



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

NATHALLIE CAMPOS UEDA

**SISTEMA *CAD/CAM* COMO FERRAMENTA NA ODONTOLOGIA:  
REVISÃO DE LITERATURA**

---

Londrina  
2015

NATHALLIE CAMPOS UEDA

**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, como requisito parcial à obtenção de diploma de graduação em Odontologia.

Orientadora: Prof. Ms. Eloísa Helena Aranda de Souza

Londrina  
2015

NATHALLIE CAMPOS UEDA

**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, como requisito parcial à obtenção de diploma de graduação em Odontologia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Prof. Ms. Eloísa Helena Aranda de  
Souza  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Alcides Gonini Júnior  
Componente da banca  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 26 de novembro de 2015.

Dedico este trabalho à minha mãe, que não mediu esforços para que este sonho se tornasse realidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me guiado até aqui, me amparado e me dado forças para vencer cada batalha.

À minha família que foi e sempre será meu bem mais precioso.

Ao meu namorado, Matheus Coral Secon, que esteve comigo, me apoiando e me dando todo o suporte que sempre precisei.

Aos meus tios, que me ajudaram de todas as formas possíveis para que meu sonho se realizasse...

Aos meus avós por todo amor e dedicação que recebi todos esses anos...

Agradeço também aos meus verdadeiros amigos, sem os quais a vida se tornaria insuportável...

À professora Eloísa, que prontamente aceitou o convite de ser minha orientadora.

Ao professor Alcides, que me incentivou sempre, me dando o suporte acadêmico necessário para que essa etapa fosse concluída.

À todos que de alguma forma participaram da minha formação, minha eterna gratidão.

"Venham a mim, todos os que estão cansados e sobrecarregados, e eu lhes darei descanso. Tomem sobre vocês o meu jugo e aprendam de mim, pois sou manso e humilde de coração, E vocês encontrarão descanso para as suas almas. Pois o meu jugo é suave e o meu fardo é leve".

UEDA, Nathallie Campos. **Sistema CAD/CAM como ferramenta na Odontologia**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

## RESUMO

Os sistemas *CAD/CAM*, *computer aided design / computer aided manufacturing*, originários da engenharia, foram introduzidos na odontologia no final da década de 1970, com a finalidade de promover a confecção de próteses baseadas em um sistema tridimensional de última geração. Um dos principais objetivos desta tecnologia é a simplificação e otimização na produção de estruturas protéticas, visando à produção de estruturas com alto padrão de qualidade e estética, de forma personalizada e planejada com precisão digital. O objetivo do presente trabalho foi o de realizar um levantamento nas bases de dados Scielo, Lilacs e Medline, tendo em vista a análise da aplicação do sistema na odontologia, utilizando os descritores *CAD/CAM*, prótese e reabilitação. A maior vantagem na utilização desta tecnologia é em relação ao fator tempo, embora o fator econômico seja a sua maior desvantagem e limitação em relação ao uso. Sendo assim, e apesar do sistema apresentar inúmeras indicações quanto ao uso de distintos materiais restauradores, cabe ao cirurgião-dentista se atualizar constantemente para saber indicar e utilizar as tecnologias disponíveis, aliando técnica adequada com material adequado para cada caso.

**Palavras-chave:** Sistema CAD/CAM, Prótese e Reabilitação.

UEDA, Nathallie Campos. **CAD / CAM system as a tool in dentistry-literature review**. 2015. Work Completion of course (Diploma in Dentistry) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

## **ABSTRACT**

*CAD / CAM* systems, computer aided design / computer aided manufacturing, originating in engineering, were introduced in dentistry in the late 1970s, in order to promote the production of prostheses based on a three-dimensional system of last generation. A major goal of this technology is simplifying and optimizing the production of prosthetic structures, aimed at producing structures with high quality standards and aesthetics, and custom-designed with digital precision. The aim of this study was to conduct a survey in Scielo databases Lilacs and Medline, with a view to analysis of system application in dentistry, using the *CAD / CAM* descriptors, prosthetics and rehabilitation. The biggest advantage in using this technology is in relation to the time factor, although the economic factor is its biggest drawback and limitations regarding the use. Therefore, and despite the system presents numerous indications for the use of different restorative materials, it is up to the dentist constantly upgrade indicate to know and use the available technology, combining proper technique with suitable material for each case.

**Keywords:** CAD / CAM System, Prosthesis and Rehabilitation.



## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. MÉTODO E OBJETIVO.....</b>	<b>12</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
3.1 HISTÓRICO .....	13
3.2 SISTEMAS CAD/CAM.....	13
3.3 INDICAÇÕES.....	15
3.4 MATERIAIS CERÂMICOS .....	17
3.5 PRINCIPAIS SISTEMAS.....	17
3.5.1 Cerec 1®.....	17
3.5.2 PROCERA.....	18
3.5.3 LAVA .....	19
3.5.4 EVEREST.....	19
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>26</b>

## 1. INTRODUÇÃO

É incontestável que, a odontologia está sempre em busca de ferramentas e tecnologias, para que os tratamentos sejam cada vez melhores em termos de estética, durabilidade, facilidade de execução e economia de tempo, tanto para o cirurgião-dentista, quanto para o paciente.

Ao longo dos anos, a prótese odontológica sofreu alterações significativas graças ao desenvolvimento de diferentes materiais restauradores. Tentativas de reposição dentária que ocorreram nos séculos dezesseis e dezessete envolveram dentes artificiais á base de marfim, ouro latão e até mesmo madeira (JOHNSON et al.,1959).

Atualmente, a odontologia restauradora é realidade no dia-a-dia de diversos cirurgiões-dentistas, e as razões para o ceticismo de alguns frente a restaurações produzidas por essa técnica já foram irrefutavelmente eliminadas por acompanhamentos clínicos que atestam seu sucesso com o passar do tempo (HILGERT et al., 2005).

A busca por soluções estéticas tem sido cada vez mais desafiadora, visto a exigência do paciente e o crescente número de técnicas e materiais disponíveis para a reabilitação protética. Entre os materiais estéticos, as cerâmicas são os materiais de escolha para a reprodução fiel das estruturas dentárias, pela sua capacidade de mimetizar as estruturas dentárias, apesar da dureza e fragilidade intrínsecas ao material, tendo como principais problemas a formação de trincas e o desgaste do antagonista. Pesquisadores tem se empenhado na busca por um material cerâmico perfeito, que reproduza de forma natural os elementos dentários e apresente características físicas compatíveis com as necessidades do sistema estomatognático (GOMES et al, 2008).

O objetivo final da odontologia restauradora é a fabricação de restaurações que são indistinguíveis dos dentes naturais (PAK et al, 2010). Tendo em vista este objetivo, a odontologia investe sempre em novas tecnologias capazes de proporcionar ao cirurgião-dentista e ao paciente o melhor resultado e custo benefício.

A saúde e a informática, como áreas do conhecimento possuem características em comum: generalização de novos conhecimentos e a troca

constante de procedimentos e de aplicações (CORREIA et al.,2008). Com o passar dos anos, novos avanços tecnológicos têm sido introduzidos em vários ramos da odontologia. Atualmente, a informatização tem dado importante suporte à odontologia, e uma nova realidade nesta área são os sistemas CAD/CAM que trouxeram grande importância na reabilitação oral.

O termo CAD/CAM designa o desenho de uma estrutura protética num computador (*Computer Aided Design*) seguido de sua confecção por uma máquina de fresagem (*Computer Aided Manufacturing*). A tecnologia CAD/CAM começou a ser utilizada na década de 50, quando o Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) iniciou a discussão sobre essa tecnologia. Onde ocorreram as primeiras aplicações de computadores para auxiliar as etapas de engenharia. Porém, somente na década de 70 foi inserido o uso desta ferramenta em clínica odontológica.

Na década de 80, seria possível afirmar que a tecnologia CAD/CAM representava o futuro da prótese dentária. Hoje, tais sistemas já são realidade e estão presentes no dia a dia de muitos laboratórios de prótese e clínicas odontológicas especializadas no Brasil. Tomando ciência dos inúmeros benefícios proporcionados pela revolucionária tecnologia, cada vez mais profissionais estão migrando para o sistema digital.

## **2. MÉTODO E OBJETIVO**

Este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre o tema CAD/CAM, abordando, brevemente, sua introdução na odontologia, seu funcionamento, as principais indicações e os sistemas e cerâmicas mais utilizadas. Para a realização deste trabalho foram realizadas buscas nas bases de dados Lilacs, Scielo e Medline e utilizadas a literatura pertinente ao tema; Também foram utilizadas informações advindas dos sites dos fabricantes dos sistemas. Este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre o tema CAD/CAM, abordando, brevemente, o seu histórico, funcionamento, principais indicações, sistemas e cerâmicas utilizadas no processo.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 HISTÓRICO

O sistema CAD/CAM foi desenvolvido pela indústria aeronáutica e automobilística e é encontrado em diversos campos da medicina (BOTTINO, 2009). Trata-se de uma tecnologia introduzida na Odontologia ao final da década de 70 com Bruce Altschuler, nos EUA, François Duret, na França, e Werner Mormann e Marco Brandestini, na Suíça (ALTSCHULER et al., 1977). O primeiro sistema a ser utilizado e comercializado foi o sistema Cerec®, desenvolvido por Moermann e Brandestini, em 1980 (FASBINDER et al., 2006).

Em 1984, Duret começou a fabricar coroas com superfície oclusal funcional usando uma série de sistemas que se iniciaram com a impressão óptica do limite dental na boca, seguida pelo desenho de uma coroa idealmente funcional e fresagem da peça por uma máquina de fresagem controlada (MIYAZAKI et al, 2009), tendo como objetivo a redução da grande dependência manual na fabricação de restaurações. No entanto, o sistema criado por Duret era demasiadamente complexo e dispendioso (CORREIA et al, 2006).

Durante os últimos anos, observou-se grande avanço da tecnologia CAD/CAM, quanto à leitura dos preparos dentais, programas de desenho virtuais, materiais utilizados e à maquinação das restaurações protéticas. Também é possível observar que com os avanços na maquinagem e produção de peças protéticas foi impulsionado o avanço das cerâmicas odontológicas, que estão cada vez mais estéticas, biocompatíveis e fisicamente e mecanicamente mais adequadas (ROSSATO et al, 2010).

#### 3.2 SISTEMAS CAD/CAM

A digitalização de imagens foi uma grande inovação tecnológica utilizada na odontologia, principalmente quando o assunto é prótese e estruturas protéticas, o uso da tecnologia CAD/CAM proporcionou a confecção de próteses com menor tempo de cadeira, porém com maior custo para o paciente, sendo esta sua maior desvantagem.

Sua sigla faz referência ao termo americano *computer aided design/computer aided manufacturing* que em português significa desenho auxiliado por computação e manufatura auxiliada por computação, um avançado sistema que permite a confecção de próteses baseadas em um sistema tridimensional de última geração. A implementação da tecnologia CAD/CAM com seus diversos sistemas, ajudou a surtir um efeito não só no sentido de uma “produção em série”, mas também num aperfeiçoamento do procedimento cirúrgico e das restaurações em geral, pela utilização do desenho e da confecção, assistidas por computação. Porém, o fato de serem essencialmente informatizadas exige do clínico e do laboratório, uma adaptação das dinâmicas de trabalho de forma a rentabilizar o investimento efetuado (FREITAS, 2008). Os sistemas CAD/CAM de alta tecnologia se baseiam em três componentes fundamentais: sistema de leitura da preparação dentária (“scanning”), software de desenho da restauração protética (CAD) e sistema de fresagem da estrutura protética (CAM ou “milling”) (TINSCHERT et al., 2004).

Os sistemas CAD/CAM permitem integrar as tarefas de projeto, simular e aperfeiçoar o produto e efetuar sua prototipagem e fabricação (KLINDEIN et al., 2006). O primeiro sistema CAD/CAM usado na odontologia foi o Cerec, posteriormente, no ramo da prótese dentária, novos sistemas foram sendo desenvolvidos e aprimorados, como os sistemas Procera, Lava, e-Max, Zircozhan e All Ceram (FREITAS, 2008). Esta tecnologia tem sido utilizada na Odontologia principalmente na produção de restaurações de prótese fixa como coroas, pontes e facetas (LIU, 2005).

O processo CAD ou desenho realizado pelo computador teve sua origem depois do desenvolvimento de programas ou *softwares* de computadores, bem como o *hardware* ou a máquina propriamente dita. Hoje, grande parte da população tem acesso e está habituada á tecnologia virtual, trabalhando com arquivos computacionais ao invés de objetos reais. Por exemplo, a escrita e até mesmo a leitura de rotina diária está cada vez mais vinculada ao uso de computadores pessoais contra máquinas de datilografia, papéis e seus derivados. Assim, o trabalho de projetistas nos dias de hoje é muito mais rápido do que alguns anos atrás, pois os computadores permitem que tais profissionais realizem seu trabalho em um computador (VAN NOORT R., 2012).

O processo CAM ou 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 (Bernardes, 2012).

De forma simplificada, podemos dizer que o sistema CAD pode ser dividido em procedimentos intraorais e de laboratório e é um sistema composto por um scanner, que faz a varredura das estruturas a serem copiadas, seja em boca ou em modelos de gesso, e um computador com um software que irá receber estes dados e gerar uma imagem tridimensional das estruturas escaneadas. 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 de pontes, entre outras (DINATO, José). O uso desta técnica vem sendo usado na clínica odontológica desde a década de setenta, com o objetivo de simplificar, automatizar e garantir níveis de qualidade com adaptações micrométricas das próteses dentárias.

### 3.3 INDICAÇÕES

O sistema CAD/CAM tem sido utilizado e recomendado por dentistas de todo o mundo por sua facilidade e por ser possível trabalhar com diferentes materiais (PATRONI et al., 2010). O sistema CAD/CAM tem indicações diversas, visto a sua funcionalidade e estética cada vez mais aprimoradas. As reabilitações protéticas livres de metal tem um espaço cada vez maior no mercado e o sistema CAD/CAM oferece infra-estrutura constituída de cerâmicas reforçadas, que tem propriedades mecânicas relevantes, possibilitando a confecção de coroas unitárias

ou em prótese parcial fixa, tanto anterior quanto posterior (FERNANDES et al., 2007).

A tecnologia CAD/CAM tem sido utilizada na Odontologia principalmente na produção de restaurações parciais como, coroas, pontes e facetas (CORREIA et al 2006). Os sistemas CAD/CAM são viáveis em relação á adaptação, sendo encontradas nos sistemas atuais discrepâncias marginais iguais ou inferiores a 120 µm, um valor considerável clinicamente aceitável. Variações nos valores de adaptação estão na dependência de fatores como sistema de escaneamento e fresagem, material utilizado e tipo de término cervical (DARTORA et al., 2014).

O sistema CAD também pode ser aplicado à Ortodontia, permitindo o planejamento virtual de tratamentos ortodônticos. Já o sistema CAM irá produzir, por meio de uma fresadora e da impressão digital em 3D sobre diferentes materiais, a reabilitação desejada. Pode-se optar por blocos de cerâmica feldspática, zircônia, dissilicato de lítio, titânio, cromo-cobalto e resinas para próteses temporárias, dependendo da estrutura a ser fresada e seu objetivo. Portanto, o sistema CAD/CAM interliga scanner, software e fresadora para os objetivos finais de reabilitação do paciente (DINATO et al., 2013).

A fabricação de próteses totais utilizando o sistema CAD/CAM é limitada no momento. Quando a imagem 3D é projetada os dentes artificiais produzidos no sistema são gerados apenas em tamanho menor do que quando em métodos convencionais, não encaixando assim na base da prótese e causando um desvio. Os estudos indicam que as próteses totais poderão ser fabricadas no futuro para conduzir a simplificação em laboratório, reduzir o tempo de cadeira e manter a qualidade de tratamento. Além disso, este método poderá aplicar materiais que estão equipados com propriedades inovadoras (KANAZAWA et al., 2011). A tecnologia CAD/CAM vem sendo aplicada a técnicas de implantes como guia cirúrgico. Os modelos cirúrgicos desenvolvidos com o sistema permitem a transferência do planejamento do software para o campo cirúrgico (TORRES et al., 2009 ).

Os implantes guiados por CAD/CAM permitem a atualização dos métodos convencionais de trabalhos resultando em economia, ergonomia e funcionalidade. (AGUERA et al., 2002).



### 3.4 MATERIAIS CERÂMICOS

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

Além disso, as coroas podem ser cerâmicas puras ou receberem uma camada de cerâmica de cobertura, sobre uma infraestrutura cerâmica reforçada. As cerâmicas reforçadas, quando sem cobertura, tem seu uso limitado à região posterior, visto apresentarem menor padrão estético. A adição das cerâmicas de cobertura vem com o intuito de melhorar características estéticas e mecânicas das restaurações. Para a união entre essas cerâmicas distintas é importante que a cerâmica de cobertura tenha capacidade de molhamento, haja retenção micromecânica, além de que deve haver compatibilidade química e térmica entre os materiais. (KINA, 2005; VIDOTTI, 2011). O processo de adição de cerâmicas de cobertura é chamado sinterização. A sinterização ocorre em temperaturas abaixo do ponto de fusão, em fornos específicos. Este processo além de proporcionar melhores características mecânicas, também é responsável pela caracterização das peças (KREIDLER, 2008).

### 3.5 PRINCIPAIS SISTEMAS

#### 3.5.1 Cerec 1®

Desde o primeiro sistema a ser usado em odontologia (Cerec 1®), mudanças significativas nos softwares tem sido realizadas a fim de melhorar o desempenho dos mesmos (FASBINDER et al., 2010). O sistema CAD/CAM veio como uma alternativa para a automatização de um processo manual, oferecendo uma melhora na qualidade e reprodutibilidade das peças, com um aumento precisão e qualidade do planejamento, levando a um aumento da eficiência das peças (BEUER et al, 2008). Os sistemas são resultados de diversas pesquisas de softwares e hardwares e o operador requer um mínimo conhecimento em computação para utilizá-lo (MARTÍNEZ, 2004).

O sistema Cerec I foi lançado no mercado odontológico em 1985 (CONCEIÇÃO, 2005), e foi o primeiro a usar a tecnologia CAD/CAM (KREJCI et al., 1994). Este sistema na modalidade “chairside”, representa uma revolução tecnológica na área da medicina dentária, porque tornou possível realizar inlays, onlays, facetas e coroas de uma forma simples, rápida e eficaz (LIU, 2005). Posteriormente foi lançado no mercado odontológico o Cerec II, o qual foi criado para suprir as limitações do Cerec I (TOUATI, 2000), e em 2000 foi lançado no mercado o Cerec III, o qual possui um desgaste mais rápido e mais eficiente, com um scanner de leitura óptica em 3D de alta precisão (MIRZAYAN, 2009) e pode produzir uma ou múltiplas restaurações de uma única vez (MIYASHITA, FONSECA, 2004). Como desvantagem desse sistema, podemos citar o fato de o bloco de cerâmica ser fresado manualmente no final do processo, pois durante a confecção, o bloco é segurado por um dos lados para que seja realizada a fresagem (CORREIA et al., 2006). O principal problema relatado com a utilização desse sistema consiste na adaptação marginal (BEUER, 2009).

### 3.5.2 PROCERA

Outro sistema que atualmente existe no mercado é o Procera, o qual foi inicialmente desenvolvido para produção das peças protéticas em titânio, hoje consiste de uma infraestrutura confeccionada de óxido de alumínio e zircônia pura densamente sintetizada (RAMOS, 2003). Esta tecnologia foi o primeiro sistema a produzir infraestruturas de coroas, pontes e abutments para implantes (CARVALHO et al., 2012). O processamento dos dados é feito por um programa específico do sistema Procera, que utiliza o sistema operacional Windows, onde as informações obtidas do scanner são convertidas em pontos tridimensionais, que reproduzirão com alta fidelidade, os contornos do preparo dentário na tela do computador (DENISSEN, 2000; VASCONCELOS et al., 1997).

Com esse software é possível determinar as margens do preparo, estabelecer a espessura do coping e o perfil de emergência do paciente, enquanto a espessura do espaço interno para o agente cimentante é pré-determinada em 50µm (micrômetro), sendo esta característica uma vantagem desse sistema (ROMÃO et al., 2007). A leitura completa do troquel capta cerca de 30 a 50 mil

pontos de leitura e todos os dados são armazenados em um computador (NOBEL BIOCARE, 2000; RAIGRODSKY, 2004). As indicações para o uso desses sistemas abrangem restaurações nas regiões anteriores e posteriores, o que atende às exigências estéticas dos pacientes, pois não há componentes metálicos e é biocompatível (GROTEN et al., 2000).

### 3.5.3 LAVA

O Lava é outro sistema desta tecnologia, com o qual, as imagens são capturadas através de um laser óptico que as transmite para um computador, enquanto o software determina automaticamente as linhas de acabamento e os dados obtidos são mandados via e-mail para o laboratório que possui a fresadora, a qual irá fresar os blocos pré- sintetizados (PIWOWARCZYK et al., 2005). Essa tecnologia evita possíveis distorções dos materiais de moldagem, reduz a necessidade de ajustes e elimina totalmente a etapa de moldagem (SCHRODER, 2009; BIRNBAUM et al., 2009). Como indicações, podemos relatar as coroas unitárias anteriores, posteriores e PPF de três a quatro elementos (GOMES, 2008).

### 3.5.4 EVEREST

O Everest é um sistema que inclui uma máquina de digitalização, um software CAD, uma máquina e um forno para sinterizar a cerâmica. A restauração protética é então desenhada num software CAD, e posteriormente fresada segundo movimentos de corte de cinco eixos (CORREIA et al., 2006). Uma das vantagens do sistema Everest é o número de eixos da unidade de fresagem, pois é um dos parâmetros que mais influencia na capacidade de detalhes geométricos das restaurações (CORREIA et al., 2006). Outra vantagem é a boa adaptação marginal da peça, podendo ser utilizadas em regiões anteriores e posteriores (ENCKE, 2009).

Essa nova técnica apresenta mais facilidade de uso, melhor qualidade e maior gama de aplicação, além de permitir a aplicação de novos materiais com mais segurança, que por sua vez podem ser mais estéticos, com desgaste parecido ao esmalte e resistência suficiente para serem usados em coroas totais posteriores e próteses parciais fixas (LIU, 2008). As cerâmicas apresentam muitas vantagens como estética, translucidez, estabilidade química, coeficiente de

expansão térmica próxima ao da estrutura dentária, maior resistência à compressão, abrasão e também compatibilidade biológica (GARCIA et al., 2011). Entre as vantagens da utilização dessa tecnologia destacam-se a melhor reprodutibilidade e precisão dimensional, menor tempo de confecção, possibilidade de utilização de novos sistemas cerâmicos e confecção de restaurações totalmente em cerâmica, que possuem estética superior quando comparadas às metalocerâmicas produzidas pelas técnicas convencionais (ANDREIUOLO et al., 2011). Outras vantagens são os tratamentos em sessão única, menor tempo de consulta, estética, precisão, além de evitar restaurações e cimentações provisórias (TROST et al., 2006).

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 utilizados para desenho das restaurações, assim como limitações do hardware utilizado, como a câmera, o equipamento de escaneamento e as máquinas de usinagem (CONRAD et al., 2007). Algumas desvantagens desses sistemas envolvem a falta de confiança que o clínico pode ter em utilizar um sistema computadorizado e a falta de interesse em aprender um novo conceito (TROST et al., 2006), bem como os custos para aquisição dos equipamentos e o treinamento para operar o sistema (BOTINNO et al., 2013).

Foi feito uma análise dos diversos sistemas CAD/CAM e se chegou à conclusão que, apesar das diferenças existentes entre as tecnologias, todas produzem restaurações protéticas de alta resistência, estética e excelente adaptação marginal (MIYAZAKI et al., 2009). A tecnologia CAD/CAM utilizada no futuro será superior em qualidade do que as utilizadas no passado, fazendo com que esta seja um futuro promissor na odontologia (KLIM, 2009). Numa sociedade em que os padrões de exigências são cada vez maiores, a estética assume um papel muito importante e o fator tempo é cada vez mais valorizado, portanto, o sistema CAD/CAM é sem dúvida um serviço revolucionário para qualquer consultório odontológico (TROST et al., 2006).

#### 4. DISCUSSÃO

A revolução promovida pelo CAD/CAM está modificando profundamente o método de produção e os parâmetros de qualidade da prótese odontológica. O processo se tornou mais preciso, mais rápido e mais eficiente. No início da utilização do sistema CAD/CAM na Odontologia, só existiam scanners de laboratório e as fresagens eram feitas fora do País, pelos fabricantes dos sistemas. Atualmente, existem vários serviços de fresagem no Brasil, e as clínicas e laboratórios interessados podem ter os seus próprios equipamentos de fresagem, agora menores e mais acessíveis, agregando tempo e agilidade ao processo (DINATO et al., 2013).

Mesmo com o notável avanço existente nos sistemas, algumas limitações ainda são encontradas. A dúvida mais frequente sobre o sistema é em relação à captura do preparo subgengival. Autores defendem que o CAD/CAM consegue fresar blocos em cerâmica, podendo realizar o preparo subgengival sem envolvimento estético dos dentes posteriores. Casos clínicos foram relatados usando o sistema Cerec, que realiza a moldagem digital com o auxílio do fio para afastamento gengival, sendo feito pela câmera Bluecam (KAYATT et al., 2013). Em dentes anteriores com maior necessidade estética, o cirurgião dentista pode criar o modelo de gesso, troquelizar e por último realizar a captura do preparo com o *scanner* CAD/CAM de bancada ou de mesa.

Segundo Bottino, entre as vantagens oferecidas por esta tecnologia, está a confecção de uma peça protética fixa com excelente adaptação marginal no preparo, estética, excelente profundidade de campo, alto grau de precisão, parede com espessura mínima e impressões de quadrantes inteiros. Sua desvantagem é o alto preço para obtenção dos equipamentos para a confecção das peças (BOTTINO et al., 2005).

Segundo McLaren, a confecção de restaurações cerâmicas pelo sistema CAD/CAM tem proporcionado maior uniformidade, densidade e menor porosidade das peças protéticas, sendo comparado aos métodos convencionais de reabilitação (MCLAREN et al., 2006). Está crescendo o interesse em restaurações cerâmicas, quando comparadas ao método tradicional de fundição (metal com porcelana) (ROCHA et al., 2004). Um ponto negativo na fresagem da cerâmica é a qualidade estética, sendo necessário realizar caracterizações pela técnica da maquiagem e

aplicação do glaze nas próteses (MCLAREN et al., 2006), criando a necessidade de maior investimento em espaço e equipamento, como forno para cerâmicas e materiais, além da mão de obra específica para esse trabalho. A desvantagem da estética é questionada pelo sistema Everest, que relata excelentes resultados estéticos utilizando zircônia com cores da escala Vita (MIYASHITA et al., 2013).

A integridade marginal é fundamental para o sucesso da prótese fixa. Pesquisas indicam que a maioria dos sistemas CAD/CAM produz peças com aceitável adaptação marginal, inferior à 100 micrômetros (valor de referência menor que 120 micrômetros) (COUTINHO et al., 2006). Inicialmente, os sistemas produziam restaurações com insatisfatória adaptação marginal, devido à inadequada resolução da computação (MCLAREN et al., 2006). Nos dias atuais é notável a qualidade das restaurações confeccionadas pelos sistemas, proporcionando fidelidade e precisão que estão sendo comprovadas na literatura.

A vasta quantidade de cerâmicas pode causar dúvidas ao cirurgião-dentista quanto à indicação, vantagens e desvantagens das mesmas. As cerâmicas sofreram grandes mudanças estruturais, a fim de se proporcionar as melhores características mecânicas e estéticas, possibilitando a reabilitação desde inlays à extensas reabilitações puramente cerâmicas, sem adição de coping metálico. Peixoto e Akaki exaltam que o advento das próteses fixas em cerâmica pura, além de suas já sabidas propriedades estéticas, proporcionaram menor condutibilidade térmica, minimizando respostas pulpares adversas; radiopacidade que permite melhor diagnóstico; menor potencial de danos periodontais pela redução do acúmulo de placa em comparação à junção metal-cerâmica; melhor contorno nas margens em comparação ao sobre contorno das metalo-cerâmicas e menor risco ao paciente pelas suas propriedades inertes (PEIXOTO et al., 2008).

Segundo Martins, as cerâmicas reforçadas devem ser as escolhidas para infra-estruturas protéticas, pois apresentam as melhores características mecânicas e podem ser indicadas com segurança em reabilitações posteriores, apesar de não apresentarem as melhores propriedades ópticas (MARTINS et al., 2010). Beuer cita as cerâmicas de óxido de alumínio e as de óxido de zircônio estabilizado por ítrio como referências em matéria de cerâmicas de alta performance, resultando em peças com características mecânicas excelentes (BEUER et al., 2008). Cerâmicas de baixa fusão, constituídas basicamente de

feldspato, devem ser as escolhidas para a caracterização e melhoria estética das mesmas, sendo aplicadas sobre as infraestruturas. Henriques cita como características importantes às cerâmicas feldspáticas de baixa fusão, a sua excelente estética, alta estabilidade química, baixa condutibilidade e difusibilidade e resistência ao desgaste (HENRIQUES et al., 2008).

## 5. CONCLUSÃO

O CAD/CAM tende a modificar a rotina dos cirurgiões dentistas nos próximos anos, fornecendo menor tempo de trabalho em confecções de próteses e maior conforto para os pacientes. Nos dias atuais, em relação ao custo/benefício, o sistema é viável em locais de alta produtividade, como laboratórios de próteses e clínicas com grande demanda. É relativamente caro para o mercado brasileiro, mas aos poucos está sendo introduzido em laboratórios, consultórios e ambientes educacionais. Mesmo com a maior utilização na área de próteses fixas, o sistema CAD/CAM tem um futuro promissor na Odontologia, e em breve será utilizado para confecção de prótese parcial removível e também na ortodontia. Sua aplicação na Implantodontia vem evoluindo rapidamente, eliminando a necessidade de enceramento, fundição e soldagem, promovendo redução de custos na confecção de infraestruturas.

A tecnologia CAD/CAM está sendo bem sucedida, sendo notável a mudança que ocorrerá no futuro da reabilitação oral. A cada dia os sistemas existentes estão evoluindo e facilitando o manuseio das máquinas, que fornecem alta qualidade nas restaurações realizadas. No mundo da tecnologia e da estética, o sistema CAD/CAM se enquadra perfeitamente, podendo fornecer o mais procurado: rapidez e precisão.



## REFERÊNCIAS

- BEUER, F. et al. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. **British Dental Journal**. p. 505-511, 2008.
- BODEREAU, E. F. et al. Aesthetic All-Ceramic Restorations. CAD-CAM Systems. **International Journal of Odontostomatology**. v. 07, n.01, 2013.
- CARVALHO, R. L. A. et al. 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.
- CASTELAN, J. et al. Utilização de tecnologias CAD/CAM e prototipagem rápida na engenharia médica. **XXI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico**. Florianópolis, SC, 2013.
- COELHO, R. T. et al. Tecnologia CAD/CAM - Definições e estado da arte visando auxiliar sua implantação em um ambiente fabril. **XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003.
- CORREIA, A. R. M. et al. CAD-CAM : a informática a serviço da prótese fixa. **Revista de Odontologia da UNESP**. Araraquara. v. 35, n. 02, p. 183-189, 2006.
- DENNIS, J. ; FASBINDER, D. D. S. Clinical Performance of chairside CAD/CAM restorations. **Journal of the American Dental Association [Online]**. v. 137, p. 22-31, 2006.
- DENNIS, J.; FASBINDER, D. D. S. The Cerec System – 25 years of Chairside CAD/CAM dentistry. **Journal of the American Dental Association [Online]**. v. 141, p. 3-4, Setembro 2010.
- FERNANDES, M. G. et al. Restaurações estéticas indiretas: relatos de casos clínicos. **Odontologia Clínico Científica**. Recife, Brasil. v.06, n 04, out/dez, 2007.
- GIMENEZ, C. M. M. Tecnologias digitais e sistemas CAD/CAM aplicados à ortodontia lingual: o futuro já é realidade atual. **Dental Press Journal of Orthodontics**. v.16, n.02, Abril 2011.

GOMES, E. A. et al. Cerâmicas Odontológicas: O estado atual. **Cerâmica [online]**. v.54, p. 319-325, 2008.

GONÇALVEZ, D. T. Sistema Cerec: Revisão de Literatura. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Universidade Federal da Paraíba. 2011.

GORDILHO, A. C. et al. A adaptação marginal dos principais sistemas de cerâmica pura. **Revista Odonto**. Universidade Metodista de São Paulo. v.17, n.34, p. 82-92, jun-jul 2009.

HENRIQUES, A. C. G. et al. Cerâmicas Odontológicas: aspectos atuais, propriedades e indicações. **Odontologia Clínico Científica**. Recife. v. 07, n.04, out/dez 2008.

KANG, S. H.; LEE, J. W.; KIM, M. K. Use of the surface-based registration function of computer aided design/ computer aided manufacturing software in medical simulation software for three-dimensional simulation of orthognatic surgery. **Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons**. v. 39, n. 04, 2013.

KINA, S. Cerâmicas dentárias. **Revista Dental Press Estética**. v.2, n.2, 2005.

KREIDLER, M. A. M. Caracterização da influência do tipo de sinterização na composição química, resistência à flexão e dureza de blocos cerâmicos para CAD/CAM. **Tese de Pós-Graduação em Dentística Restauradora**. Universidade Estadual Paulista, 2008.

LIU, P.R.; ESSIG, M.E. Panorama of dental CAD/CAM restorative systems. **Compendium Continuing Education Dental**, Jamesburg, v.29, n. 4, p.6-8, 2008.

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

MARTINS, L. M. et al. Comportamento biomecânico das cerâmicas odontológicas: revisão. **Cerâmica [online]**. vol.56, n.338, p. 148-155, 2010.

MIYAZAKI, T. et al. A review of dental CAD CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. **Dental Materials Journal**. v. 28, n. 01, 2009.

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

PEDROSA, A. C.; GIRUNDI, F. Sistemas Cerâmicos Metal Free. **Trabalho de conclusão de curso**. Instituto de Estudos da Saúde e Gestão Sérgio Feitosa. Belo Horizonte, 2012.

PAGANI, C; MIRANDA, C. P.; BOTTINO, M. C. Avaliação da tenacidade à fratura de diferentes sistemas cerâmicos. **Journal of Applied Oral Science**. v.11, n.01, 2003.

PEIXOTO, I. C. G.; AKAKI, E. Avaliação de próteses parciais fixas em cerâmica pura: uma revisão de literatura. **Arquivo Brasileiro de Odontologia [Online]**. v. 04, n. 02, 2008.

PÉREZ, C. C.; VARGAS, J. V. D. Cerâmicas y sistemas para restauraciones CAD CAM: una revisión. **Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia**. v. 22, n.01, 2010.

ROMÃO, W.; OLIVEIRA, F. R. Sistemas cerâmicos reforçados e suas indicações. **ConScientiae Saúde [Online]** v. 06, n. 01, 2007.

ROSSATO, D. M. et al. Coroas estéticas anteriores em cerâmica metal-free: relato de caso clínico. **Revista Sul-Brasileira de Odontologia**. v. 07, n.04, out/dez 2010.

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



