

FACULDADE SETE LAGOAS (FACSET)

CPO-RECIFE

DANIELLA ROSSILEY MOREIRA DOS SANTOS

TÍTULO: TECNOLOGIA CAD/CAM UTILIZADA NA PRÓTESE DENTÁRIA:
UMA REVISÃO DA LITERATURA.

Recife
2016

DANIELLA ROSSILEY MOREIRA DOS SANTOS

TÍTULO: TECNOLOGIA CAD/CAM UTILIZADA NA PRÓTESE DENTÁRIA:
UMA REVISÃO DA LITERATURA.

Monografia apresentada ao curso de Especialização *Lato Sensu* da Faculdade Sete Lagoas (FACSET), CPO-RECIFE, como requisito parcial para conclusão do Curso de Especialização em Prótese Dentária.
Área de concentração: Prótese Dentária.

Orientador: Profº. Dr. João Esmeraldo Frota Mendonça.

Recife
2016

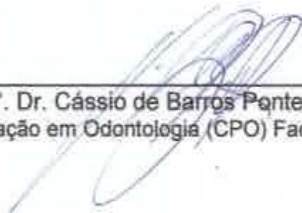
FACULDADE SETE LAGOAS (FACSET)

CPO-RECIFE

Monografia intitulada: Tecnologia CAD/CAM Utilizada na Prótese Dentária:
Uma Revisão da Literatura autoria da aluna Daniella Rossiley Moreira dos
Santos, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes
professores:



Prof. Dr. João Esmeraldo Frota Mendonça - Orientador
Centro de Pós-Graduação em Odontologia (CPO) Faculdade Sete Lagoas (FACSET).



Prof. Dr. Cássio de Barros Pontes - Examinador
Centro de Pós-Graduação em Odontologia (CPO) Faculdade Sete Lagoas (FACSET)

Recife, 05 de março de 2016.

FICHA CATALOGRÁFICA

Santos Moreira Rossiley, Daniella

Tecnologia CAD/CAM Utilizada na Prótese Dentária: Uma Revisão da Literatura / Daniella Rossiley Moreira dos Santos - 2016.
29f.

Orientador: Profº. Dr. João Esmeraldo Frota Mendonça.

Monografia (especialização) – Faculdade Sete Lagoas, 2016.

1. CAD/CAM. 2. Prótese Dentária.

I. Título. ecnologia CAD/CAM Utilizada na Prótese Dentária: Uma Revisão da Literatura

II. João Esmeraldo Frota Mendonça.

RESUMO

Novas tecnologias introduzidas na Odontologia levaram a mudanças significativas na obtenção de próteses e infraestruturas protéticas. A tecnologia CAD-CAM desenvolveu-se muito nos últimos anos, passando a ser uma realidade na prática odontológica. O termo CAD-CAM designa o desenho de uma estrutura protética num computador (Computer Aided Design) seguido da sua confecção por uma máquina de fresagem (Computer Aided Manufacturing). O sistema CAD-CAM trouxe para a Odontologia próteses cada vez mais precisas e com excelentes qualidades estéticas e mecânicas. Devido ao aumento da aplicação desta tecnologia esse trabalho teve o objetivo de abordar as etapas de produção, tipos de materiais, principais sistemas disponíveis para sua utilização na prótese dentária através de uma Revisão da Literatura.

Palavras-chaves: CAD-CAM; Prótese Dentária.

ABSTRACT

New technologies introduced in dentistry led to significant changes in obtaining prostheses and prosthetic infrastructures. The CAD-CAM technology has developed greatly in recent years, becoming a reality in dental practice. The CAD-CAM term refers to the design of a prosthetic structure on a computer (Computer Aided Design) followed by its production by a milling machine (Computer Aided Manufacturing). The CAD-CAM system for dental prostheses brought increasingly accurate and with excellent aesthetic and mechanical properties. Due to the increased application of this technology this work aimed to address the production stages, types of materials, key systems available for use in the dental prosthesis through a Literature Review.

Keywords: CAD/CAM; Dental Prosthesis.

SUMÁRIO

| | |
|----------------------------------|---------|
| 1. Introdução..... | Pág. 3 |
| 2. Revisão da literatura..... | Pág. 5 |
| 3. Discussão..... | Pág. 21 |
| 4. Conclusão..... | Pág. 25 |
| 5. Referência Bibliográfica..... | Pág. 26 |

1. INTRODUÇÃO

Novas tecnologias utilizadas na Odontologia, como a digitalização de imagens, levaram a mudanças significativas na obtenção de próteses e infraestruturas protéticas. A tecnologia CAD-CAM desenvolveu-se muito nos últimos anos, passando a ser uma realidade na prática odontológica. O termo CAD-CAM designa o desenho de uma estrutura protética num computador (Computer Aided Design) seguido da sua confecção por uma máquina de fresagem (Computer Aided Manufacturing).^{1,2,3}

A grande área da engenharia desenvolve processos para fabricação de diversos produtos industrializados com auxílio da tecnologia CAD-CAM com o objetivo de automatizar, agilizar e controlar os processos de fabricação. O sistema foi criado pela indústria aeronáutica e automobilística e atualmente é encontrado em diversos campos da medicina.^{4,5,1}

Na Odontologia esta tecnologia foi introduzida ao final da década de 70 e início da década de 80 com Bruce Altschuler, nos EUA, por François Duret, na França e Werner Mormann e Marco Brandestini, na Suíça.^{6,7} Em 1977, Young, Altschuler apresentaram a ideia de utilizar a holografia laser para fazer um mapeamento intra-oral. O primeiro sistema a ser utilizado e comercializado de forma viável foi o CEREC (CeramicReconstruction), desenvolvido por Morman e Brandestini, em 1980, na Universidade de Zurique, Suíça.^{8,2,4}

O uso desta técnica simplifica, automatiza o processo de fabricação da prótese dentária e restaurações, bem como, pode envolver diferentes ambientes como o industrial, laboratorial ou clínico.⁴ A evolução dos sistemas CAD-CAM tem sido acompanhada também pela evolução dos materiais possibilitando a utilização de novos sistemas cerâmicos mais resistentes e confecções de próteses dentárias totalmente em cerâmica, que possuem estética superior quando comparadas às metalocerâmicas produzidas pelas técnicas convencionais.⁸

Neste contexto, o CAD-CAM foi inserida na Odontologia como uma aposta promissora, possibilitando a fabricação de restaurações totalmente cerâmicas sem o comprometimento da resistência mecânica.^{9,8}

A tecnologia CAD-CAM trouxe para a Odontologia próteses com dimensões cada vez mais precisas e com excelentes níveis de adaptação micrométricos. Porém, pequenos ajustes ainda são necessários e dependendo da sua extensão e quantidade, pode ocorrer fragilização do material cerâmico.^{8,2,5}

Devido ao aumento da aplicação desta tecnologia na Odontologia este trabalho teve como objetivo abordar as etapas de produção, tipos de materiais, principais sistemas disponíveis, benefícios e limitações de sua utilização na prótese dentária por meio de uma revisão da literatura.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Os sistemas CAD/CAM foram introduzidos na Odontologia com o objetivo de reduzir o tempo de confecção das restaurações, aumentar a precisão e confiabilidade do processo de fabricação e substituir as infraestruturas metálicas, sem o comprometimento da resistência mecânica. Para usufruir dos benefícios da tecnologia CAD/CAM é necessário conhecer as etapas de produção, sistemas disponíveis, tipos e propriedades dos materiais que podem ser utilizados, assim como os benefícios e as limitações para que se possa fazer uma correta indicação do seu uso.¹⁰

Os sistemas CAD/CAM produzem as restaurações através de três etapas: Digitalização (aquisição dos dados informativos sobre a morfologia dos preparos chamada de escaneamento ótico, mecânica ou laser); Planejamento virtual (um Software para elaboração dos dados obtidos e para as aplicações do procedimento de fresagem); e Produção da peça propriamente dita (uma máquina automática, que seguindo as informações do software, produz a peça a partir dos blocos do material desejado.^{6,8}

Etapas de produção

De forma simplificada, podemos dizer que o sistema CAD pode ser dividido em procedimentos intraorais e de laboratório. É um sistema composto por um scanner, que faz a varredura das estruturas a serem copiadas, na boca ou em modelos de gesso, e um computador com um software que irá receber estes dados para gerar uma imagem tridimensional das estruturas escaneadas.^{11,12}

O software, além disso, permite que o operador do sistema, seja o cirurgião dentista ou um técnico em prótese dentária, faça o desenho virtual dos elementos necessários a reabilitação protética, reconfigurando forma e função com extrema acuidade e precisão. A partir deste desenho guia, é possível evoluir para o desenho virtual final de coroas totais, inlays, onlays, facetas, pilares personalizados, pontes fixas, copings e infraestruturas.^{11,12}

O processo CAM, ou a manufatura auxiliada pelo computador, nada mais é do que a materialização ou fabricação da imagem virtual trabalhada no

software CAD. Desde que máquinas CNC ou *Computer Numeric Control* (controle numérico computadorizado) foram desenvolvidas, o processo *CAM* foi também criado. Máquinas ou tornos controlados por computadores realizam os procedimentos de usinagem com alta precisão a partir de uma lista de movimentos escrita num código específico. Tal código permite o controle simultâneo de vários eixos para corte de material ou matéria prima. Assim, a forma e os cuidados do corte ou usinagem são respeitados e controlados de forma automatizada.^{13,14}

Na etapa de Digitalização, as informações físicas do preparo são transmitidas para um computador para que seja criado um modelo virtual. Esse processo é realizado através do escaneamento, onde o preparo, molde, modelo de gesso, ou até mesmo toda a arcada dentária, são convertidos da forma física para a forma digital a partir de imagens geradas por luz ou contato. Existem duas maneiras de realizar a digitalização, uma delas é através de um scanner óptico intraoral e a outra é através de scanner extraoral.^{13,14}

Na digitalização com scanner intraoral os feixes de luz ou raio laser refletem sobre as estruturas dentais e são captados por um sensor, produzindo várias imagens. Esse método intraoral dispensa etapas de moldagem e confecção de modelo de gesso, reduzindo o tempo clínico necessário. Esse sistema possui evidentes vantagens relacionadas com a sua praticidade, entretanto, é uma técnica extremamente crítica, apresentando limitações como, por exemplo, preparos com margens subgingivais.^{13,14}

O scanner extraoral é utilizado sobre o molde ou modelo de gesso. O scanner é composto por uma esfera de rubi que entra em contato com o modelo, transferindo linha por linha a morfologia do preparo. Esse *scanner* apresenta bastante exatidão, pois o tamanho da esfera é semelhante à menor das pontas utilizadas durante o processo de usinagem da peça. Sendo assim, tudo o que é reproduzido pelo *scanner* pode ser produzido na fase *CAM*.¹³

Esse processo de digitalização apresenta como desvantagens a necessidade de produção de um modelo de gesso aumentando o risco da ocorrência de erros e distorções e o tempo de escaneamento sendo mais demorado do que o óptico.¹³

De maneira geral, as decisões a respeito do uso de scanners dizem respeito da qualidade da imagem gerada, do tempo de escaneamento, da

necessidade de preparo da amostra a ser escaneada, do tamanho do *scanner*, do volume interno do scanner, da forma com que a peça é escaneada e da tecnologia ótica empregada, bem como de como o paciente será escaneado, se a partir do modelo de gesso, moldagem ou com moldagem intraoral.¹³

O Planejamento virtual da peça também chamada de fase CAD ou enceramento virtual. Nessa etapa, as imagens obtidas pelo escaneamento são inseridas em *softwares* de planejamento e as futuras restaurações ou infraestruturas são planejadas sobre o modelo virtual, as margens são definidas, a oclusão e os pontos de contato são ajustados, a espessura adequada para o material restaurador é estabelecida, assim como o espaço interno para o agente cimentante.^{12,13,14,15}

Geralmente, o *software* encontra-se no mesmo computador em que o *scanner* está conectado. Este *software* contém um banco de dados com formatos de dentes, componentes protéticos e implantes, que auxiliam no planejamento da prótese. O *software* também contém informações sobre os materiais que podem ser utilizados para a confecção das peças. Dessa maneira, é possível verificar se a prótese planejada apresenta problemas, como espessura inadequada do material, permitindo então que correções no preparo sejam realizadas antes que a peça seja produzida. A contração que o material restaurador sofre durante o processo de sinterização também é considerada pelo *software*, que projeta a peça com maiores dimensões para compensá-la.^{12,13,14,15}

Tanto o modelo virtual quanto o planejamento da peça podem ser enviados através da internet ou outros meios digitais, para que as restaurações possam ser planejadas e/ou usinadas em outros locais, como laboratórios e centros de produção. Alguns sistemas só aceitam o recebimento e envio de dados entre *softwares* do mesmo fabricante, sendo esses chamados de sistemas fechados. Porém, existem os sistemas abertos, onde os arquivos são gerados em formatos que podem ser interpretados por diferentes *softwares*. Esses sistemas recebem imagens produzidas por diferentes *scanners* e enviam dados para qualquer máquina de usinagem. A vantagem dos sistemas abertos é a possibilidade de escolher o sistema CAM mais adequado para cada caso.^{13,14}

Nesses programas, as imagens ou o modelo de gesso “virtual” são trabalhados e as futuras próteses são criadas. Podemos chamar este procedimento de “enceramento virtual”; nele, os espaços edêntulos são preenchidos a partir da modelagem das imagens.¹³

Atualmente, é possível planejar diversos tipos de próteses, como facetas, *inlays*, *onlays*, coroas unitárias, infraestruturas de até 14 elementos para próteses fixas, infraestruturas para próteses removíveis, provisórios em acrílico, *abutments* para implantes, guias cirúrgicos, entre outras aplicações.¹³

A produção da peça propriamente dita é a última etapa, também chamada de fase CAM, onde ocorre a materialização da imagem virtual produzida na fase CAD. Nessa etapa, pontas diamantadas, controladas por computadores, produzem a peça através de um processo de usinagem de blocos pré-fabricados, sob refrigeração abundante. O processo de usinagem pode durar de 7 a 40 minutos, dependendo do tamanho da peça e do material escolhido.^{13,14,16}

A usinagem pode ser classificada como: industrial (centralizada), laboratorial e clínica. O processo clínico é o mais novo dentre eles, refere-se aos sistemas que podem permitir que as três etapas de produção (digitalização, planejamento e usinagem) se realizem no próprio consultório (técnica “*chairside*”), não sendo necessário o envio para o laboratório. No processo laboratorial, as informações são enviadas ao laboratório de prótese, que será o responsável por planejar e/ou usinar a peça. O laboratório poderá receber apenas o preparo digitalizado, o modelo de gesso ou o arquivo CAD, contendo a peça já planejada. No processo industrial, o planejamento digital da peça é enviado para centros de produção.^{13,14}

No sistema laboratorial ou clínico as peças são normalmente menores, mais leves e apresentam custos mais acessíveis à comunidade odontológica de forma geral. Tornos industriais normalmente são maiores, com custos maiores e normalmente são adquiridos por empresas ou grandes companhias que constroem centrais de usinagem. Tais diferenças resultam em vantagens e desvantagens a serem levadas em consideração pelo profissional no momento de decidir em qual tecnologia vai investir.¹³

O sistema clínico é o mais novo entre os três e pode envolver todos os procedimentos envolvidos (escaneamento, “enceramento virtual” e usinagem *in*

lab) ou apenas parte deles, como no caso de scanners intraorais com envio de imagens para empresas via rede de comunicação (internet). Entre os três, este é o que exige maior investimento inicial ao dentista envolvendo, provavelmente, a formação de uma equipe multidisciplinar.^{13,14}

Os materiais utilizados para a fresagem da estrutura protética são blocos pré-fabricados dos seguintes materiais: cerâmica de vidro reforçada com Leucita, alumina reforçada com vidro, alumina densamente sinterizada, Zircônia Tetragonal Policristalina estabilizada por Itrio (Y-TZP) com sinterização (parcial ou total), titânio, ligas preciosas, ligas não preciosas e acrílicos de resistência reforçada.^{10,11}

Durante os últimos 20 anos, verificou-se um grande desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM, principalmente em relação à leitura dos preparos dentários, aos programas de desenho virtual, aos materiais (a alumina, a zircônia e o titânio) e a maquinação das restaurações protéticas. Essa tecnologia também é utilizada na automatização da produção de infraestruturas protéticas a partir de blocos pré-formados, permitindo uma padronização da qualidade e a utilização de materiais que apresentam melhor desempenho e com alta qualidade estética.¹²

Algumas características podem influenciar na qualidade final do produto como, por exemplo, o peso da máquina de usinagem. Tornos menores e mais leves podem vibrar ou se deslocar com mais facilidade que máquinas maiores, resultando em limitações na usinagem. Quanto maior uma máquina de usinagem, maior sua capacidade de copiar pequenos detalhes de uma restauração odontológica pela quantidade de eixos em que determinada ferramenta pode trabalhar, quanto menos eixos uma máquina possui, menor, mais simples e mais barata ela será.^{13,14}

O controle de qualidade das peças fabricadas pode ser feito: direto na boca, no modelo de gesso ou com auxílio de um modelo de gesso ou réplica da cavidade oral ou troquel da área que foi escaneada, de forma convencional (a “olho nu”) ou com ajuda de lentes de aumento ou medidores automatizados.^{13,14}

Hoje, as máquinas de impressão por processos de estereolitografia (técnica em que se depositam várias camadas de resinas de forma controlada por processos CAD/CAM que são imediatamente polimerizadas) podem ajudar

uma fábrica a fazer ajustes fora em ambiente com ajuda de protótipos rápidos ou réplicas daquilo que foi inicialmente escaneado. Empresas de implantes têm o dever de se comprometerem ter peças (implantes e componentes protéticos) com limites de adaptação (tolerâncias) eficientes, pois isso também determina a qualidade de um sistema.^{13,14}

Podem ser produzidas restaurações anatômicas, quando o bloco é usinado na forma final da peça, ou infraestruturas, que depois serão recobertas por materiais restauradores estéticos. No caso das restaurações anatômicas, após a sua confecção estas são submetidas às mais variadas técnicas de caracterização extrínseca, como por exemplo: a aplicação manual de pigmentos, glaze e sinterização, no caso das cerâmicas, e aplicação de pigmentos resinosos nas restaurações usinadas em resina composta.¹³

O recobrimento das infraestruturas, geralmente, é feito através de técnicas convencionais, porém, também pode ser realizado com o auxílio da tecnologia CAD/CAM através da técnica denominada CAO (*Computer Aided Overpress* - Sobrepressagem Auxiliada por Computador). Nesse caso, a anatomia da peça é planejada sobre a infraestrutura e usinada em um bloco de polimetilmetacrilato especial ou produzida em resina por prototipagem rápida. A peça produzida é unida à infraestrutura com a utilização de cera, então o conjunto é incluído e realiza-se a técnica da cera perdida. Em seguida, a cerâmica pura é injetada sob calor e pressão no espaço previamente ocupado pela cera.¹³

Sistemas disponíveis

Sistemas de impressão óptica para consultório

Para aqueles consultórios onde a aquisição de um sistema CAD/CAM completo não é viável economicamente, existe a possibilidade de adquirir sistemas que realizam apenas a digitalização do preparo, os chamados sistemas de impressão óptica para consultórios. Os dados obtidos através da digitalização são enviados para laboratórios ou centros de produção para planejamento e usinagem impressão óptica para consultório, que realizam apenas a digitalização do preparo (LAVA C.O.S.; 3M ESPE; iTero; Cadent).⁹

O sistema LAVA C.O.S (3M ESPE), possui uma sofisticada tecnologia, onde as imagens são capturadas em alta velocidade e um modelo virtual tridimensional (3D) é criado em tempo real, diferentemente da maioria dos

sistemas de digitalização óptica que primeiramente realizam várias imagens para só então formato modelo 3D. É necessária a aplicação de um meio de contraste que proporcione pontos de referência durante a captação da imagem.¹³

Os dados obtidos são enviados ao laboratório, e o técnico irá delimitar a linha de término e realizar o troquelamento virtual do modelo. Esses dados são então enviados à sede do sistema para a fabricação do modelo pela técnica de estereolitografia.¹³

Sistemas completos para consultório (*chairside*)

Estes sistemas permitem que o profissional digitalize, planeje e usine restaurações em seu próprio consultório, não sendo necessário o envio ao laboratório.¹³

Lançado comercialmente em 1987, na Suíça, o sistema CEREC AC (Sirona) foi o primeiro sistema completo para consultórios a ser utilizado e comercializado de forma viável. Por ser o pioneiro, é o sistema mais conhecido e estudado. Este sistema é composto por um *scanner* intraoral, uma unidade de planejamento e uma de usinagem. A câmera intraoral possui luz azul (CEREC *Bluecam*) e requer a aplicação de uma camada de pó de dióxido de titânio sobre as superfícies do preparo, para que ocorra uma reflexão uniforme da luz e esta seja corretamente captada pelo *scanner*.^{9,13}

Atualmente, o sistema CEREC está em sua terceira geração, e ao longo desses 25 anos de mercado muitas melhorias foram realizadas, facilitando a operação do sistema e promovendo a redução do tempo despendido para o planejamento e usinagem da peça. A novidade desta nova geração é a digitalização através de *scanner* topográfico, que reproduz os dados em três dimensões (3D) na tela do computador (CEREC 3D). Recentemente, ocorreu o lançamento da câmera CEREC *Omnacam*, que dispensa a aplicação do pó de dióxido de titânio para realização do escaneamento.^{9,13}

O sistema E4D Dentist (D4D), lançado em 2009, terminou com o monopólio do sistema CEREC que, por mais de 20 anos, era o único sistema *chairside* (CEREC AC-Sirona; E4D Dentist-D4D) disponível no mercado. O sistema E4D é extremamente avançado tecnologicamente, composto por *scanner* à laser, que realiza a digitalização dos preparos com alta definição e em três dimensões, um *software* de planejamento e uma unidade de usinagem

de alta precisão (mínima vibração e refrigeração constante). Por utilizar *scanner* à laser, não é necessária a aplicação do pó de dióxido de titânio sobre o preparo para realizar a sua digitalização, esta é uma de suas vantagens quando comparado ao CEREC *Bluecam*. Possui também a capacidade de digitalizar os preparos em boca e também moldes e modelos de gesso.^{13,17}

Sistemas completos para laboratórios

Para a utilização desses sistemas é preciso que o profissional envie o molde ou modelo em gesso para o laboratório para que este realize a digitalização do modelo e as seguintes etapas de produção. Possibilita a produção de diversos tipos de restaurações e com melhor estética, quando comparadas às produzidas pela técnica. Laboratórios com grande fluxo de produção podem se beneficiar com a utilização dos sistemas completos para laboratório, que realizam todas as etapas de produção a partir do molde ou modelo de gesso recebido (CEREC inLab - Sirona; Everest - Kavo).^{13,18}

O sistema CEREC inLab (Sirona) consiste na versão para laboratórios do sistema CEREC. A digitalização é realizada por leitura óptica sem contato com o preparo dental através da aplicação de um laser sobre o modelo produzido em gesso específico. A imagem tridimensional do preparo é enviada para o computador e a linha de término é detectada automaticamente (passível de sofrer ajustes manuais).^{1,18}

O *software* de planejamento deste sistema possibilita a realização de diversos tipos de restaurações, peças protéticas e infraestruturas. A unidade CAM do sistema CEREC inLab possui duas pontas diamantadas trabalhando em quatro eixos. O bloco cerâmico é preso em um dos lados, impedindo a ação das pontas nessa região, que é posteriormente fresada manualmente.^{1,18}

Outro sistema completo para laboratório é o sistema Everest (Kavo). O modelo, produzido em gesso especial (anti-reflexo), é digitalizado com o auxílio de uma câmera. Esse sistema possui como diferenciais uma unidade de usinagem com cinco eixos e a maneira como o bloco é suportado durante sua usinagem. O maior número de eixos é sua principal vantagem, pois permite que as pontas reproduzam maiores detalhes. Neste sistema o suporte é feito através de resina acrílica, permitindo livre movimentação das pontas, isso melhora a geometria da peça, mas torna a usinagem mais demorada, pois é

necessário que o operador interrompa o processo para colocação de uma nova resina de suporte.^{18,9,19}

Sistemas com produção centralizada

Em 1994, o sistema Procera (Nobel Biocare) começou a ser comercializado. Foi o primeiro sistema a produzir infraestruturas de coroas, pontes e também *abutments* para implantes. A digitalização do preparo é realizada no laboratório, onde o troquel de gesso (obtido através de moldagem convencional) é digitalizado por um *scanner* mecânico (ponta de safira que permanece em contato com o troquel enquanto este gira em torno do seu próprio eixo), esse processo de digitalização demora cerca de três minutos.^{18,19}

A fase CAD utiliza um *software* de planejamento específico para este sistema (sistema fechado) e os dados produzidos são enviados para um dos centros de produção, localizados apenas na Suécia e Estados Unidos, para que as infraestruturas sejam produzidas sob rigoroso controle de qualidade. As peças produzidas são enviadas por correio para que seja feita a prova em boca. Posteriormente, a infraestrutura é enviada ao laboratório para que a restauração possa ser finalizada com a aplicação da cerâmica de revestimento.^{18,9}

Existem ainda os sistemas com produção centralizada, onde o arquivo CAD é enviado ao centro de produção para que a infraestrutura seja produzida (Procera - Nobel Biocare; LAVA - 3M ESPE).^{9,19}

O sistema LAVA (3M-ESPE) possui centros de produção dedicados à produção de infraestruturas em zircônia tetragonal policristalina estabilizada por óxido de ítrio (Y-TZP). Neste sistema, o laboratório digitaliza o modelo de gesso, realiza o planejamento e envia os dados para um centro de produção (ou laboratórios que possuam as unidades de usinagem e sinterização) onde as infraestruturas serão usinadas e sinterizadas. Também é possível realizar a digitalização do preparo com a utilização de scanner intraoral, eliminando as etapas de moldagem e confecção do modelo de gesso. Os blocos de zircônia podem ser coloridos antes da sinterização final, alcançando melhores resultados estéticos.^{18,9}

Materiais

A utilização da tecnologia CAD/CAM permite o uso de diferentes materiais para a confecção de restaurações indiretas, como metais, resinas e cerâmicas com propriedades físicas variadas.⁹

Os metais são utilizados para a confecção de *abutments* para implantes e infraestruturas de coroas, pontes e próteses removíveis. Os mais utilizados são o cromo-cobalto, titânio e as ligas nobres. O titânio, que apresenta ótima biocompatibilidade, é utilizado pelo processo de usinagem, enquanto o cromo-cobalto e os metais nobres são produzidos por sinterização a laser, usinagem ou fundição de padrões de cera. Os custos são elevados, tornando inviável a utilização da tecnologia CAD/CAM para a usinagem de metais.⁹

As resinas são utilizadas para a confecção de provisórios muito mais duráveis do que os produzidos pelas técnicas convencionais. Os blocos resinosos podem ser usinados produzindo peças anatômicas ou infraestruturas (que serão recobertas pela inserção manual de resinas, quando a exigência estética for elevada). Alguns sistemas CAD/CAM também possibilitam a confecção de restaurações definitivas com este material, embora esta não seja uma técnica usual.⁹

Os sistemas cerâmicos apresentam certas vantagens em relação aos outros materiais utilizados na odontologia restauradora, como, por exemplo, elevado padrão estético, lisura e brilho superficial duradouro, preservação da cor natural dos tecidos moles, baixo potencial alergênico e biocompatibilidade.^{9,19}

Para a confecção de infraestruturas cerâmicas através das técnicas tradicionais, os técnicos em próteses dental necessitam seguir um protocolo bastante trabalhoso. O desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM facilita muito esse processo e também permite que outros materiais sejam utilizados, como o dióxido de zircônio, não utilizado nas técnicas convencionais.⁹

Com a tecnologia CAD/CAM é possível usinar as cerâmicas vítreas (reforçadas por leucita e dissilicato de lítio) e as cerâmicas aluminizadas (reforçadas por alumina, magnésio e zircônia). A utilização de novos sistemas cerâmicos possibilita a confecção de infraestruturas mais resistentes e esteticamente satisfatórias, capazes de substituir os metais das restaurações metalocerâmicas, favorecendo a estética final das restaurações.^{19,20}

Uma restauração cerâmica ideal deve combinar resistência e estética adequada. Dentre os sistemas cerâmicos disponíveis atualmente nenhum é capaz de suprir essas duas exigências ao mesmo tempo. Dessa maneira, é necessário conhecer as propriedades de cada um desses sistemas para realizar a sua correta indicação.²¹

Dentre os sistemas cerâmicos livres de metal, o Sistema IPS e.max Press (IvoclarVivadent, Schaan, Liechtenstein) tem sido muito utilizado em próteses estéticas. Consiste basicamente em uma subestrutura de vidro-cerâmica reforçada com dissilicato de lítio 60% ($\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$), com um recobrimento estético baseado em fluorapatita.¹⁸ Restaurações com o sistema IPS e.max Press exibem uma taxa de sobrevida variando de 96% em quatro anos e meio para 91% em sete anos. Apresenta duas fases cristalinas e uma fase vítrea na sua composição. A fase cristalina principal é formada por cristais alongados de dissilicato de lítio e a segunda fase é composta por ortofosfato de lítio. A matriz vítrea envolve ambas as fases cristalinas.¹³ As caries secundárias não foram o fator preponderante de falha, sendo a fratura de corpo a maior causa de insucesso²⁰. O sistema IPS e.max Press (resistência a flexão: 400 MPa) viabiliza a confecção de restaurações do tipo *inlay*, *onlay*, *overlay*, faceta laminada, coroa posterior, coroa total anterior e prótese fixa de 3 elementos na região anterior e de pré-molar.¹³

Um dos mais recentes materiais utilizados para confecção de núcleos para as restaurações cerâmicas são as zircônias industrialmente fabricadas e frezadas para às dimensões desejadas usando a tecnologia de processamento CAD/CAM. Núcleos feitos desta maneira são estáveis, tem um elevado teor cristalino e resistência à flexão de aproximadamente de 900-1200 Mpa.¹⁴

O Sistema CEREC (CErAmicREConstruction) foi desenvolvido em 1980 por um dentista suíço WernwerMormann e por um engenheiro italiano Marco Brandestini e introduzido no mercado pela Siemens em 1985. Estima-se que há aproximadamente mais de 10.000 usuários do sistema CAD/CAM, sendo 7.000 do sistema CEREC com mais de 8 milhões de restaurações cimentadas.¹⁵

Lançado no ano de 2000, o CEREC III é a terceira geração da tecnologia, em que à construção e controle do *software* foram feitos pela plataforma do *Windows NT (Microsoft)* integrado a um computador e *software*. As novas tecnologias computacionais foram adicionadas nesta terceira

geração, fornecendo melhor desempenho operacional, com resultados rápidos e de fácil uso pelo operador, significando menor tempo para desenhar o contorno da restauração, armazenagem de dados e construção da superfície oclusal.⁵

A unidade fresadora possui duas pontas montadas diamantadas para a fresagem, uma cilíndrica e uma tronco-cônica. As trocas de informações entre as unidades podem ser feitas via ligação por cabo ou onda de radio, o que possibilita a colocação das unidades em locais diferentes. Assim, enquanto uma restauração esta sendo desenhada pelo cirurgião-dentista a outra pode ser fresada com acompanhamento da equipe auxiliar do consultório.¹⁵

O elemento chave nesta tecnologia e a captura óptica por infravermelho, usando uma câmera como *scanner* topográfico óptico que captura a imagem, produz um sinal elétrico e gera os dados em três dimensões (3D) na tela de um computador (CEREC 3D).¹⁵

Na câmera intraoral houve modificações que melhoraram a captura e leitura da imagem. Este procedimento e chamado de impressão óptica em analogia a técnica de impressão física como material de moldagem. No CEREC III usa-se o método do principio da triangulação ativa.¹⁶

A câmara projeta um padrão linear sob um angulo de triangulação no preparo cavitário e a imagem projetada e registrada. Quando as linhas projetadas no preparo são visualizadas, o curso das linhas não mais aparece. Nesta fase as linhas não parecem planas, mas deslocadas localmente, dependente da profundidade do preparo. O sensor da câmera registra estes deslocamentos, e o computador calcula a profundidade correspondente do preparo, permitindo o registro de profundidade de 20 mm.¹⁶

Outra característica importante apresentada nesta geração e a unidade fresadora, com a presença de um scanner a laser (CEREC SCAN) que também pode ser utilizado para leitura dos preparos num modelo de gesso devidamente troquelizado e adaptado ao equipamento. Pode produzir uma ou múltiplas restaurações de uma única vez.¹⁵

Uma desvantagem de sistema CEREC 3 do uso deste sistema e pelo fato do bloco de cerâmica estar seguro num dos lados, o que impede a ação da broca nessa zona, que é posteriormente fresada manualmente.¹⁰ O principal problema relatado com a utilização desse sistema consiste na adaptação

marginal, com valores de desadaptação para coroas totais variando entre 100 e 150 μm .¹⁵

A empresa Nobel Biocare possui os sistemas cerâmicos Procera AllCeram e Procera AllZircon. O sistema AllCeram é composto por óxido de alumínio densamente sinterizado. É indicado para a confecção de infraestruturas de coroas unitárias anteriores e posteriores e próteses fixas de até três elementos. O sistema Procera AllZircon é composto por óxido de zircônio densamente sinterizado, apresenta elevada resistência flexural, sendo indicado para confecção de infraestruturas pequenas e longas, na região posterior e anterior, e pilares para implantes. Por possuir um elevado grau de opacidade apresenta como limitação a sua utilização em áreas de grande exigência estética.¹⁶

O sistema Procera utiliza tecnologia CAD/CAM na produção industrial de infraestruturas para coroas cerâmicas e prótese para implante em cerâmica e titânio33. As infraestruturas cerâmicas são compostas de óxidos de alumínio de alta pureza (99,5% de Al_2O_3), de zircônia (>99% de $\text{ZrO}_2+\text{YO}_3+\text{HfO}_2$), ambas densamente sintetizadas, e de titânio, comercialmente puro¹. O processamento dos dados é feito por um programa específico do sistema Procera, que utiliza o sistema operacional Windows.¹⁶

As informações obtidas do scanner são convertidas em pontos tridimensionais que reproduzirão, com alta fidelidade, os contornos do preparo dentário na tela do computador. Com esse *software* é possível determinar as margens do preparo, estabelecer a espessura do *copinge* o perfil de emergência.¹⁶

Uma das principais vantagens das infraestruturas do Procera é a sua elevada resistência a fratura sob pressão, a base de IPS Empress 2 que suportam por volta de 400 MPa, o InCeram Zirconia resiste 620 MPa e a do Procera AllCeram até 687 MPa. A estrutura Procera está indicada para as mais variadas situações clínicas, desde coroas unitárias com espaço suficiente, pilares a reabilitações complexas como pontes. É indicada também em casos de *Abutment* personalizável estético e *Abutment* personalizável em titânio para próteses unitárias ou PPFs de 3 elementos.¹⁶

O LAVA é um dos sistemas CAD-CAM de segunda geração dedicado a realização de infraestruturas específicas em zircônia tetragonal policristalina

estabilizada por óxido de ítrio. (Y-TZP). Atualmente, é possível a execução de coroas unitárias anteriores com espessura de 0,3 mm que apresentam alta translucidez, coroas unitárias no setor posterior (0,5mm de espessura) e próteses parciais de três e quatro elementos (com extensão máxima de 12 x 36 mm), próteses com um elemento em *cantilever*.³

Este sistema apresenta como vantagens a possibilidade de individualização da cor, a boa translucidez da infraestrutura Y-TZP, o bom escaneamento, um *software* versátil e uma boa estética. As desvantagens seriam o tipo de material (Y-TZP), a dimensão do bloco e a extensão limitada da infraestrutura.³

As linhas de acabamento cervical das preparações dentárias podem ser um chanfro ou um ombro com ângulo interno arredondado. Nesse sistema, as várias linhas de acabamento das preparações dentárias e a crista edentula são digitalizadas por um laser óptico que transmite as imagens para um computador. Devido à contração da cerâmica durante a sua sinterização, tal como descrito no sistema Procera, as infraestruturas são desenhadas com um aumento de 20% no seu volume.¹²

Posteriormente, são utilizados blocos de zircônia pré-sinterizada na fresagem, observando-se que o sistema é capaz de produzir até 21 coifas ou estruturas de pontes sem qualquer intervenção manual. Os blocos de zircônia utilizados podem ser coloridos com sete tons de cor previamente à sinterização final, o que pode conferir altos níveis estéticos. Para completar a sinterização, o sistema LAVA inclui um forno especial de alta temperatura.¹²

Em relação à resistência flexural, quando o sistema Lava utiliza um material de núcleo como a Y-TZP, sua resistência é de 900 a 1200 MPa, com indicações para coroa unitária anterior e posterior e PPF de três a quatro elementos.¹⁷

As vantagens do sistema LAVA são: a possibilidade do escaneamento da arcada antagonista e a reprodução da relação intermaxilar, possibilitando a forma virtual dos registros oclusais, facilitando a projeção virtual da infraestrutura; a cerâmica utilizada na metodologia LAVA SYSTEM, une a biocompatibilidade com ótimas qualidades físicas e químicas que se traduzem clinicamente em uma resistência mecânica compatível as cargas mastigatórias (18). A possibilidade da coloração da estrutura antes da sinterização facilita o

trabalho do técnico diante a fase de recobrimento estético, possibilitando espessura suficiente e estética ideal. As desvantagens seriam a dimensão do bloco e a extensão limitada da infraestrutura.¹⁷

O Everest é um sistema que inclui uma máquina de digitalização, um software CAD, uma máquina e um forno para sintetizar a cerâmica. A digitalização do modelo de gesso (antirreflexo) é feita por leitura ótica utilizando uma câmera CCD (precisão de 20µm). A imagem 3D é criada por meio de 15 sequências de projeções. A restauração protética é então desenhada num software CAD, e posteriormente fresada segundo movimentos de corte de cinco eixos, em blocos de vários tipos de materiais: Zircônia parcialmente sinterizada (ZS-Blanks); Zircônia totalmente sinterizada (ZH-Blanks); Titânio (grau 2- T-Blanks) e cerâmica de vidro reforçada com Leucita.^{13,7}

Uma das vantagens do sistema Everest é o número de eixos da unidade de fresagem, pois é um dos parâmetros que mais influi na capacidade de detalhe geométrico das restaurações. Aparelhos com maior número de eixos permitem que as brocas possam assumir mais posições de acordo com o bloco e assim produzir maiores detalhes.¹⁸

O sistema Everest introduziu o conceito de suporte por meio de resina acrílica, permitindo, desse modo, a total liberdade de movimentação das brocas em torno da restauração. Embora isso seja uma vantagem em termos de capacidade geométrica, torna o sistema mais lento, pois exige uma intervenção manual no meio do processo de fresagem para nova colocação de resina acrílica de suporte. A adaptação marginal do sistema Everest é aceitável clinicamente e compatível com os demais sistemas cerâmicos.¹⁸

As indicações clínicas para as cerâmicas reforçadas por óxido de zircônia (CEREC III, Procera, LAVA e Everest) são: *inlay*, *onlay*, *overlay*, coroa total anterior e posterior, facetas laminadas, próteses parciais fixas de até 4 elementos em regiões anteriores e posteriores e próteses parciais fixas com *cantilevers*.¹⁸

O sistema cerâmico In-Ceram (Vita) foi desenvolvido com o objetivo de diminuir os problemas referentes à resistência à fratura e a tenacidade. Este sistema cerâmico possui três variáveis, de acordo com o seu componente principal, sendo elas: In-Ceram Alumina, indicado para infraestruturas pequenas; In-Ceram Spinel, uma mistura de alumina e magnésio,

proporcionando melhor translucidez e maior resistência, quando comparada à In-Ceram Alumina. É indicado para restaurações coronárias parciais e coroas unitárias anteriores; In-CeramZirconia, apresenta maior resistência à flexão e maior opacidade, indicado para infraestruturas pequenas e longas e pilares para implantes.^{20,13}

3. DISCUSSÃO

A busca constante pela naturalidade do sorriso tem contribuído expressivamente para o desenvolvimento de materiais e técnicas restauradoras. A confecção de coroas com sistemas cerâmicos totalmente puros (metal free) mostra-se como excelente alternativa restauradora com potencial estético superior às coroas metalocerâmicas.²²

A fabricação de restaurações em cerâmica está se tornando cada vez mais popular, devido ao crescente avanço na qualidade desse material e na tecnologia empregada na confecção dessas restaurações. Essa evolução ocorreu graças, principalmente, à tecnologia CAD/CAM, que possibilitou o uso de cerâmicas de alta resistência na fabricação de próteses sem metal, com excelente qualidade estética e redução de custos.²²

Por muitos anos, as restaurações metalocerâmicas constituíam a única opção estética para reabilitações, apresentando excelentes qualidades mecânicas. Devido a alguns problemas identificados em controles clínicos, como aparecimento de superfícies metálicas nas regiões cervicais das restaurações, tecido gengival com aparência enegrecida no contorno cervical e falta de opalescência nas próteses devido à transmissão desfavorável da luz, assim como relatos de incompatibilidade de metais na cavidade oral.^{3,7,22,23}

Estas questões levaram à busca por técnicas que permitissem o uso das porcelanas sem associação com metal, como as chamadas “próteses metal free” restaurações puramente em cerâmica, mas era preciso conciliar a estética com o restabelecimento da função, sendo então necessário o desenvolvimento de novos sistemas cerâmicos que possuíssem resistência adequada, justificando o seu emprego em restaurações puramente em cerâmica.^{3,7,22,23}

Nesse contexto, a tecnologia CAD/CAM foi inserida na odontologia como uma aposta promissora, possibilitando a fabricação de restaurações totalmente cerâmicas sem o comprometimento da resistência mecânica.^{1,3,7,22,23}

Os sistemas chairside causam grande entusiasmo entre profissionais e pacientes, pois permitem que a peça seja cimentada no mesmo dia em que o preparo é realizado. Entretanto, esse sistema não representa o fim dos laboratórios de prótese, pois esse método realiza a usinagem de blocos

monocromáticos e as restaurações produzidas são apenas polidas, não recebem a camada superficial de glaze, apresentando então estética inferior às produzidas em laboratório.^{13,18,}

As restaurações produzidas pela técnica CAD/CAM possuem poucas desvantagens quando comparadas às produzidas pelas técnicas convencionais. Pode-se apontar como desvantagens o alto custo do equipamento e a necessidade de aprendizado quanto ao manejo dos aparelhos.^{3,1,13,24}

Algumas limitações são encontradas, mas estas não determinam à contra-indicação da técnica, apenas implicam na necessidade de realização de algumas mudanças no processo, como por exemplo, o fato de que preparos subgingivais não podem ser digitalizados por câmeras intraorais, sendo necessária a realização de moldagem convencional e digitalização do modelo de gesso.^{3,1,13,24}

Os preparos dentais devem ser nítidos e arredondados com términos contínuos e de preferência em chanfro ou ombro arredondado, a integridade marginal pode ficar comprometida quando o ângulo do término marginal é aumentado. As menores pontas utilizadas durante o processo de usinagem possuem 1 mm de diâmetro, sendo assim não devem existir estruturas no preparo que sejam menores do que 1mm, pois não será possível reproduzir essas estruturas durante a fase CAM.^{3,1,13,24}

Quando se objetiva moldar plataformas protéticas de implantes, a profundidade gengival dos mesmos quase sempre inviabiliza a entrada da luz, impedindo a moldagem digital.^{9,24,8,3}

Em relação ao sistema CEREC 3 o principal problema consiste na adaptação marginal, com valores de desadaptação para coroas totais variando entre 100 e 150 μm .¹³

Os sistemas CAD/CAM clínicos ou laboratoriais possuem algumas limitações e fatores que podem afetar a precisão da adaptação. Dentre eles, podemos citar limitações de uso de alguns softwares usados para desenho das restaurações, assim como limitações do hardware utilizado, como a câmera, o equipamento de escaneamento e as máquinas de usinagem.⁴

É importante ter em vista que a experiência e conhecimento dos clínicos e técnicos de laboratório também são de extrema importância quando sistemas CAD/CAM clínicos ou laboratoriais forem utilizados.^{4,21}

Nos preparos subgingivais o escaneamento de moldagens ou do modelo em gesso deve ser a primeira opção. Em determinados casos, há a necessidade do uso de produtos (*Sprays*) que reflitam a luz emitida e capturada pelos scanners, com o objetivo de gerar a imagem CAD. Estes sprays podem resultar em uma fina camada que pode gerar desadaptação da restauração final.^{4,9,13,24}

Alguns sistemas que utilizam o escaneamento por contato apresentam má qualidade da imagem gerada e não são capazes de reproduzir adequadamente superfícies retentivas proximais com menos de 2,5 mm de largura e com mais 0,5 mm de profundidade.^{4,22}

Preparos com término em lâmina de faca, presença de sulcos retentivos profundos e morfologia oclusal complexa também não são recomendados, não só para o escaneamento e para a usinagem, mas também para minimizarem as tensões que serão geradas nas restaurações com preparos e geometria marginal inadequados.^{4,22,23}

Como em qualquer técnica, o fator humano também é decisivo em processos CAD/CAM sendo desta maneira muito importante o treinamento da equipe que irá utilizar o sistema.^{13,9,8}

Apesar das desvantagens citadas anteriormente às vantagens da tecnologia CAD/CAM são evidentes: redução do tempo de produção; processo de fabricação controlado por computador com alta precisão, ficando menos sujeito a erros humanos; *software* aponta erros do preparo que podem ser corrigidos antes da confecção da peça; possibilidade de utilizar novos materiais cerâmicos que se destacam por suas propriedades mecânicas superiores; caso necessário, é possível refazer a peça rapidamente, pois os modelos digitais podem ser armazenados, assim como o planejamento digital da peça.^{13,2,3,18}

Quando comparada às restaurações metalocerâmicas, a tecnologia CAD/CAM apresenta ainda mais vantagens, pois permite a produção de restaurações *metal free*, que superam as restaurações metalocerâmicas convencionais por não apresentarem escurecimento cervical, permitirem a transmissão de luz, menor acúmulo de placa bacteriana e ausência de

correntes galvânicas, contribuindo para a saúde periodontal e pulpar; padronização da qualidade dos trabalhos e a utilização de materiais que apresentam melhor desempenho e alta qualidade estética; todos os sistemas cerâmicos apresentam longevidade clínica satisfatória.^{13,2,3,18}

Além da possibilidade de trabalhar com materiais muito resistentes, como a zircônia, que, quanto à fabricação manual, é bastante limitada. Atualmente, a zircônia é a cerâmica mais resistente disponível para utilização em odontologia. Esse material tem o potencial de permitir a construção de próteses parciais fixas em regiões de elevada carga mastigatória, por exemplo, em zonas mais posteriores da boca, pois revela uma resistência a fratura muito alta, três a quatro vezes superior a carga mastigatória.^{13,9}

A tecnologia CAD/CAM permite o controle de qualidade a nível micrométrico, o que é de grande importância, especialmente em infraestruturas de próteses parafusadas sobre implantes, pois essas exigem mais precisão de adaptação do que as próteses cimentadas sobre dentes ou implantes, já que o cimento facilita na passividade da peça.¹⁴

No caso das próteses implanto suportadas, estudos já reportaram resultados de adaptação marginal de 3,7 μm em infraestruturas usinadas de zircônia e de 3,6 μm em infraestruturas usinadas de titânio¹². Já foi sugerido que, para uma prótese ser considerada passiva durante seu assentamento, um desajuste vertical de até 10 μm seria necessário.¹⁴

Já para as próteses suportadas por dentes, os parâmetros de desajuste vertical esperado são diferentes. Foi sugerido que o nível de desajuste clínico ideal seria entre 25 e 40 μm .¹⁵ Contudo, muitos clínicos concordam que o desajuste marginal não deve ser maior que 50 a 100 μm ¹⁶⁻¹⁸. Em estudos publicados recentemente, foi encontrado que a maioria dos sistemas CAD/CAM usados atualmente na Odontologia são capazes de obter estruturas com níveis de adaptação inferiores a 100 μm .^{14, 8, 20}

A qualidade da adaptação depende de todos os passos envolvidos: preparo do caso, escaneamento, modelagem em CAD, usinagem, controle de qualidade, checagem e critério da prova em boca.^{14,8,20}

4. CONCLUSÃO

Os sistemas CAD/CAM usados atualmente na Odontologia são capazes de produzir restaurações protéticas com alta qualidade em relação à estética e a resistência mecânica, possuindo uma variedade de materiais restauradores e tipos de próteses que podem ser fabricados;

- A técnica apresenta varias etapas interligadas que devem ser realizadas corretamente para o sucesso final da prótese; e

- Apesar do crescimento da utilização da tecnologia na Odontologia ainda apresenta um valor econômico elevado.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. CORREIA, A.R.M.; SAMPAIO FERNANDES, J. C. A.; CARDOSO, J.P.A. CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa. **Rev. de Odontol UNESP**, vol. 35, n 2, p.183-189, 2006.
2. MELLO, C.C.; SANTIAGO JUNIOR, J.F.; LOPES, L.F.T.P.; VERRI, F.R.; MAZARO, J.V.Q.; PELLIZZER, E.P. Sistemas CAD/CAM: Avaliação da precisão de diferentes sistemas de aquisição de dados. **Rev. Odontol UNESP**, vol. 43, n especial, 2014.
3. BERNARDES, R.S.; TIOSSI, R.; MATTIAS, I.A.; SARTORI I.A.M. Tecnologia CAD/CAN aplicada à prótese dentária e sobre implantes: o que é, como funciona, vantagens e limitações. Revisão Crítica da literatura. **Jornal ILAPEO**, vol 6, n 1, 2012.
4. POLLI, G.S.; HATANAKA, G.R.; ABI-RACHED, F.O.; SEGALLA, J.C.M.; PINELLI, L.A.P.; REIS, J.M.S.N. Resistência à flexão de uma zircônia Y-TZP a CAD CAM após procedimento de desgaste e ressinterização. **Revista Odontol UNESP**, vol 42, UNESP, n especial, 2013.
5. ERXCELEBEM, J.; RODRIGUES, L.; COSTA, F. Reabilitação oral imediata de alto desempenho estético com sistema CAD/CAM VIP BLOCK. TRILUX. **Revista FULL DENT SCI**. Vol 4, n 13, 2012.
6. MOURA, R. B. B.; SANTOS, T. C. Sistemas cerâmicos metal free: tecnologia CAD/CAM. Revisão da literatura. **Rev. Interd.** v. 8, n. 1, p. 220-226, 2015. Disponível em http://revistainterdisciplinar.uninovafapi.edu.br/index.php/revinter/article/view/240/pdf_202, Acesso em 15 de out de 2015.
7. CARVALHO, R. L. A. Indicações, adaptação marginal e longevidade clínica de sistemas cerâmicos livres de metal: uma revisão da literatura. *Int J Dent*

Recife, v. 11, n. 1, jan./mar., 2012. Disponível em: <<http://www.ufpe.br>>. Acesso em: 20 out. 2015.

8. NEVES, F.D.; PRADO, C.J.; KARAM, C.J.; PEREIRA, L.M. Próteses unitárias implanto suportadas utilizando moldagem e registro simultâneos com CAD/CAM CEREC. **Rev. Prothes. Lab. Sci.**, vol. 3, n 12, 2014.

9. HILGERT, L. A. Odontologia restauradora com sistemas CAD/CAM: o estado atual da arte Parte 3: Materiais restauradores para sistemas CAD/CAM. **Clín. int. j. Braz. Dente**, v. 6, n. 1, pag. 86-96, jan.-mar. 2010.

10. BORGES ,M,C,A. Modelos Digitais e Prototipagem. Tecnologias de Aquisição. 17 Fl. Monografia (Graduação em Odontologia), Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. Disponível em: http://www.moodle.ufba.br/file.php/12647/TCC_Manual_e_Defesas/Defesas_2014.1/TCC_Maria_Clara_Albuquerque_Borges_corrigido.pdf. Acesso em 20 de out de 2015.

11. FUZO, A.; DINATO, C. CAD/CAM – Visão Atual. **Suplemento Prótese News.**, v. 10, n. 2, p. 6-9. 2013.

12. ELIAS, C. N.; SANTOS, C. dos. Próteses cerâmicas produzidas por usinagem CAD/CAM. **Rev. Implantinews.** v. 7, n. 3, p. 183, 2010.

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

14. BERNARDES, S. R. et al. Tecnologia CAD/CAM Aplicada a Próteses Dentária e Sobre Implantes: O Que É, Como Funciona, Vantagens E Limitações. Revisão Crítica Da Literatura. **Rev ILAPEO.** v. 6, n. 1,

jan./mar.,2012. Disponível em: <http://www.ilapeo.com.br>>. Acesso em: 10 out. 2015.

15. GONZALO, E. Comparative analysis of two measurement methods for marginal fit in metal-ceramic and zirconia posterior. **Int J Prosthodont.** Vol. 22, Pág. 374–377, 2009.

16. VOLPATO, C. A. M.; GARBELOTTO, L. G. D.; ZANI, I. M.; VASCONCELOS, D. K. de. **Próteses Odontológicas: Uma visão contemporânea. Fundamentos e Procedimentos.** São Paulo: Editora Santos, 2012.

17. MIYAZAKI, T.; HOTTA, Y.; KUNII, J.; KURIYAMA, S.; TAMAKI, Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. **Dent Mater J.** v. 28, n. 1. 2009.

18. HILGERT, L. A.; SCHWEIGER, J.; BEUER, F.; ANDRADA, M. A. C. de A.; ARAÚJO, E.; EDELHOFF, D. Odontologia restauradora com sistemas CAD/CAM: o estado atual da arte Parte 2: Possibilidades restauradoras e sistemas CAD/CAM. **Rev. Clínica,** Florianópolis, n.20, 2009b.

19. MENEZES, L. F. de. Avaliação da resistência de união entre infraestrutura de zircônia e porcelanas de cobertura. 67 Fl. Dissertação (Mestrado). Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <www.biblioteca.pucminas.br>. Acesso em: 24 nov. 2015.

20. SOUZA-JÚNIOR, E. J.; BERTOLDO, C. E.; OLIVEIRA, D. C. R. S. de; PINI, N. P.; CELESTRINO, M.; PAULILLO, L. A. M. S. Resolução Estética: Naturalidade com Coroas Cerâmicas. **Rev. Clínica.** v. 8, n. 3, jul./set., 2012.

21. LORENZONI, F. C.; MENDONÇA, L. M. de; COSTA, M. D.; OLIVEIRA-NETO, L. A. de; MARTINS, L. de M.; PEGORARO, L. F. Seleção do sistema cerâmico na reabilitação estética anterior: relato de caso. **Rev. Clínica,** Florianópolis, v.8, n.3, jul./set., 2012

22. Moura, R.B.B; SANTOS,C.T. *Sistemas cerâmicos metal free: tecnologia CAD/CAM* – revisão de literatura. **Rev. Interd.** Vol 8, n. 1, p. 220-226, 2015.

23. GARCIA, L. da F.R.; CONSANI, S.; CRUZ, P. C.; SOUZA, F. de C. P. P. de. Análise crítica do histórico e desenvolvimento das cerâmicas odontológicas. **RGO**. v.59, 2011. Disponível em: <www.revistargo.com.br>. Acesso em 28 ago. 2015.

24. GUERRA, C. M. F.; NEVES, C. M. F.; ALMEIDA, E. C. B. de; VALONES, M. A. A.; GUIMARÃES, E. P. Estágio atual das cerâmicas odontológicas. **Int J Dent.**, Vol. 3, n 3, 2007. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/ijd/index.php/exemplo/article/viewFile/8/7> >. Acesso em: 09 nov. 2015.