânio, vidrocerâmica, blocos de titânio abutment pré-fabricados, blocos de pontes pré-fabricadas e alguns compósitos (ZIRKONZAHN, 2015).

A Ivoclar Vivadent lançou quatro novas fresadoras sob o nome de PrograMill. O portfólio oferece uma unidade de moagem apropriada para cada grupo-alvo.(IVOCLAR VIVADENT,2021)

Abaixo todas as unidades em detalhes.

PrograMill PM7

Conta com uma tecnologia avançada para a produção precisa e eficiente de restaurações dentárias.

De acordo com o fabricante as características da máquina são:

- A presença de servmotores para mais alto nível de velocidade;
- 970 watts de potência para resultados de som;
- Processo de usinagem de 5 eixos controlado por computador integrado com monitor touch-screen,

- Operação híbrida: mudança automática entre operação úmida e seca que é adequada para uma gama de indicações e de materiais e trocador de ferramenta de 20 posições para processamento independente.

A boa cooperação do trocador de material e ferramenta permite uma produção independente e consistente. Os 8 discos / 48 blocos IPS e-max no trocador de material e até 20 ferramentas no magazine garantem que a estratégia de processamento individual correta seja usada. (IVOCLAR VIVADENT, 2021)

O tanque PrograMill, com capacidade de enchimento de 15 litros, garante automação durante o processamento úmido e a unidade de sucção é idealmente adaptada aos requisitos das máquinas de fresamento PrograMill. O uso da tecnologia de ciclone permite que até 95% das partículas grossas sejam separadas em um estágio de pré-separação. (IVOCLAR VIVADENT, 2021)

Dentre os materiais utilizados temos IPS e.max CAD, IPS e.max ZirCAD, IPS Empress CAD, Tetric CAD, Telio CAD, Colado CAD CoCr4, Colado CAD Ti5, Ivotion, Ivotion Dent, Ivotion Dent Multi, Base Ivotio, ProArt CAD.

De acordo com o fabricante a máquina é indicada para confecção de coroas parciais, coroas, inlays, onlays. Pontes, pontes híbridas, próteses totais digitais, abutments individuais. (IVOCLAR VIVADENT, 2021)

Uma ampla seleção de ferramentas oferece grande possibilidade de processamento. As ferramentas PrograMill são projetadas especificamente para diferentes materiais CAD / CAM e codificadas por cores por meio de um anel no eixo. Cada cor representa um material diferente e os materiais também são marcados com cores, assim como, as cores também são usadas nos painéis operacionais das máquinas do PrograMill. Isso permite um gerenciamento de ferramentas fácil e intuitivo e é especificamente adequada para grandes laboratórios dentários e centros de fresagem. (IVOCLAR VIVADENT, 2021)

PrograMill PM5 e PM3

As duas unidades são adequadas para processamento úmido e seco e ambas são apropriadas para uma ampla variedade de materiais e indicações. Em contraste com o PrograMill PM3, o PrograMill PM5 tem um trocador de material de 8 vias

integrado. Isso permite que a unidade processe várias ordens de produção com diferentes materiais e indicações. Estratégias de fresamento individual permitem tempos de processamento curtos para as restaurações fornecidas. PrograMill PM5 atende ao aumento da demanda por automação em laboratórios de médio porte, enquanto o PrograMill PM3 é a mais indicada para laboratórios menores. (IVOCLAR VIVADENT, 2021)

PrograMill One

É uma fresadora de 5 eixos inteligente e muito compacta sem fio e pode ser colocada em qualquer lugar do laboratório e é operada por meio de um tablet ou smartphone através de um aplicativo. Apresenta a tecnologia de torno-fresamento de 5 eixos (5XT) onde bloco que está sendo processado se move ao redor da ferramenta. A alimentação permanece consistente, a ferramenta nunca sai da peça de trabalho. Isso permite tempos de fresamento curtos e baixo consumo de ferramenta. Dependendo do material e da indicação, são utilizadas estratégias de processamento validadas e individuais. Essa máquina foi desenvolvida especialmente para o processamento de materiais IPS E-max. e é adequada para a produção de restaurações de uma a três unidades. (IVOCLAR VIVADENT, 2021)

A DGShade by Roland DG também apresenta um número significativo de fresadoras no mercado. Dentre seus últimos lançamentos temos:

A DWX- 52DCi- é o último lançamento da marca, pode-se trabalhar com os materiais, escâneres e softwares CAD / CAM que desejar. Os usuários não estão vinculados a um único software ou fabricante. Apresenta trocador de disco automático (ADC) onde um novo sistema de fixação por encaixe para o trocador de disco automático permite o carregamento de até seis discos de 98,5 mm para fresagem contínua de múltiplos trabalhos em zircônia, cera, polimetilmetacrilato (PMMA), resina composta, PEEK, gesso, metal macio sinterizado e resina de fibra reforçada. Além disso, um adaptador de material tipo pino permite preparar e fresar oito blocos sem interrupção. (ROLANDDDG, 2021)

Possui um Trocador Automático de Ferramentas (ATC) que carrega até 15 estações com uma variedade de ferramentas revestidas com diamante, carbide e ferramentas híbridas DGSHAPE da Roland DG para fresar continuamente trabalhos em diferentes materiais sem interromper a produção. Ainda contempla Controle Inteligente de Ferramentas composto por um painel virtual de fácil manuseio capaz de mudar automaticamente as fresas já usadas. (ROLAND DG, 2021)

Um sistema resistente compõe a fresagem de 5 eixos que é acionado com total estabilidade e pode fresar próteses dentárias complexas com qualidade excepcional. Os discos, que giram e inclinam simultaneamente através de 5 eixos de movimento, permitem fresar cavidades profundas, próteses de arcadas inteiras e as anatomias mais complexas. (ROLAND DG, 2021)

A Roland DG (2021) ainda comenta sobre o novo software intuitivo usado para controle das operações de fresagem sendo este composto pelo software DWINDEX, que permite aos usuários planejarem, identificarem e gerenciarem operações para assegurar um melhor controle sobre a produtividade da máquina. Oferece acúmulo de dados e análise para os seguintes recursos principais:

Tempo de operação por ferramenta;

Tempo de operação por disco;

Tempo de operação da unidade (dia / semana / mês);

Log de erros;

Histórico de materiais usados;

Histórico de materiais finalizados;

Eixo substituível facilmente.

Capaz de confeccionar próteses e restaurações permanentes em zircônia e materiais compostos de alta precisão, copings, seja em cera ou zircônia, proporciona maior precisão em aplicações de porcelana, fresa várias próteses fixas de qualquer tamanho em uma ampla variedade de materiais. Crie restaurações anteriores como

facetadas em zircônia, PMMA, materiais de resina composta dentre outros. Produz inlays e onlays em diversos materiais, abutments e attachments, incluindo abutments híbridos com uma base de Ti, cimentadas, etc. Com sua produção de troca automática de disco e ferramenta, o DWX-52DCi fresa sem esforço estruturas de PPR, barras, placas de mordida, guias cirúrgicos e outros trabalhos de restauração. (ROLAND DG, 2021)

DWX-52D - Capaz de produzir uma ampla gama de restaurações, incluindo coroas, copings, pontes, inlays e onlays, facetadas, pilares, barras de implantes, coroas aparafusadas, próteses digitais, modelos, guias cirúrgicos e placas de mordida.

De acordo com o fabricante, essa máquina apresenta como característica:

- Precisão de 5 eixos para fresagem de zircônia, cera, PMMA, resina composta, resina reforçada com fibra de vidro, resina composta e materiais de cromo cobalto sintetizado;
- Trocador automático de ferramentas (ATC) com até 15 brocas;
- Operação amigável, com apenas o toque de um botão;
- Melhor manuseio de discos, melhor gerenciamento de ferramentas e outros recursos. (ROLAND DG, 2021)

A **DWX-42W** da DGSHAPE, permite fresar vitrocerâmicas e resinas compostas com alta precisão e qualidade.

- Produção de alta velocidade com fuso (spindle) exclusivo DGSHAPE
- Trocador de ferramentas automáticas expandido para 6 ferramentas para fresagem contínua
- Conexão e comunicação de rede LAN para conectar com outros equipamentos em rede
- Interface de usuário do VPanel para fácil monitoramento de trabalhos e ferramentas. (ROLAND DG, 2021)

A **DWX-4** - Trata-se de um equipamento ideal tanto para laboratórios que estão apenas começando no segmento de odontologia digital quanto aqueles que necessitam de uma segunda máquina para trabalhos urgentes.

A fresagem de 4 eixos simultâneos é realizada por um único botão. Caracteriza-se ainda pelos diversos recursos intuitivos como a luz de LED codificada por cor – para sinalizar o status da máquina - e o trocador automático de ferramentas, proporcionando uma fresagem precisa e autônoma do início ao fim. Inclui um trocador de ferramentas automático (ATC) para duas ferramentas, e pode ser aprimorado com a adição de um outro opcional que suporta até quatro diferentes tamanhos. Com a braçadeira opcional de múltiplos pinos, a DXW-4W pode usinar até quatro próteses dentárias em uma única produção. Fresa diferentes materiais simultaneamente economizando tempo, trabalho e custos.(ROLAND DG, 2016)

A fresadora dentária compacta DWX-4 é equipada para usinar discos, blocos e materiais tipo pino, incluindo cera, PMMA e zircônia, além de cerâmica híbrida e resinas (como VITA ENAMIC® e 3M™ ESPE™ Lava™ Ultimate Restorative) reconhecidas na indústria pela força e estética superiores. Podem ser finalizadas em pouco tempo, sem queima, o que reduz drasticamente o tempo de produção. (ROLAND DG, 2016)

DWX-4 oferece o recurso multicast, que permite conectar até quatro máquinas Roland DG em um computador. A fresadora dentária compacta permite o controle de todo o processo no local, com um único software, maximizando os investimentos e recursos. Apresenta ainda o VPanel que fornece controles avançados. Assim os usuários podem operar todos os diagnósticos, calibração e processos de fresagem da máquina a partir de uma área de trabalho. Também rastreia o tempo de operação do eixo, da ferramenta, da pinça e do tempo geral do equipamento para efeito de manutenção. (ROLAND DG, 2016)

Essa máquina possui um soprador integrado impede o acúmulo excessivo de poeira, enquanto um gerador de íons negativos reduz a eletricidade estática ao fresar PMMA. Um sensor de coleta de poeira evita que a máquina seja iniciada se o vácuo estiver desligado. (ROLAND DG, 2016)

A DWX-4 é fornecida com o software EasyShape CAM, compatível com os tipos de arquivo STL. A arquitetura aberta da fresadora dental permite a produção com os materiais mais atuais, bem como com o software CAD/CAM e escâneres para não limitar a tecnologia a ser utilizada. Compatível com RML-1 e NC code, a DWX-4 conecta-se ao computador por meio de um conector USB. (ROLAND DG, 2016)

Impressora 3D SONIC MINI 4K – PHROZEN

De acordo com o fabricante essa impressora apresenta resolução de 35µm e 722 PPI, com uma grande área de impressão de 13cm por 7,5cm, produzindo modelos altamente detalhados, exatamente iguais ao seu desenho, independentemente do tamanho impresso. Toda a área de impressão imprime uniformemente.

Possui tela LCD monocromática imprime até 4 vezes mais rápido do que as impressoras 3D tradicionais, levando apenas dois segundos para imprimir uma camada.

Ainda garante ser uma modelo com grande facilidade de uso onde basta usar uma unidade flash USB para enviar seus dados para a impressora que é compacta e leve, fácil de armazenar e se encaixa em diferentes configurações para uso pessoal ou profissional.

Apesar do fabricante relatar que a máquina de impressão funciona melhor com Aqua-Gray 4K da Phrozen, também é compatível com resinas de terceiros e imprime dois modelos odontológicos em uma hora ou oito modelos em três horas, cinco guias cirúrgicos em duas horas, setenta coroas para injeção ou fundição em uma hora, quatro fixas inteiras para injeção em trinta minutos, setenta coroas provisórias em uma hora e duas placas miorelaxantes em uma hora. Sendo assim é ideal para confecção de modelos odontológicos, peças para injeção/prensagem, gengiva artificial, guia cirúrgico, provisórios, placas miorelaxantes, prótese total tanto a parte da gengiva como a confecção dos dentes, moldeiras individuais.

Impressora 3D PHOTON S- ANYCUBIC

Essa impressora suporta impressão offline com sistema operacional integrado melhorando assim a estabilidade de impressão.

Apresenta Trilho linear duplo de eixo Z que ajudou na estabilidade do eixo Z, contribuindo para suavizar a superfície e reconstruindo mais detalhes.

Sistema de filtragem de ar comporta ventiladores duplos para ventilação e filtragem de ar com carvão ativado podem efetivamente reduzir a divergência de odores. O

Módulo UV atualizado adota iluminação UV de matriz e tela de alta resolução de 2k, distribuição uniforme de energia, ambas características contribuem para aumentar a precisão do protótipo.

3.1.9 Materiais e Sistemas CAM

Os materiais utilizados para a fresagem da estrutura protética são blocos ou discos pré-fabricados dos seguintes materiais: cerâmica de vidro reforçada com leucita, alumina reforçada com vidro, alumina densamente sintetizada, Y-TZP Zircônia (Yttrium-tetragonal zirconia polycrystal) com sinterização (parcial ou total), titânio, ligas preciosas, ligas não-preciosas e acrílicos de resistência reforçada (CORREIA et al., 2006).

Os blocos pré-fabricados ou discos são adicionados às fresadoras para usinagem das peças por meio de redução seletiva com brocas ou pontas diamantadas. O material deve permitir a usinagem de forma rápida ou em tempo viável para o uso clínico no consultório odontológico, e também suportar os efeitos da fresagem. São materiais biocompatíveis, duráveis, com baixa taxa de fraturas e de alta qualidade por se tratar de materiais sem porosidades e imperfeições internas que resultam de fabricação sob condições ideais, de composição homogênea, de material único e de forma densa.(NUNES, 2012).

Depois de selecionado o material, os blocos pré-fabricados são submetidos a um processamento, usando métodos de subtração (que remove material de um bloco de partida para obter a forma desejada) ou usando métodos aditivos usados na prototipagem rápida. Nos métodos aditivos o processamento tira as informações de um arquivo CAD que é então convertido em um arquivo de estereolitografia (STL). O desenho feito neste processo é aproximado por triângulos e fatias que fornecem a informação de cada camada que será impressa. A maioria dos métodos de usinagem são subtrativas, ou também chamados de usinagem, tais como como fresagem, torneamento ou perfuração, usa com cuidado movimentos planejados da ferramenta para cortar material de uma peça de trabalho para formar o objeto desejado (JAIN et al., 2016; TORRES et al., 2009). A restauração final é removida por corte de um bloco pré-formado de material restaurador em uma câmara de moagem (SUTAN, 2013). A fresagem é feita segundo o número de eixos (3 a 6 eixos), dependendo do sistema

em questão (CORREIA et al., 2006), quanto mais eixos possíveis, maior complexidade da usinagem. No entanto, a qualidade das restaurações não depende exclusivamente do número de eixos em que a máquina pode processar o design. A qualidade da usinagem depende da digitalização, processo de informação e produção (PÉREZ; VARGAS, 2010; FARIAS et al 2018). A fresagem com precisão milimétrica garante o assentamento perfeito sobre o preparo ou sobre a conexão protética.

Os dispositivos são classificados de acordo com o número de eixos de fresagem:

Equipamento de três eixos: tem movimento em três direções espaciais (X, Y e Z), cada eixo traduz-se em um valor que gerará os movimentos de fresagem necessários para obter a restauração projetada. Nesses equipamentos os movimentos de fresamento não serão feitos em eixos divergentes ou convergentes. O equipamento de três eixos usa todas as áreas dentárias e pode girar a um padrão de usinagem de 180 ° no transcurso do processo internamente e externamente. Tem a vantagem de desgastar menos os equipamentos e ter um tempo de processamento mais curto. Exemplo destes equipamentos são os Inlab (Sirona, Bensheim, Alemanha), Lava (3M ESPE) e Cercon Brain (DeguDent) (FARIAS et al 2018).

Equipamento de 4 eixos: adicional ao X, Y e Z, esses equipamentos possuem uma ponte de tensão (eixo A), isto é, sobre o qual o material cerâmico é suportado, onde o componente pode ser girado com variabilidade infinita e como resultado é possível ajustar a ponte de tensão em que o fuso de fresamento está apoiado, alcançando um maior deslocamento vertical e, assim, o material é salvo a tempo do processamento, exemplo desse equipamento: Zeno (Wieland- -Imes) (FARIAS et al., 2018)

Equipamentos de 5 eixos: além dos três eixos espaciais (X, Y, Z) e a rotação da ponte de tensão (A), há equipamentos com os quais é possível que o fuso de usinagem também rotacione, gerando outro eixo de rotação (B). Isso permite geometrias complexas da máquina com subsecções como estruturas de próteses fixas com vários pânticos, pilares e estruturas anatômicas. Exemplo deste sistema é o Kavo Everest (Biberach, Alemanha) (FARIAS et al., 2018).

De acordo com Alghazzawi, (2016) a principal diferença entre uma fresadora com 4 e 5 eixos é o número de rotações. Na máquina com 4 eixos o bloco pode girar em torno dos eixos X apenas (rotação A), mas nos 5 eixos, o bloco gira em torno dos

eixos X (rotação A) e o fuso gira em torno dos eixos Y (rotação B). Além disso, restaurações fresadas com uma unidade de fresagem 5 eixos têm uma maior precisão do que aqueles fresados com uma unidade de fresagem 4 eixos, pois a unidade de fresagem 5 eixos, pode fresar cortes menores em todas as direções. Nem todas as unidades de fresamento de 5 eixos são iguais devido às diferenças na quantidade de rotações A e B.

3.2 RESULTADOS

Foram encontrados 396 artigos. Após restringir a somente aqueles com textos completos e gratuitos, restaram 66. Após a leitura dos títulos e resumos selecionados restaram 20, para leitura completa dos trabalhos. Selecionados ao final 8 artigos para compor a discussão deste trabalho, pois estes se encaixam melhor na temática discutida.

- O sistema CAD/CAM acelera o processo até o resultado final e minimiza possíveis erros; podendo ser classificado pelo número de eixos que apresenta e pelo método de processamento; O sucesso final do trabalho realizado em CAD/CAM depende de diversos fatores, no qual a qualidade da usinagem depende da digitalização, processo de informação e produção.

4. DISCUSSÃO

Segundo Ribeiro (2011), o sucesso clínico das restaurações depende de múltiplos fatores, como a adaptação marginal e interna da coroa cerâmica em relação ao dente preparado. Discrepâncias marginais acentuadas entre a restauração e o preparo dentário interferem na longevidade do tratamento restaurador. O cimento exposto ao meio bucal é um ponto fraco entre a restauração e o dente preparado e grandes fendas marginais podem afetar os tecidos periodontais adjacentes, aumentando a retenção do biofilme dentário, favorecer o desenvolvimento de cáries recorrentes, favorecer a reabsorção óssea e gerar concentrações de carga em determinadas áreas da restauração devido a variações na adaptação marginal.

Grenade, Mainjot e Vanheusden (2011) compararam os ajustes marginal e interno de *copings* de zircônia confeccionados pelo sistema CAD/CAM (Procera; Nobel Biocare) e pelo sistema de manufatura convencional (Ceramill; Amann Girrbach). Para isso, foram realizados vinte preparos para coroa cerâmica *in vitro* que serviram como modelo para a produção dos *copings*. Os resultados mostraram que os valores de discrepância interna entre os sistemas Procera e Ceramil não foram diferentes estatisticamente ($P=13$). Os autores concluíram que dentro das limitações do estudo, a adaptação marginal dos *copings* confeccionados pelo sistema Procera foram significativamente melhores que as verificadas nos *copings* confeccionados pelo sistema Ceramil.

Alghazzawi et al (2016) afirmou que um instrumento de corte rotativo com um diâmetro menor resulta em um processo de fresamento mais preciso. O principal inconveniente dessa tecnologia é a precisão do procedimento de fresagem que é ditado pelo diâmetro da menor broca. Portanto, se a parte mais fina é menor do que a menor broca, resultará em fresagem excessiva nessa área e em uma restauração de ajuste solo.

Goujat et al (2017) corroborou com Alghazzawi, 2016 quando relatou em seu trabalho que o tipo de broca de fresamento usada e seu tamanho de partícula podem afetar a precisão da restauração. Disse ainda que outras variáveis como configuração do espaço virtual no software, as propriedades intrínsecas do sistema CAD-CAM, a escolha do instrumento rotativo na fresadora e sua velocidade também podem interferir na qualidade final das restaurações fresadas.

A revisão sistemática de Papadiochou e Pissiotis, 2018 analisou a adaptação marginal de coroas unitárias, próteses dentárias fixas, próteses dentárias fixas implantorretidas ou suas infraestruturas fabricadas por determinado sistema CAD-CAM específico depende do tipo de material restaurador ou difere daquele obtido por outras técnicas de fabricação usando um material restaurador semelhante e concluiu que maioria das restaurações dentárias ou infraestruturas produzidas pela tecnologia CAD-CAM produziram valores de dentro da faixa clinicamente aceita ($120\mu\text{m}$). Também foi possível constatar que o desempenho de um sistema CAD-CAM específico em relação à adaptação marginal é influenciado pelo tipo de material restaurador.

Papadiochou e Pissiotis em 2018 mostraram em seu trabalho que em comparação com a tecnologia CAD-CAM, as coroas unitárias fabricadas com a técnica slipcasting exibiram precisão marginal semelhante ou melhor e a maioria dos estudos demonstrou que as coroas unitárias de dissilicato de lítio produzidas por prensa térmica apresentaram precisão marginal igual ou melhor em relação a produzidas por CAD/CAM. As infraestruturas de implantes de zircônia, cromo-cobalto e titânio produzidas usando um sistema CAD-CAM específico, apresentaram valores menores de discrepância marginal. Já na técnica convencional de fundição, a maioria das restaurações ou infraestruturas produzidas pela sinterização direta a laser de metal mostraram melhor precisão marginal. No processo de fabricação cópia-fresagem a maioria das restaurações ou infraestruturas de zircônia produzidas com fresagem CAD-CAM exibiu valores menores de discrepância marginal. Ainda foi relatado que nenhuma conclusão clara pode ser tirada em relação à adaptação marginal sobre a superioridade da tecnologia de fresamento CAD-CAM em oposição aos processos de técnica convencional de fundição e sinterização direta a laser de metal.

Marcel et al (2020) em seu trabalho questionou sobre as divergências que poderiam ser causadas na produção de placas de mordidas usando CAD/CAM através no método de adição (impressão 3D) e subtração (fresagem) e concluiu que placas de mordida fresadas mostram maior exatidão do que as impressas. O posicionamento horizontal das talas de mordida impressas resultou em maior exatidão, enquanto o posicionamento vertical resultou em maior precisão. Em termos de precisão, placas dentadas fresadas e impressas em 3D são comparáveis e os desvios registrados dependem do método de medição.

Maior previsibilidade e diminuição do tempo de cirurgia são alguns benefícios da colocação guiada de implantes. As guias cirúrgicas confeccionadas por CAD/CAM podem sim apresentar falhas de precisão ocasionados por acúmulos de pequenos erros nas etapas que antecedem a sua confecção. A Equipe Internacional de Implantodontia avaliou em 2018 a precisão de cirurgias de implante assistido por computador estático e relatou em um documento oficial que os desvios médios do ponto da crista (1,2mm), do ponto apical (1,4mm), angular (3,5), da profundidade coronal (0,2) e da profundidade apical (0,5) considerando assim 2mm de margem de

segurança. Mesmo com desvio de precisão a cirurgia guiada é considerada precisa e confiável em relação a colocação de implantes a mão livre. (Al Yafi et al 2019)

5. CONCLUSÃO

A procura por uma odontologia cada vez mais rápida e estética está exigindo sempre mais das técnicas e materiais em procedimentos restauradores.

O CAD/CAM é uma tecnologia utilizada em várias áreas da odontologia por conseguir produzir uma gama de produtos com diversos materiais usados para reabilitar pacientes. Dentre eles temos: prótese fixa unitária, copings, placas de mordidas, infraestruturas de implantes, aparelhos ortodônticos, dentre outros.

Mesmo com a acelerada modernização e melhora da tecnologia CAD/CAM sabemos que esta ainda é sensível em algumas etapas podendo gerar erros no produto final. Assim é importante ressaltar que a escolha do material do produto final, o processo de varredura do escâner, o planejamento e a escolha do processo de fresagem ou impressão 3D e os instrumentos usados para produção podem alterar a peça final. No entanto, mesmo com todas essas questões do fluxo digital que podem gerar riscos, existem trabalhos na literatura que consideram adequada a adaptação das peças restauradoras produzidas em CAD/CAM, assim como relatam que os guias da cirurgia guiada de implante são precisos e confiáveis em comparação com a cirurgia de implantes com as mãos livres. Entretanto, o desvio entre o planejamento virtual do implante e a posição real do implante pode ocorrer devido à curva de aprendizado cirúrgica e aos erros acumulados ao longo das várias etapas de planejamento e produção. Apesar disto, mais estudos devem ser realizados a fim de se descobrir sobre os benefícios e possíveis limitações dessa tecnologia.

REFERÊNCIAS

- AL YAFI F, Camenisch B, Al-Sabbagh M. Is Digital Guided Implant Surgery Accurate and Reliable?. **Dent Clin North Am.**v.63, n.3, p.381-397. 2019
- ALGHAZZAWI TF. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. **J Prosthodont Res** . v.60, n.2, p.72-84. 2016
- ALMASRI, R. et al. Volumetric Misfit in CAD/CAM and Cast Implant Frameworks: a university laboratory study. **Journal of Prosthodontics**, [S.l.], p. 1-8, 2011
- ALVES, V. et al. Vantagens x desvantagens do sistema CAD/CAM. **Brazilian Journal of Surgery and clinical Research**, v. 18, n. 1, p. 106-109. 2017.
- BEUER, F.; SCHWEIGER, J.; EDELHOFF, D. Fabricação automatizada de restaurações dentárias. In: BARATIERI, L. N. et al. Soluções clínicas: fundamentos e técnicas. Florianópolis: **Ed. Ponto**. p. 473-487. 2008.
- BIDRA, A. S.; TAYLOR, T. D.; AGAR, J. R. Computer-aided technology for fabricating complete dentures: systematic review of historical background, current status, and future perspectives. **The Journal of Prosthetic dentistry**, [S.l.], v. 109, n. 6, p. 361-366, 2013.
- BODERREAL, E. F.; BESSONE, L.; CABANILLAS, G. Aesthetic All-ceramic Restorations: CAD-CAM System. **International Journal of Odontostomatology**, Córdoba, v.7, n.1, p.139-147, jan. 2013.
- BOEDDINGHAUS, M. et al. Accuracy of single-tooth restorations based on intraoral digital and conventional impressions in patients. **Clinical Oral Investigations**. V.19, n.8, p.2027-2034. 2015.
- BOTTINO, M. A. Percepção – Estética em Próteses Livres de Metal em Dentes Naturais e Implantes. São Paulo: **Ed Artes Médicas**, 2009.
- BOTTINO, M. A.; FARIA, R.; VALANDRO, L. F. Percepção: estética em próteses livres de metal em dentes naturais e implantes. São Paulo: **Editores Artes Médicas Ltda**, 2009.
- CORREIA, A. R. M. et al. CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa. **Revista Odontológica da UNESP**, v. 35, n. 2, p. 183-189, 2006.
- CRUZ, Eliane Maria. SISTEMAS CAD/CAM NA ODONTOLOGIA. 2018. (Pós-Graduação em Odonotlogia) Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

2018. Disponível em:
<file:///C:/Users/user/Downloads/monografia_eliane_maria_cruz___especializa__o_p_r_tese_dent_ria_impres_o.pdf>

Duret F, Blouin JL, Duret B. CAD-CAM in dentistry. **J Am Dent Assoc.** n.117, p.715-20. 1988

FARIAS, Isabela Alcântara et al. Sistema CAD-CAM: a tecnologia na confecção de próteses. **SALUSVITA**, Bauru, v. 37, n. 4, p. 963- 983, 2018.

FASBINDER, Dennis. The CEREC system: 25 years of Chairside CAD/CAM Dentistry. **The Journal of the American Dental**, [S.l.], p. 1-3, 2012.

FERNANDES, M. G. et al. Restaurações estéticas indiretas: relatos de casos clínicos. **Odontologia Clínico Científica**. Recife, Brasil. v.06, n 04, 2007.

FERREIRA, E. Sistema cad cam: saiba o que é, como funciona e melhores preços. 6/4/2020. Disponível em : < <https://empreendedordentista.com.br/sistema-cad-cam/>>

FERREIRA, Y F, et al. CAD/CAM system: characteristics na inovations in the recovery of smiling. **EFDeportes.com**, Revista Digital. Buenos Aires, ano 19, n. 197. Outubro de 2014. Disponível em : <<https://www.efdeportes.com/efd197/sistema-cad-cam-na-recuperacao-do-sorriso.htm>>

GRENADE, C; MAINJOUT, A; VANHEUDEN, A. Fit of single tooth zircônia coppings: comparison between various manufacturing process. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v.105, n. 4, p. 249-255, 2011.

GUIMARÃES, M. M. Tecnologia CEREC na Odontologia. 2012. 127 f. Monografia (Especialização em Dentística) – **Faculdade de Odontologia**, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

HILGERT, L. A. et al. Odontologia restauradora com sistemas CAD/CAM: o estado atual da arte. Parte 1 - Princípios de utilização. **Clínica International Journal of Brazilian Dentistry**, [S.l.], v. 5, p. 294-303, 2009.

IRELAND, A. J. et al. 3D surface imaging in dentistry - what we are looking at. **British Dental Journal**, v. 205, n. 7, p. 387-392, 2008.

Ivoclar Vivadent < <https://blog.ivoclarvivadent.com/lab/en/cad-cam-find-the-milling-machine-that-is-right-for-your-dental-lab-0>> . 28 de janeiro de 2021

JAIN, R. et al. CAD-CAM the future of digital dentistry: a review. **Annals of Prosthodontics & Restorative Dentistry**, New Delhi, v.2, n.2, p.33-36, 2016.

KARATASLI, Ö et al. Comparison of the marginal fit of different coping materials and designs produced by computer aided manufacturing systems. **Dental Materials Journal**, v. 30, n. 1, p: 97-102, 2011.

KAYATT, F. E. et al. O CAD Direto ou CAD de Consultório ou CAD Intraoral. In: KAYATT, F E.; NEVES, F D. das. Aplicação dos sistemas CAD/CAM na odontologia restauradora. Rio de Janeiro: **Elsevier**, p. 135-215. 2013(c).

KAYATT, F. E.; NEVES, F. D. das. Contextualização Histórica. In: _____. Aplicação dos sistemas CAD/CAM na odontologia restauradora. Rio de Janeiro: **Elsevier**, p. 1-12. 2013(a).

LIU PR. A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. **Compendium**. N.26, p.507-16. 2005

MACIEL Bruna. COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS CAD/CAM: UMA REVISÃO DE LITERATURA. 2015.(Graduação em odontologia). Universidade de Santa Cruz do Sul.2015.

MARTÍNEZ, R. R. Criterios para Seleccionar Sistemas de Diseño y Manufactura Asistidos por Computadora (CAD/CAM). **Información Tecnológica**. v. 15, n. 02, 2004.

MIYASHITA, E. et al. Reabilitação oral contemporânea baseada em evidências científicas. São Paulo: **Nova Odessa**, 2014

MIYAZAKI, T. et al. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. **Dental Materials Journal**, v. 28, n. 1, p. 44–56, 2009.

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

MÖRMANN, Werner. The evolution of the CEREC system. **Journal of the American Dental Association**, v. 137, n. 9, p. 7-13, 2006.

MÖRMANN, Werner. The origin of the Cerec method: a personal review of the first 5 years. **International Journal of Computerized Dentistry**, v. 7, n. 1, p. 11-24, 2004

NOORT, R. V. The Future of Devices Dental is Digital. **Dental Materials Journal**, v. 28, n. 1, p. 3-12, 2012.

NUNES, S. L. Efeitos da usinagem e de procedimentos pós-usinagem na superfície de materiais odontológicos para CAD/CAM. 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, **Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2016.

PAPADIOCHOU S, Pissiotis AL. Marginal adaptation and CAD-CAM technology: A systematic review of restorative material and fabrication techniques. **J Prosthet Dent.** V.119, n.4, p.545-551. 2018

PEDROCHE, L. O. et al. Marginal and internal fit of zirconia copings obtained using different digital scanning methods. **Revista Brazilian Oral Research**, p. 1-7. 2016

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

POLIDO, Waldemar Daudt. Moldagens digitais e manuseio de modelos digitais: o futuro da Odontologia. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 15, n. 15, p. 1-5, 2010

POTICNY, D. J.; KLIM, J. CAD/CAM in office technology: Innovations after 25 years for predictable, esthetic outcomes, **Journal of the American Dental Association**, v. 141, p. 5s-9s, 2010.

RIBEIRO, I L A. Discrepâncias marginal e interna de infraestruturas cerâmicas de zircônia: influência do tipo de sistema de fresagem e do termino cervical [dissertação]. João Pessoa: **Universidade Federal da Paraíba**; 100f, 2011

SULTAN, D. Evaluation of CAD/CAM generated ceramic post & core. 2013. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas), **University of Pittsburgh School of Dental Medicine**, Pittsburgh, 2016.

TINSCHERT J, NATT G, HASSENPFUG S, SPIEKERMANN H. Status of current CAD/CAM technology in dental medicine. **Int J Comput Dent.** v.7, n.1, p.25-45. 2004

TORRES, M. A. F. et al. CAD / CAM dental systems in implant dentistry: Update. **Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal**, Madrid, v. 14, n.3, p.141-5, 2009.

TROST, L.; STINES, S.; BURT, L. Marking informed decisions about incorporating a CAD/CAM system into dental practice, **Journal of the American Dental Association**, Chicago, v.137, n.9, p. 32-36, 2006.

UEDA, N C. SISTEMA CAD/CAM COMO FERRAMENTA NA ODONTOLOGIA: REVISÃO DE LITERATURA. 2015. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Odontologia, **Universidade Estadual de Londrina**, Londrina, 2015.

WITKOWSKI S. (CAD-)/CAM in dental technology. **Quintessence Dent Technol.** n.28, p.169-84. 2005

XAVIER, Felipe Teodoro; MAIA, Patrícia Costa Soares; Tecnologia cad/cam aplicada a implantodontia.

YOUNG JM, Altschuler BR. Laser holography in dentistry. **J Prosthet Dent.**; 38:218-25. 1977

WEILI Han, et al. Design and fabrication of complete dentures using CAD/CAM technology. **Medicine (Baltimore)**. V.96, n.1, e5435. 2017