



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CAMPUS UNIVERSITÁRIO PROFESSOR ANTÔNIO GARCIA FILHO - LAGARTO
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA DE LAGARTO

JÉSSICA LEAL DOS SANTOS

O USO DO SISTEMA CAD/CAM EM ODONTOLOGIA

LAGARTO-SE

2020

JÉSSICA LEAL DOS SANTOS

O USO DO SISTEMA CAD/CAM EM ODONTOLOGIA

Trabalho apresentado ao Departamento da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Odontologia.

Orientador: Professor Dr. Luiz Alves de Oliveira Neto

LAGARTO-SE

2020

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu Deus por ter traçado o caminho da odontologia em minha vida, por me guiar e me dá forças mesmo quando achei que não tinha.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Professor doutor. Luiz Alves de Oliveira Neto por ser um professor admirável, um ser humano humilde que tem o dom de ensinar, que faz de sua sala de aula um lar para os seus alunos, que com sua simplicidade nos mostra os valores da odontologia, nos inspira e ensina a sermos profissionais capacitados, agradeço também por me acompanhar, orientar e ensinar desde o princípio. Obrigada por todo carinho, simplicidade, confiança e amizade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre me estender as mãos em noites de céu sem estrelas, e com isso me iluminar para que eu continuasse seguindo firme nos meus estudos.

Aos meus queridos e amados pais, por todo apoio, confiança, por vibrarem a cada conquista e por nunca medirem esforços para eu chegar até aqui. Por abdicar dos seus sonhos para tornar os meus reais, e dessa forma tornaram os meus sonhos, os deles. Obrigada por serem esses pais maravilhosos, amo vocês. E aos meus irmãos, por todo apoio e vibrações.

Agradeço ao meu namorado por toda paciência, por me incentivar e acreditar no meu potencial, por não medir esforços quando o requisito é me agradar ou sair de casa para comprar um material que preciso usar no dia seguinte para aula. Obrigada por você existir.

Muito Obrigado!

AGRADECIMENTOS INSTITUCIONAIS

À Universidade Federal de Sergipe (UFS), em especial corpo docente do Departamento de Odontologia do Campus Lagarto por compartilhar todos os seus conhecimentos, nos tornando profissionais capacitados e humanizados. Agradeço ao meu orientador Dr. Luiz Alves de Oliveira Neto por todos ensinamentos. Agradeço também a toda equipe da CME.

Agradeço aos meus queridos amigos e companheiros nessa jornada, Marilia, Júlio, Gabriel e em especial Larissa que caminhou e segurou minha mão durante esse percurso, que se tornou uma amigairmã, obrigada por fazer parte de minha vida.

E claro, que não poderia esquecer dos meus pacientes, obrigada pelo carinho, por cada mimo ofertado e confiança depositada em mim.

RESUMO

O USO DO SISTEMA CAD/CAM EM ODONTOLOGIA

A tecnologia dental evoluiu com a criação do sistema CAD/CAM (projeto assistido por computador: CAD produção assistida por computador: CAM - fabricação assistida por computador) adiciona alguns recursos à odontologia como, estética, precisão, menor tempo clínico e longevidade das próteses. Esses são aspectos fundamentais para o desenvolvimento do planejamento e reabilitação protética, sendo sugeridos na clínica odontológica. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo conhecer os sistemas comerciais disponíveis, os fluxos de trabalho digitais e analisar os diferentes materiais utilizados nas obras digitais através de uma revisão literária. A operação do sistema pode ser industrial, laboratorial ou clínica, seu processo é dividido em três etapas: captura de dados, projeto virtual e usinagem. A evolução da tecnologia permitiu o desenvolvimento de novos materiais, mais resistentes e estéticos, e maior durabilidade das restaurações protéticas. Assim, esse sistema revolucionou os parâmetros de qualidade da prótese, tornando todo o planejamento odontológico e o processo de fabricação mais precisos, mais rápidos e mais eficientes.

Palavras-Chave: Prótese Dentária, Planejamento de Prótese Dentária, Tecnologia odontológica.

ABSTRACT

Dental technology evolved with CAD / CAM system creation (computer aided design: CAD -computer aided design and computer aided production: CAM - computer aided manufacturing), and adds some features to dentistry, aesthetics, precision, shorter clinical time and prostheses longevity. These are fundamental aspects for the development of prosthetic planning and rehabilitation, therefore has been suggested in the dental clinic. In this sense, the present work has as objective to know the available commercial systems, the digital workflows and to analyze the different materials used in the digital works through a literary review. The operation of the system can be industrial, laboratory or clinical, its process is divided into three stages: data capture, virtual design and machining. Technology evolution has enabled the development of new materials, more resistant and aesthetic, and greater durability of prosthetic restorations. Thus, these system revolutionized the prosthesis quality parameters, making the entire dental planning and manufacturing process more accurate, faster and more efficient.

Keywords: Prosthodontics, Dental Prosthesis Design, Dental Technology.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1. Bloco de cerâmica.....	22
FIGURA 1.2. Bloco de cerâmica YTZP.....	22
FIGURA 1.3. Bloco de cerâmica vítreo.....	22
FIGURA 2. Fresadora M2 Wet Heavy Metal.....	24
FIGURA 3. Característica da Fresadora M2 Wet Heavy Metal, brocas.....	24
FIGURA 4. Característica da Fresadora M2 Wet Heavy Metal, mesa de trabalho giratória.....	25
FIGURA 5. Característica da Fresadora M2 Wet Heavy Metal.....	25
FIGURA 6. Scanner óptico de bandas de luz S300 ARTI completamente automático, com Software de Scan.....	26
FIGURA 7. Unidades de fresagem.....	27
FIGURA 8. Digitalização intraoral.....	28
FIGURA 9. Impressão digital da arcada superior em 3D.....	28
FIGURA 10. Impressora de escaneamento.....	29
FIGURA 11. Fresadora CEREC MC X.....	29
FIGURA 12. Fresadora CEREC WS 4.4.....	30
FIGURA 13. CEREC SpeedFire forno de sinterização.....	31
FIGURA 14. Scanne Intraoral Nobel Procera.....	32
FIGURA 15. Scanner Lava Chairside Oral Sacanne C.O.S.....	33
FIGURA 16. Scanner Lava Chairside Oral Scanner C.O.S e computador.....	33
FIGURA 17. Imagem virtual apresentada no software InLab SW 4.2.....	34
FIGURA 18. Impressão 3D confecção de alta produção de modelos.....	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Diferenças entre processos CAM industrial, laboratorial e clínico.....	19
TABELA 2. Principais sistemas disponível no mercado.....	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVO	14
2.1. Objetivo Geral	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3. METODOLOGIA	15
4. REVISÃO.....	16
4.1 Sistema CAD/CAM.....	16
4.2 Indicações.....	19
4.3 Materiais Cerâmicos.....	20
4.3.1 Zircônia	21
4.4 Principais Sistemas CAD/CAM disponíveis no mercado e algumas característica:	23
4.4.1 Zirkonzahn	23
4.4.2 CEREC.....	28
4.4.3 PROCERA	31
4.4.4 LAVA.....	32
4.4.5 EVEREST	34
5. DISCUSSÃO.....	37
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
7. REFERÊNCIA.....	41

1. INTRODUÇÃO

As ciências odontológicas ao longo de seus estudos vêm trabalhando a melhoria de seus materiais e técnicas. Os estudos mais recentes visam desenvolver o conceito denominado Digital, que consiste em converter técnicas presenciais ou com elaboração manual em técnicas com uso assistido por computadores. A radiografia odontológica, foi a especialidade que deu os primeiros passos para o processo de digitalização, saindo da técnica de raio-x analógica para o método digital, melhorando seu processamento, armazenamento, custo e com diminuição significativa da exposição a ionização. Além dos recursos aprimorados no desenvolvimento das periapicais e panorâmicas digitais, os avanços com aparelhos de tomografia computadorizada permitiram diversas possibilidades e bases técnicas para o aprimoramento do escaneamento intraoral, o que tem contribuído com o diagnóstico, planejamento e soluções com redução de tempo e passos nos casos clínicos (GRUBER *et al.*, 2001).

Neste contexto, Correia (2006) afirma que o desenvolvimento tecnológico conquistou cada vez mais espaço em todas as áreas da ciência, na odontologia, com a busca de ferramentas de maior eficiência relacionada a custo, precisão e velocidade na confecção laboratorial dos tratamentos, podendo otimizar os resultados na estética, duração e economia para ambas as partes: paciente e profissional.

Os sistemas digitais em odontologia têm sido denominados como sistema CAD/CAM, termo abreviatura do inglês *Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufactunng*. Nesse enfoque o CAD/CAM é uma grande aposta para a evolução nas intervenções odontológicas, e teve sua primeira indicação na odontologia no final da década setenta com o propósito de automatizar os passos clínicos de moldagens, simplificar, diminuir os erros e, obter padrões cada vez maiores nas adaptações, na qualidade, na construção e transformação significativa na confecção de prótese dentaria (BERNARDES *et al.*, 2012).

Os sistemas CAD/CAM tem sido aprimorados com o objetivo de melhorar seus componentes de base que são: o CAD, pelo sistema de digitalização com scanner e o CAM com sistema de confecção digital e conversão dos dados em peças sólidas. Durante o processo de leitura da área dentada e suas estruturas adjacentes, é possível copiar estruturas e reproduzi-las no computador, e estudar de forma similar

como é feito em modelos de gesso. Por exemplo, o software que irá receber estes dados permite criar um desenho da restauração protética através das imagens tridimensionais das estruturas escaneadas. O sistema do software, necessita de alguém capacitado para ser manuseado, podendo ser o operador do sistema, um técnico em prótese dentaria, um cirurgião-dentista ou alguém com capacidade e conhecimento de fazer o desenho virtual dos elementos necessários para confecção da estrutura dentaria, tanto em forma e função, com extrema destreza de perfeição e precisão. Com a conclusão do desenho virtual final e da etapa guia é possível evoluir para etapa do sistema CAM, com diversas possibilidades de fresagem à impressão (CORREIA, 2006).

A tecnologia CAD/CAM tem sido utilizada na odontologia principalmente na produção de restaurações de próteses fixas como por exemplo, coroas, pontes e facetas. A digitalização de imagens proporcionou a confecção de próteses em série, porém com maior custo para aquisição, instalação e manutenção do sistema digital, sendo esta sua maior desvantagem (CORREIA *et al.*, 2006).

Desta forma, o presente trabalho procura entender onde a odontologia se encontra diante dos grandes avanços com a tecnologia digital, por meio de uma revisão de literatura, mostrar os sistemas disponíveis no mercado, suas etapas de produção e particularidade dos tipos de materiais que podem ser utilizados.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo Geral

- Compreender o uso do sistema CAD/CAM (*Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing*) na odontologia

2.2 Objetivos específicos

- Conhecer os sistemas comerciais disponíveis
- Compreender os fluxos de trabalho digital
- Analisar os diferentes materiais usados nos trabalhos digitais

3. METODOLOGIA

O trabalho em questão é fundamentado por uma pesquisa na base de dados Google Acadêmico, *Scielo* e *PubMed*, formado por artigos publicados até o ano de 2020, bem como materiais disponibilizados em sites das empresas responsáveis pelo sistema CAD/CAM disponíveis no mercado e livros.

4. REVISÃO

4.1 Sistema CAD/CAM

O nome CAD/CAM refere a abreviação na língua inglesa do termo “desenho auxiliado por computadores” (CAD: *computer aided design*) e “produção auxiliada por computador” (CAM: *computer aided manufacturing*). O CAD/CAM tornou-se em um moderno sistema que permite a confecção de próteses baseadas em um sistema tridimensional. Inicialmente foi introduzido pela indústria aeronáutica e automobilística, o qual teve grande aceitação por em inúmeras áreas da medicina. Já na odontologia, foi inserido por Bruce Altschuler, nos Estados Unidos, por François Duret, na França, pelo Werner Mormann e Marco Brandestini na Suíça, no século passado entre a década de 70 a 80 (CORREIA *et al.*, 2006).

Em 1980 foi comercializado o primeiro sistema CAD/CAM na odontologia, elaborado por Mormann e Brandestini que ficou conhecido como sistema CEREC. O CEREC, como referido foi o primeiro sistema CAD/CAM usado na odontologia, assim como o primeiro a fornecer duas opções de produção, sendo ela clínica – *Chairside*, e laboratorial- *inLab*. Assim, com o avanço da tecnologia surgiram novos sistemas no mercado que são: Sistema CEREC (Sirona Dental Systems GmbH, Alemanha), PROCERA (Nobelbiocare AB, Suécia), LAVA (3MESPE, Alemanha), EVEREST (KaVo Dental GmbH, Alemanha), e Zirkonzahn (Manpower, Tirol do Sul, a região alemã no norte de Itália) (GOMES *et al.* 2008). O sistema CAD/CAM dessas empresas é composto pelo CAD que possui: um *scanner* (Sistema de leitura das estruturas dentárias), software de desenho da restauração protética e um sistema CAM: sistema de fresagem da estrutura protética. Resumidamente, o CAM é responsável pela concretização da imagem virtual projetada no software do CAD (CORREIA *et al.*, 2006).

No Brasil, não existia sistemas de fresagens, responsável pela etapa CAD, logo, no início da “era digital” as imagens digitalizadas em 3D eram enviadas para uma central de processamento em outro país, na qual era responsável pela etapa de fresagem. Desta forma, era realizado a etapa do escaneamento no Brasil e a empresa responsável, que se encontrava fora do país ficava encarregada das demais etapas (CRUZ, 2018).

Ainda, segundo Cruz (2018) a compactação do tamanho do sistema, a redução dos custos com equipamentos, materiais, e aumento da eficácia do próprio sistema, tornaram possível a introdução do sistema CAD/CAM para um maior número de laboratórios e clínicas particulares, com seu próprio equipamento de fresagem.

O sistema de escaneamento ou mapeamento digital teve seu primeiro uso em 1977, através de Young e Altschuler, em seguida, em 1984 foi desenvolvido o sistema Duret, que levou o nome do inventor, tal sistema confeccionava coroas unitárias com superfícies oclusais funcionais, por meio de vários sistemas que começava com a captação óptica do limite dental da boca, a partir desse passo era feito o desenho da coroa funcional e fresagem da peça por máquina. Mas esse sistema possuía muita complexidade e altos custos, não compensando sua vantagem na técnica de autonomia manual de fabricação das restaurações (CORREIA *et al.*, 2006). Outro problema encontrado no surgimento do sistema CAD/CAM no início era a adaptação marginal das restaurações que não possuía uma precisão efetiva em comparação aos métodos tradicionais, mas com evolução da tecnologia do próprio sistema hardware e software, permitiu-se a obtenção de restaurações com adaptação marginal adequadas (BERBARDES, 2012).

O programa CAD pode ser usado em procedimento intraorais e laboratoriais, de forma simplificada o scanner é o encarregado por realizar varredura e cópia das estruturas, podendo ser em modelo de gesso ou em cavidade oral, otimizado por software de um computador responsável por receber os dados das estruturas escaneadas e gerar uma imagem tridimensional. Pode ser manuseado por cirurgiões dentistas ou técnico em prótese dentária, o importante é ter a capacidade e conhecimento da função e forma das estrutura a ser reabilitada com exatidão e perfeição, e assim ser feito o desenho virtual dos elementos dentários para reabilitação protética.

Fuzo *et al.* (2013) vem explicar que através desse desenho guia, que é uma análise prévia no modelo de estudo por meio digital, que prever a quantidade de desgaste a ser executado na boca do paciente, posteriormente ou qual alteração que será necessária na peça protética, assim é feito a evolução do desenho final de acordo com a necessidade da reabilitação, seja coroas totais, inlays, onlays, facetas, pilares personalizados, pontes fixas, copings e infraestruturas de pontes, entre outras.

Petter 2013, classificam as etapas de fabricação do sistema CAD/CAM de uma forma simplificada nas seguintes etapas de confecção:

- Primeiro: Digitalização – na qual é realizada a apreensão das informações das estruturas anatômica do preparo;
- Segundo: Planejamento virtual – estudo e preparação dos dados obtidos na digitalização para preparo da estrutura protética dos procedimentos de usinagem através de um software;
- Terceiro: Confecção da peça propriamente dita, através da usinagem de blocos do material desejado.

Os sistemas CAD/CAM possuem duas divisões de acordo com a classificação do CAD: de uma forma resumida, podem ser aberto ou fechado (ALVES *et al.*, 2017). Quando se trata do sistema aberto, é permitido transportar um arquivo do CAD de um fabricante, e escolher o sistema CAM de outro fabricante que mais se adequa a finalidade do tratamento e consequentemente expectativa do paciente. Em contrapartida, o sistema fechado tem como benefício a confecção de todo sistema de produção em um único e exclusivo fabricante, não permitindo manuseio entre diferentes fabricantes. Outra maneira de classificação do sistema já mencionada anteriormente é a classificação de acordo com o local de produção, podendo ser clínica ou laboratório (CRUZ, 2018).

A evolução do desenvolvimento do sistema CAD/CAM, trouxe para odontologia o avanço na produção, no aprimoramento de cirurgias e das restaurações em geral, por meio do sistema de desenho e confecção guiada pelo computador (CORREIA *et al.*, 2006). Além disso, o CAD/CAM possibilita confecção de restaurações em uma única sessão, sendo uma das maiores vantagem do sistema em facilitar e diminuir os passos clínicos e pela capacidade de trabalhar com diferentes materiais (NUNES *et al.*, 2015).

O programa CAD/CAM tem indicações diversas, visto a sua funcionalidade e estética cada vez mais aprimoradas, segundo Gomes *et al.* 2008. No âmbito da implantodontia, o CAD/CAM com sua tecnologia vem auxiliando nas cirurgias virtuais de instalação de implante desde execução da cirurgias guiadas, até simulação do procedimento cirúrgicos, trazendo para cirurgia um melhoramento na visualização e

planejamento da mesma, tornando o procedimento mais simples, com menor gasto, maior funcionalidade e otimização do trabalho em geral (TENÓRIO et al. 2015).

Tabela 1. Diferenças entre processos CAM industrial, laboratorial e clínico.

Tecnologia CAM	Industrial	Laboratorial	Clínico
Propriedades	Menor investimento inicial, pois o modelo é enviado para centrais de escaneamento	Maior investimento inicial (normalmente scanner de bancada, computador, torno e fornos, dependendo do material a ser empregado)	Investimento inicial médio quando há o envio dos dados para centrais de usinagem industrial ou laboratorial (neste caso, investimento em scanner intraoral e computador). Por outro lado, o usuário pode investir mais se desejar ter todo o processo CAD/CAM: em torno e fornos dependendo do material a ser empregado
	Escaneamento intraoral ou do modelo de gesso	Escaneamento do modelo de gesso	Escaneamento intraoral ou do modelo de gesso
	Depende de controles internos fabris (processos mais burocratizados). Envio de peças pelo correio	Rapidez e agilidade na entrega da restauração	Rapidez e agilidade na restauração quando o processo fabril estiver dentro do mesmo ambiente que o paciente
	Oferece garantia	Garantias dependem se o profissional quer ter todo o processo ou não	Garantias dependem se o profissional quer ter todo o processo ou não
	Controle de adaptação fabril (maior controle) direto sobre modelos de gesso ou em réplica dos modelos/troquel gerados a partir dos escaneamentos (protótipos rápidos em Estereolitografia)	Controle de adaptação convencional sobre o modelo de gesso	Controle de adaptação convencional direto sobre os dentes ou em modelos de gesso

Fonte: Adaptado de BERNARDES, 2012.

4.2 Indicações

A tecnologia dos sistemas CAD/CAM, trouxe para odontologia a diminuição de passos clínicos, confecção de restaurações protética em uma única sessão, assim como uma maior precisão de análise dos casos virtuais, e facilidade de logística no desenvolvimento do caso. Além de trabalhar com uma variedade de materiais, como

a cerâmica feldspática, zircônia, dissilicato de lítio, titânio, cromo cobalto e resinas, o que tornou o uso desta tecnologia expansível para todos os dentistas do mundo (NUNES *et al.*, 2015).

As reabilitações livres de metais vêm crescendo cada vez mais, adequando as necessidades estéticas, e a tecnologia CAD/CAM proporciona condições para confecção de coroas unitárias ou prótese fixa, anterior e posterior por meio de sua infraestrutura de cerâmica e propriedades mecânicas reforçadas pelo sistema (BERNADES *et al.*, 2012). Correia *et al.* 2006 ainda aponta que na odontologia o programa CAD/CAM tem sido empregado especialmente na fabricação de coroas, restaurações parciais, pontes e facetas.

Vale ressaltar que há outra área da odontologia que vem utilizando e usufruindo do sistema CAD/CAM é a implantodontia, o programa possibilita a técnica de cirurgias virtuais de instalação de implantes, assim como a construção de guias cirúrgicos e biomodelos de prototipagem rápida na qual permite a simulação do procedimento cirúrgico até a execução cirurgias guiadas, desta maneira, facilitando a visualização e o planejamento cirúrgico (GOMES *et al.*, 2008).

Além dos implantes guiados pela tecnologia do CAD/CAM, as cirurgias bucomaxilofacial também podem ser planejadas pelo mesmo sistema, ganhado na atualização dos métodos convencionais de trabalhos com ganho na economia, ergonomia, funcionalidade e tornando as cirurgias mais simples, seguras e previsíveis (TENÓRIO *et al.*, 2015). A tecnologia do CAD/CAM também é empregada na ortodontia, no planejamento virtual dos tratamento com maior precisão, no entanto no âmbito das próteses totais o programa CAD/CAM sofre algumas restrições, não obtendo sucesso na reprodução dos dentes artificiais em comparação com o método tradicional, causando um desvio no encaixa da base da prótese. (KANAZAWA *et al.*, 2011).

4.3 Materiais Cerâmicos

Para a confecção de fresagem das estruturas protéticas são utilizados materiais pré-fabricados, como a alumina densamente sinterizada, alumina reforçada com vidro, cerâmica de vidro reforçada com leucita, Y-TZP zircônia com sinterização parcial ou total, ligas preciosas e não preciosas, titânio e acrílico de resistência (URBANESKI, 2012).

Para a confecção de coroas unitárias, próteses parciais fixas, próteses removíveis, abutments para implantes e de coroas os metais mais empregados são titânio, cromo-cobalto, e as ligas nobres (Au, e Ag-Pd). Mas para o sistema CAD/CAM, a usinagem de alguns metais torna o processo oneroso, tornando irrealizável para alguns sistemas que possuem restrições na usinagem de estruturas bastante rígida. No âmbito da resina, seus blocos resinosos são utilizados na confecção de usinagem de peças anatômicas, infraestruturas ou restaurações definitivas, sendo a última uma técnica não muito empregada (PETTER, 2013).

Segundo Urbaneski (2012) com o aumento por restaurações cada vez mais estéticas, novos materiais cerâmicos têm sido testados e introduzidos na odontologia com o auxílio da tecnologia do CAD/CAM, como dissilicato de lítio, e outros que proporcionam a utilização de matérias mais resistentes, a exemplo da Zircônia, que possui propriedade mecânicas elevadas (TENÓRIO et al., 2015). As cerâmicas são biocompatíveis, baixa capacidade alergênico, assim tem menor capacidade de irritabilidade e preservação dos tecidos moles, além de melhorar os padrões estéticos, possui ao longo prazo lisura e brilho superficial (PETTER, 2013).

4.3.1 Zircônia

A zircônia parcialmente estabilizada pelo ítrio (Y-TZP), estado oxidadado do metal zircônio que deriva à zircônia, origina-se do óxido de ítrio que nada mais é que um agente adicionado à zircônia pura, e assim o transforma em material multifásico, proporcionando estabilidade a temperatura ambiente. Esse material tem a vantagem de estar sob efeito de tensão, tendo de 3 a 4% de aumento volumétrico, sofrendo alteração na sua estabilidade dimensional, e resultam nas tensões de compressão que impede a irradiação das linhas de fratura que são frequentes nas cerâmicas, sendo essa característica do material conhecida como *transformation toughening* (URBANESKI, 2012).

Pesquisas vem mostrando que cerâmicas a base de zircônia estabilizada por óxido de ítrio (YTZP) são mais duras e resistentes à fratura em relação as cerâmicas vítreas convencionais, possibilitando reabilitações posteriores, ou quando o elemento dentário tiver sujeito a elevada carga funcional ou parafuncional, tais cerâmicas baseadas em YTZP são indicadas para próteses fixa de até quatro elementos. As

qualidades e particularidades da zircônia permitem a reabilitação de espaços anteriores e posteriores, sendo eles múltiplos ou unitários com excelentes estéticas, mesmas propriedades e translucidez das cerâmicas de dissilicato de lítio, e características biológicas superiores em relação as tradicionais metalo-cerâmicas (BOTTINO, et al., 2008). A cerâmica Y-TZ, também apresenta alto índice de opacidade, derivado do cristal, mais de 90% da propriedade do material, assim ocasionado a translucidez similar ao sistema metalocerâmico, deste modo é necessário revestir com cerâmica de conteúdo vítreo as cerâmicas de alta resistência para alcançar uma boa estética no resultado final (PETTER, 2013).

Para se trabalhar com as cerâmicas YTZP na odontologia restauradora são produzidos blocos industrialmente para a tecnologia CAD/CAM que é o meio mais utilizado, são bastante densos, diferente das cerâmicas à base de alumina/zircônia infiltradas de vidro, que também podem se apresentar em blocos pré-sinterizados para ser usinados e posteriormente, infiltrados por vidro, assim como, existe uma outra forma de fabricação, onde normalmente, são construídas manualmente em laboratório (BOTTINO, et al., 2008).

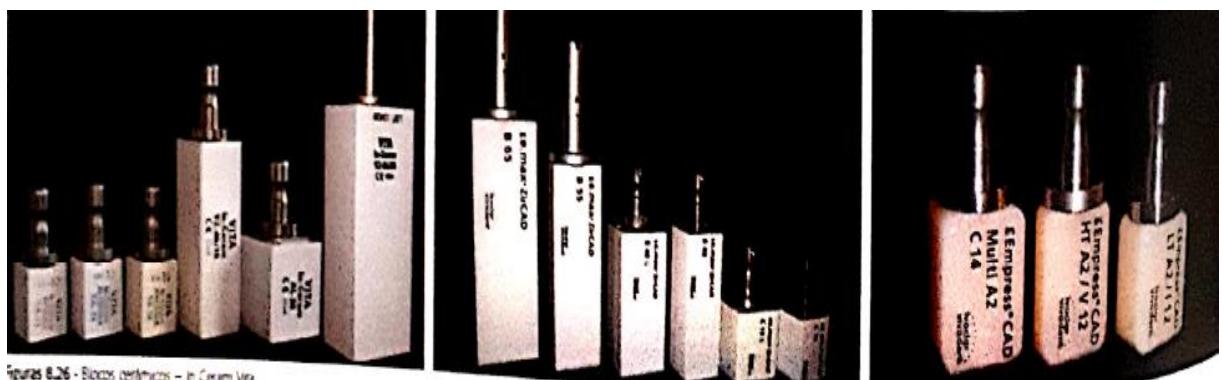


Figura 1.1. bloco de cerâmica.; Figura 1.2. bloco de cerâmica YTZP.; Figura 1.3. bloco de cerâmica vítrea.

Fonte: (BOTTINO, et al., 2008, cap. 8 p.560).

4.4 Principais Sistemas CAD/CAM disponíveis no mercado e algumas características:

Tabela 2. Principais sistemas disponível no mercado.

Sistema	Empresa	Endereço eletrônico
CEREC 3D® CEREC InLab®	Sirona Dental Systems GmbH, Alemanha	www.sirona.com
PROCERA®	Nobelbiocare AB, Suécia	www.nobelbiocare.com
EVERESTt®	KaVo Dental GmbH, Alemanha	www.kavo-everest.com
LAVA®	3MESPE, Alemanha	www.3m.com
Zirkonzahn	Zirkonzahn	www.zirkonzahn.com

Fonte: CRUZ, 2018.

4.4.1 Zirkonzahn

A Zirkonzahn é uma empresa Italiana, fundada por Enrico Steger, inventor da tecnologia manual de Zircônio. A Zirkonzahn, oferece uma variedade de opções de softwares para o planejamento do caso clínico restaurador. Esse sistema tem como benefício a capacidade de suportar a vibração durante o processo de fresagem, por possuir o sistema de fresadora de 1500W e 350Kg, assim dispõe da tecnologia de fresagem simultânea de 5+1 eixos. Todos esses sistemas são controlados pelo computador que contém três trocadores de blocos, oito trocadores de brocas e fresas, também engloba uma mesa de trabalho giratória na qual encontra-se uma peça central que tem como objetivo compensar os pontos de difícil acesso. Além dessa vantagem, oferece o posicionamento virtual da peça a ser usinada dentro do bloco, que pode ser manuseado automática ou manualmente. Dessa maneira esse sistema era o único até 2003 que conseguia fazer fresagem de pontes de 14 dentes.

Assim sendo, Zirkonzahn (Zirkonzahn Manpower, Tirol do Sul, a região alemã no norte de Itália, Enrico Steger, 2020), vem reforçar que o scanner desse sistema é óptico, de luz completamente automática, possuindo duas câmeras de alta resolução, e as margens dos preparos são detectadas automaticamente. Sua fresadora tem a capacidade de trabalhar com materiais macios ou duros a exemplos: resina, cera, zircônio, cera, metal pré-siterizado, cromo cobalto e titânio, vitrocerâmico e compósito. Assim é possível a confecção de inlays, onlays, facetas, pontes aparafusadas sobre implantes attachments e barras. Deste modo, o sistema tem como sua maior

vantagem ser flexível, fácil utilização, possibilidade de modelar e fresar simultaneamente.



Figura 2. Fresadora M2 Wet Heavy Metal.

Fonte: Catalogo do fabricante disponível em: <https://www.zirkonzahn.com/pt/sistemas-cad-cam/fresadora-m2>.



Figura 3. Característica da Fresadora M2 Wet Heavy Metal, brocas.

Fonte: Catalogo do fabricante disponível em: <https://www.zirkonzahn.com/pt/sistemas-cad-cam/fresadora-m2>



Figura 4. Característica da Fresadora M2 Wet Heavy Metal, mesa de trabalho giratória.

Fonte: Catalogo do fabricante disponível em: <https://www.zirkonzahn.com/pt/sistemas-cad-cam/fresadora-m2>



Figura 5. Característica da Fresadora M2 Wet Heavy Metal, mesa de trabalho giratória.

Fonte: Catalogo do fabricante disponível em: <https://www.zirkonzahn.com/pt/sistemas-cad-cam/fresadora-m2>

A fresadora M2, apresenta a tecnologia de 5+1 eixos em simultâneo, possui mais facilidade e flexibilidade em seu uso, monitorado por computador. Assim como troca automática de até 21 brocas por meio de identificação óptica das brocas de

fresagem. Possui também como opção de função de fresagem com água para processar todos os materiais a exemplo da resina, cera, zircônia, sintermetall, cromo-cobalto, titânio, blocos de pilares pré-fabricados Raw-abutments, vitrocerâmica e compósito. Outra função são os variados tipos de fixação para diferentes formas de peças e blocos.



Figura 6. Scanner óptico de bandas de luz S300 ARTI completamente automático, com Software de Scan.

Fonte: Catalogo do fabricante disponível em: <https://www.zirkonzahn.com/pt/sistemas-cad-cam/fresadora-m2>

O software possui atualização constante, é flexível e de fácil utilização, que possibilita a digitalização, modelar e fresar simultaneamente com técnica própria. Além de oferecer digitalizações individuais ou modelos completos, assim como coroas e pontes com facilidades.

O sistema Zirkonzahn Library possui em seu software uma base de dados para as restaurações, com modelos de dentes de morfologia natural, assim como aspectos

autentico para cada perfil de paciente. Além, de possuir a capacidade de executar o design de coroas individuais, pequenas pontes, pontes totalmente anatômicas, dentaduras completas e conjuntos de até 10 dentes.

	Wet Heavy Metal	Wet	Soft	Abutment
Copings				
Prettau® crowns				
Prettau® bridges				
Inlays				
Onlays				
Eggshell temporaries				
Bite Splints				
Models				
Telescopic crowns				
Gluedbase abutments				
100% zirconia abutments				
Screw retained bridges				
Attachments				
Bars				
Undercuts & diverging abutments				
Complete denture				
	+	+	+	+
Raw-Abutment®				
Bridge-Rod				
Metal structure				
Glass ceramics				
Composite				
Laser				

Figura 7. Unidades de fresagem.

Fonte: Catalogo do fabricante disponível em: <https://www.zirkonzahn.com/pt/sistemas-cad-cam/fresadora-m2>

4.4.2 CEREC

O sistema CEREC foi criado pela universidade de Zurique, o primeiro a usar a tecnologia CAD/CAM na odontologia em 1985, assim como o primeiro programa que obteve sucesso clínico e comercial, tornando possível a confecção de modo simples e rápida de facetas, coroas, inlays e onlays, com diminuição de passos clínicos na reabilitação (CORREIA et al., 2006). Logo depois da criação do CEREC I, foi fabricado o CEREC II, com o objetivo de suprir a necessidade do CEREC I, já o CEREC III, foi lançado em 2000 e trouxe mudanças significativa como: scanner de leitura óptica em 3D de alta precisão, podendo executar restauração individuais ou múltiplas de apenas uma vez, com desgaste mais rápida e mais eficiente. O sistema oferece a fresagem manual na etapa final do bloco de cerâmica, uma vez que durante a confecção o bloco é seguro por um dos lados para que a fresagem seja realizada (CORREIA et al., 2006).

Os softwares tem sofridos mudanças com o objetivo de melhorar suas atividades, assim é feito uma leitura óptica sem contato com a impressão dentaria. Também foi lançado em 2006 a ponta montada *stepbur*, que aumenta a precisão de fresagem por possuir diâmetro reduzido no terço apical. (BERNARDES et al., 2012).



Figura 8. Digitalização intraoral.



Figura 9. Impressão digital da arcada superior em 3D.

Fonte: Catalogo do fabricante disponível em: <https://www.dentsplysirona.com/pt-br/explore/cad-cam/sinterizacao-com-cerec.html>



Figura 10: Impressora de escaneamento.

Fonte: Catalogo do fabricante disponível em: <https://www.dentsplysirona.com/pt-br/explore/cad-cam/sinterizacao-com-cerec.html>



Figura 11. Fresadora CEREC MC X.

Fonte: Catalogo do fabricante disponível em: <https://www.dentsplysirona.com/pt-br/explore/cad-cam/sinterizacao-com-cerec.html>

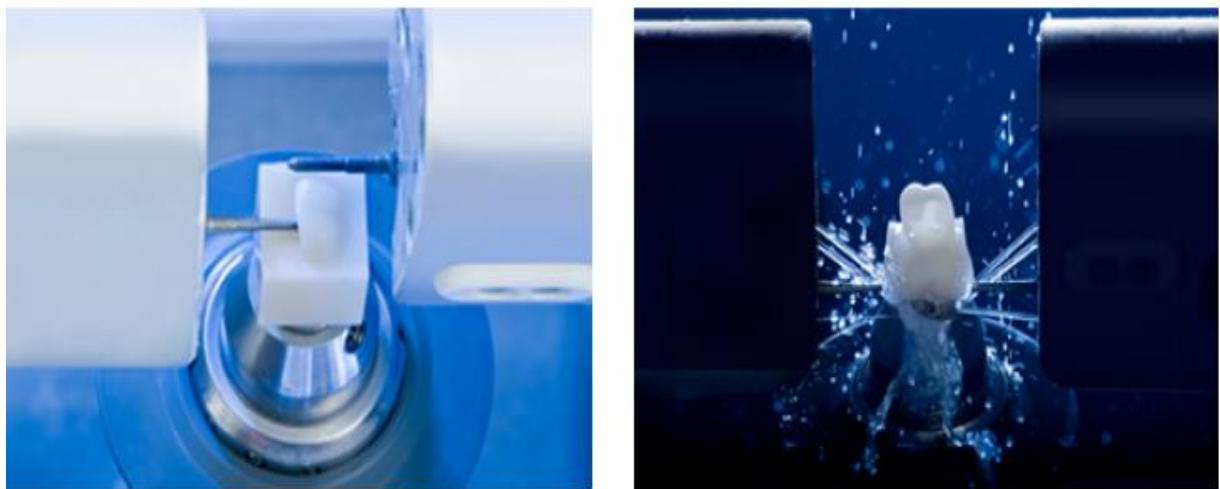


Figura 12. Fresadora CEREC WS 4.4

Fonte: Cruz, 2018.

CEREC MC X, trabalha com precisão e rapidez, além de possuir um design de restauração extremamente precisa, com superfícies suaves de suas restaurações. A fresa do sistema é a seco, tornando restaurações em zircônia maciça, pode fresar e desbastar pontes, intermediários/pilares protéticos e guias cirúrgicas. Tem a opção de trabalhar com indicações laboratoriais a qualquer momento e *chairside* com blocos de até 40mm.

O Pacote CEREC MC XL Premium, possui a capacidade de realizar a fresagem e o desbastamento no laboratório de trabalhos laboratoriais, a exemplo de obturações, revestimentos, coroas, pontes, abutmentos, guias cirúrgicas e restaurações individuais, completas, totalmente anatômicas com blocos de até 85mm. Além de usar todos os materiais CAD/CAM (plástico, cerâmica e metal), também beneficia-se dos quatro motores, como o desbaste “extra-fino” opcional e um display touch intuitivo.



Figura 13. CEREC SpeedFire é o menor e mais rápido forno de sinterização do mercado e pode tipicamente sinterizar uma coroa de 10 a 15 minutos.

Fonte: Catalogo do fabricante disponível em: <https://www.dentsplysirona.com/pt-br/explore/cad-cam/sinterizacao-com-cerec.html>

4.4.3 PROCERA

O sistema PROCERA Allzircônia, foi lançado com o objetivo de obter êxito na produção de peças protéticas em titânio, nos dias atuais tem sua atividade voltada para infraestrutura confeccionada de óxido de alumínio e zircônia pura denso sinterizada (GOMES *et al.*, 2008). Assim, as elevadas resistências das cerâmicas, consiste na resistência da Zircônia do sistema Procera de 900 Mpa (AMAROSO *et al.*, 2012).

Carvalho *et al.* (2012) complementa que sistema foi o primeiro a fabricar infraestruturas de coroas, pontes e abutment e sua tecnologia apresenta características mecânicas distintas em comparação aos demais sistemas.

O sistema PROCERA possui o processamento dos dados através do sistema operacional Windows específico, no qual o scanner exerce a função de converter as informações em pontos tridimensionais, para que assim, reproduza o contorno do preparo dentário no computador com o maior índice de exatidão (RODRIGUES, 2017). Além do scanner realizar digitalização do modelo de gesso por contato, o software desse sistema tem como capacidade determinar as margens do preparo, estabelecer a espessura do coping e perfil da coroa. Assim como determinar espessura do espaço interno para o cimento em 50 microns. Essas são características vantajosas do

sistema em relação aos demais. O computado Nobel Biocare é responsável por armazenar suas imagens em 3D do CAD Miyazaki (2011).

Neste prisma, de acordo com Amaroso *et al.* (2012) o programa PROCERA está entre os três sistemas mais empregados na odontologia Brasileira.



Figura 14. Scanne Intraoral Nobel Procera.

Fonte: Cruz, 2018.

4.4.4 LAVA

O sistema LAVA é outra tecnologia do CAD/CAM, no qual as imagens são capturadas por meio de um laser óptico que são transferidas para um computador, e assim, as linhas de acabamento e possíveis pônticos são determinados automaticamente pelo software. Tais dados são obtidos e mandados via e-mail para o laboratório que possui a fresadora, a qual irá fresar os blocos pré-sinterizados, assim a zircônias pré-sinterizadas podem ser coloridas previamente a sinterização final e elevar o níveis estéticos.

Dessa forma o sistema Lava trabalha com coroas e pontes de cerâmica anteriores e posteriores devido aos seus altos níveis de estética e por possuir um forno especial de alta temperatura. (CORREIA *et al.*, 2006).



Figura 15. Scanner Lava Chairside Oral Sacanne C.O.S.
Fonte: Cruz, 2018



Figura 16. Scanner Lava Chairside Oral Scanner C.O.S e computador.
Fonte: Cruz, 2018

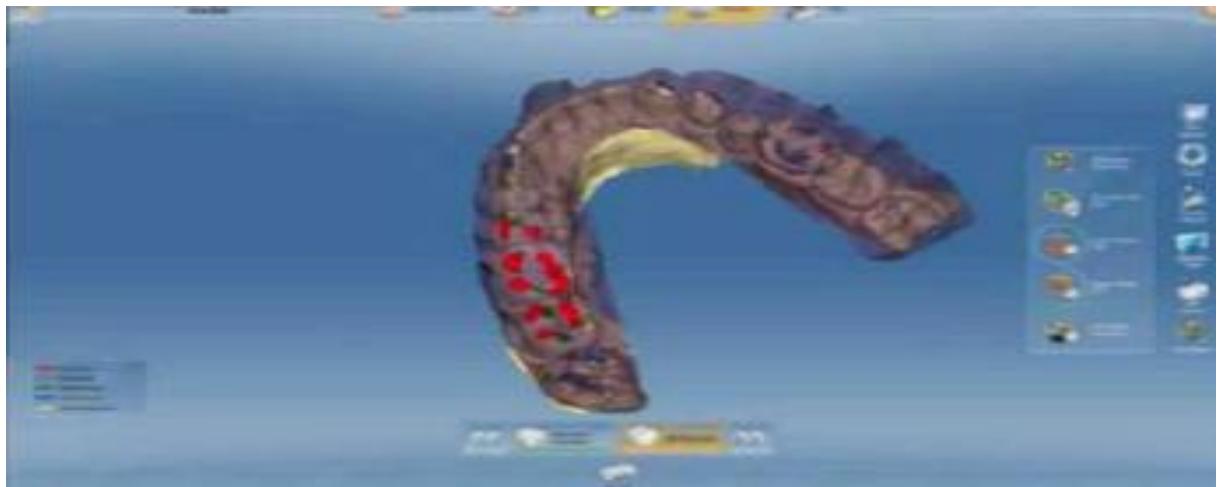


Figura 17. Imagem virtual apresentada no software InLab SW 4.2.
Fonte: Cruz, 2018.

4.4.5 EVEREST

Outro sistema que existe no mercado é o EVEREST, faz leitura óptica por meio de uma câmara CCD dimensão real 1:1 e precisão de 20 microns. É realizado no software CAD o desenho da restauração protética, que será fresada por meio de movimentos de corte de cinco eixos. O número de eixos da unidade de fresagem do sistema Everest é uma das grandes vantagens do mesmo, uma vez que influencia na capacidade geométrica das restaurações. (CORREIA *et al.*, 2006).

Outra vantagem do sistema é o suporte de resina acrílica, a qual permite a liberdade de movimentação das brocas em torno da restauração. Por essa colocação da resina acrílica de suporta, acaba tornado o sistema mais lento, por necessitar de intervenção manual no meio da fresagem, dando ao sistema uma desvantagem ao mesmo tempo.

Segundo Cruz (2018), outro benefício encontrado são os tratamentos em sessão única, diminuído os passos clínicos e consequentemente menor tempo de consulta, melhora na estética, e precisão, sem a necessidade de restaurações e cimentações provisórias.

4.5 IMPRESSÃO 3D

Complementando a composição do sistema CAD/CAM, surgiram as impressoras de prototipagem, ou popularmente conhecida por impressoras 3D. A impressão 3D foi apresentada por Charles Hull em 1983, sua tecnologia consiste na construção do objeto por camada, sendo uma processo aditivo, diferente do processo de fresagem. Na odontologia a impressão 3D ou fabricação aditiva é mais utilizada na próteses fixas e modelos ortodônticos por meio de scanners intrabucais ou por modelos. A primeira impressora comercial 3D foi baseada em uma técnica chamada estereolitografia. A impressora estereolitográfica é considerada como umas das que possui mais precisão, com resolução de 25 µm e camadas mínima na produção do objeto 3D (MESQUITA, et al., 2014).

No mercado odontológico encontram-se disponíveis quatro tipos de impressão 3D, na quais os sistemas possuem variações que vão de acordo com disponibilidade dos materiais, como forma de solidificação e uso, sendo estas impressão: estereolitografia (SLA) possui feixe de laser ultravioleta o qual é utilizado para polimerizar o líquido que forma o objeto; sinterização direta de metal por laser (DLMS) tem como fonte de seu trabalho o uso de pó, utilizando metal em pó; jato de tinta 3D (JET- PolyJet/Projet), possui uma cabeça de jato responsável por borifar ou injetar resina nas áreas desejadas e é polimerizada com uma fonte de luz ultravioleta; e projeção digital de luz (DLP), emprega painel de cristal líquido, fonte de luz convencional, ou através de fonte de projeção para polimerizar a camada superficial de uma cuba de resina fotopolimerizável por meio do modelo digital (BROWN et al., 2018).

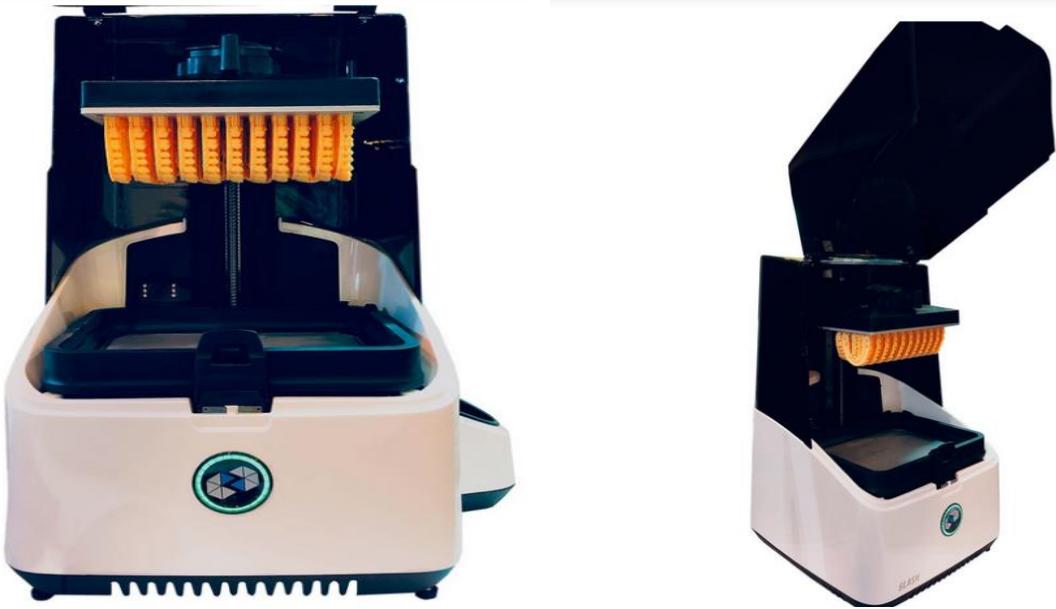


Figura 18. Impressão 3D de modelos zocalados e setups ortodônticos para alinhadores invisíveis;
Projetada para confecção de alta produção de modelos.
Fonte: Catalogo do fabricante disponível em: <https://loja.smartdent.com.br/impressora-3d->

5. DISCUSSÃO

A evolução da tecnologia traz o sistema CAD/CAM para a odontologia contemporânea: a estética, qualidade, menor tempo clínico e longevidade da peça protética, que são fundamentais para o desenvolvimento do planejamento e reabilitação protética, tal sistema revolucionou os parâmetros de qualidade da prótese, tornando mais preciso, mais rápido e mais eficiente todo processo de fabricação e planejamento odontológico (BERNADES *et al.*, 2012).

O sistema possui divisão no seu processamento em dois itens, o CAD que subdividem na constituição do componente de digitalização do objeto, assim a estrutura desejada é projetada sobre ele e o software ajuda no planejamento, e o CAM responsável pela usinagem do bloco de cerâmica no qual o objeto é projetado segundo Moura (2015). Existem diversos sistemas disponíveis no mercado com habilidade de digitalização em três dimensões, sendo ela intraoral ou em modelo de gesso (KAYATT, 2013). Assim, Fuzo e Dinato (2013) mostram a importância do conhecimento do sistema, dos recursos, elementos e etapa que compreende a tecnologia CAD/CAM para se beneficiar do sistema.

Segundo Alves *et al.* (2017), o sistema tem entre suas vantagens a possibilidade de alterar facilmente o desenho da restauração, assim como diminuir etapas de fabricação, melhor custo-benefício, restauração com necessidade de pequenos ou nenhum ajuste, menos sujeito a erros humanos, por ser controlado por computador de alta precisão, maior durabilidade e repetições podem ser feitas com mais rapidez e menos trabalho devido ao armazenamento dos processos no computador. Tem como um dos maiores benefícios a utilização de materiais muito rígidos, a exemplo da zircônia, de metais como o titânio sem porosidade, espessura mínima e elevada adaptação. Possuindo como sua maior desvantagem o custo do equipamento, manejo dos aparelhos, limitações de uso de alguns softwares e falta de ajuste na cor da restauração, escultura e adaptação marginal (CORREIA, 2006).

O sistema CAD/CAM da Procera/Allceram foi eleito em 2017 como um dos programas de maior êxito por produzir mais de 5 milhões de unidades protéticas. A desvantagem do sistema em relação a estética foi aprimorado com o sistema CEREC por meio dos blocos de zircônia que pode oferecer níveis elevados de estética com

colorização de até sete tons de cores previamente com sinterização final, além de oferecer uma durabilidade ao longo prazo segundo Alves *et al.* (2017).

De acordo com Dartora *et al.* (2014), em relação a adaptação marginal, pesquisas vêm mostrando resultados ainda melhores, uma vez que a adaptação marginal é indispensável para longevidade e sucesso da restauração protética, sobre dente ou implante. Conforme Bernardes (2012), pesquisas vêm demonstrando que adaptação marginal de 3,7 µm em infraestruturas usinadas de zircônia e de 3,6 µm em infraestruturas usinadas de titânio, obtendo excelente aceitação uma vez que o valor referência para uma boa adaptação tem que ser menor que 120 micrometros segundo Ueda (2015). Assim como a confecção de coping fabricado pelo sistema CAD/CAM tiveram melhor adaptação em relação aos de fabricação convencionais de metais, sendo a confecção do coping responsável por uma melhor adaptação para o término cervical (OLIVEIRA, 2012). Dartora *et al.* (2014), ainda, ressalta sobre as variações nos valores de adaptação, que sofre interferência por meio de fatores do sistema de escaneamento e fresagem, material utilizado e tipo de término cervical. Logo, Adolfi (2016) defende que, para realizar trabalhos de excelência, algumas etapas tradicionais do processo precisam ser mantidas, como o enceramento de diagnóstico.

Também foi observado por Alves *et al.* (2017) que a digitalização por meio de scanners intraorais em relação ao convencional de fabricação ou entre si, em precisão de restaurações dentárias obtiveram resultados semelhantes aos scanners CEREC AC Omnicam. A Sirona, 3M LAVA True Definition e Heraeus Cara Trios, no parâmetro de adaptação marginal, mas foi observado que foram superiores quando relacionados ao método tradicional. Além disso foi visto que não houve diferença significativa na comparação da discrepância marginal em coroas fabricadas pelo CAD/CAM com os scanners intraorais Laca C.O.S e iTero, e uso da moldagem convencional.

Bernades *et al.* (2012) mostra o tempo em relação a técnica de moldagem convencional e a digitalização intraoral dos sistemas que é superior, girando em média de 23 minutos. Também foi feita uma pesquisa de comparação do scanner Zirkonzahn e os demais scanners disponíveis no mercado, sendo observado no scanner Zirkonzahn duração superior ao menor tempo.

A impressão 3d, vem tornando o sistema CAD/CAM mais versátil, já que possibilitou a confecção de modelos impressos, otimizando o uso da tecnologia digital

(BROWN *et al.*, 2018), e possibilitando uma maior interação entre os meios digital e as técnicas convencionais, principalmente no relacionamento com os laboratórios de prótese dentária (MESQUITA *et al.*, 2014).

Mesmo com o notável avanço existente nos sistemas, Alves *et al.* (2017) relata que algumas limitações ainda são encontradas, mas as mesmas são, assim como as falhas e desvantagem, eliminadas pelas suas vantagens, sendo considerada um benefício do sistema.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia do sistema CAD/CAM trouxe para a odontologia modificações na rotina dos cirurgiões dentistas, com a diminuição de tempo de trabalho em confecções de próteses e maior conforto para os pacientes. Os sistemas CAD/CAM são capazes de produzir restaurações protéticas de alta qualidade, já que confere uma alta qualidade na resistência mecânica, ideal adaptação marginal, estética e saúde dos tecidos moles.

Os diferentes fluxos de trabalho permitem ao profissional clínico se adequar a sua realidade, permitindo aquisição do sistema completo ou partes de sua composição, ou até mesmo contratando os serviços de empresas especializadas.

Dentre os materiais disponíveis, convém ao utilizador conhecer seu sistema CAD-CAM, para saber as limitações de indicação de materiais, o que pode contraindicar materiais extremamente rígidos, ou tamanhos de próteses limitados, ou ainda possibilitar a utilização de novos sistemas cerâmicos

A maior utilização do sistema ainda é na área de próteses fixas, convencionais ou associadas a implantodontia, mas seu uso vem sendo ampliado para confecção de prótese parcial removível e também na ortodontia. A odontologia digital vem reduzindo a necessidade de enceramento, fundição e soldagem, promovendo redução de custos na confecção de infraestruturas.

Nesse sentido, para obter sucesso da técnica do sistema CAD/CAM é necessário a execução dos passos clínicos que se dividem em três principais etapas que são o escaneamento das estruturas dentária, software de desenho da restauração protética e sistema de fresagem da estrutura protética, áreas a que competem ao cirurgião dentista maior estudo dessa nova tecnologia para o adequado uso na clínica diária.

7. REFERÊNCIA

ADOLFI, D. Sistemas CAD/CAM uma abordagem clínica e laboratorial Possibilidades Reabilitadoras. São Paulo: Editora Quintessence, e. 1, p. 30-38, 2016.

ALVES, V. M.; OLIVEIRA, R. S.; BARBOSA, O. L. C.; NETO, O. I.; CASTRO, S. H. D. Vantagens x desvantagens do sistema CAD/CAM. Brazilian Journal of Surgery and clinical Research, v. 18, n. 1, p. 106-109, março-maio, 2017.

AMAROSO, A. P.; FERREIRA, M. B.; TORCATO, L. B.; TORCATO, L. B.; PELLIZZER, E. P.; MAZARO, J. V. Q.; GENNARI FILHO, H. Cerâmicas odontológicas: propriedades, indicações e considerações clínicas. Revista odontológica de Araçatuba, v. 33, n. 2, p. 19-25, 2012.

BERNARDES, S. R.; TIOSSI, R.; MATTIAS SARTORI, I. A.; THOME, G. Tecnologia CAD/CAM aplicada a prótese dentaria e sobre implantes: o que é, como funciona, vantagens e limitações. Jornal ILAPEO, v. 6, n. 1, p. 8-13, janeiro-fevereiro-março, 2012.

BOTTINO, A. M.; FARIA, R.; VALANDRO. L. F. Percepção: Estética em Próteses Livres de Metal em Dentes Naturais e Implantes. v. 1, Cap. 8, n. 804, 2008.

BROWN, G. B.; CURRIER, G. F.; KADIOGLU, O.; KIERL, J. P. Accuracy of 3-dimensional printed dental models reconstructed from digital intraoral impressions. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v. 154, n.5, p. 733-739, Nov. 2018.

CORREIA, A. R. M.; FERNANFES SAMPAIO, J. C. A.; CARDOSO, J. A. P.; LEAL DA SILVA, C. F. C. CAD/CAM: a informática da prótese fixa. Revista odontológica da UNESP, p. 183-89, 2006.

CARVALHO, R. L. A.; FARIA, J. C. B.; CARVALHO, R. F.; CRUZ, F. L. G.; GOYATÁ, F. R. Indicações, adaptação marginal, e longevidade clínica de sistemas cerâmicos livres de metal: uma revisão de literatura. International Journal Dentistry. v.11, n.1, p.55-65, 2012.

CRUZ, E. M. **Sistema CAD/CAM na odontologia.** 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

DARTORA, G. et al. **Precisão dos sistemas CAD/CAM em restaurações unitárias.** Prosthesis Laboratory in Science. p. 133-139, 2014.

FUZO, A.; DINATO, J. C. **CAD/CAM: uma visão atual.** 2013. Disponível em: <<http://inpn.com.br/Materia/Concurso/406>>. Acesso em: 26 dezembro 2019.

GRUBER, J.; KAMEYAMA, M. M. **O papel da Radiologia em Odontologia Legal.** Pesqui Odontol Bras, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 263-268, jul./set. 2001

GOMES, E. A.; ROCHA, E. P.; SANTOS, P. H **Cerâmicas odontológicas: o estado atual. Cerâmica.** São Paulo, p. 319-325, 2008.

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

NUNES, M. A. R.; ALVES, M. R.; TANAJURA, E. C. **Evolução das Restaurações em cerâmica - da prótese metalocerâmica a prótese metal free em zircônia.** Aracaju, 2015.

MESQUITA, A. M. M.; KAJIMA, A. N.; BAUER NETO, J.; AIHARA, H. A **impressão 3D na próteses dentaria.** Prótese News, v.1, n.3, p. 288-95, 2014

MOURA, R. B. B.; SANTOS, T. C. **Sistemas cerâmicos metal free: tecnologia CAD/CAM.** Revista Interdisciplinar, v. 8, n. 1, p. 220-226, 2015.

PETTER, O. I. **Tecnologia CAD/CAM.** Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para conclusão do Curso de Graduação em Odontologia. Universidade Federal de Santa Catarina Centro de Ciências da Saúde Departamento de Odontologia. Florianópolis, 2013.

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

SIRONA. Disponível em: <https://www.dentsplysirona.com/pt-br/explore/cad-cam/sinterizacao-com-cerec.html/>. Acesso 29 Jan 2020

TENÓRIO, J. R.; SOUZA, E. S.; GERBI, M. E. M.; VASCONVELOS, B. C. E. **Prototipagem e cirurgia guiada em implantodontia. Revista Faculdade Odontologia,** v. 20, n. 1, p. 110-114, jan-abril 2015.

ZIRKONZAHN. Disponível em: <<http://www.zirkonzahn.com/>>. Acesso em: 4 Jan. 2020.

URBANESKI, P. **Sistema CAD-CAM, uma realidade na odontologia.** Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de odontologia da faculdade de ciências biológicas e de saúde da Universidade Tuiuti do Paraná. Curitiba 2012.

UEDA, N. C. **Sistema CAD/CAM como ferramenta na odontologia: Revisão de literatura.** Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao curso de Odontologia da Universidade Estadual de Londrina, f. 29, 2015.