

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
UNIDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
CURSO DE BACHARELADO EM ODONTOLOGIA**

**IVELTON SANTOS FERREIRA**

**SISTEMA CAD/CAM: UMA ALTERNATIVA EM REABILITAÇÃO ORAL-  
REVISÃO DE LITERATURA**

**PATOS-PB  
2014**

**IVELTON SANTOS FERREIRA**

**SISTEMA CAD/CAM: UMA ALTERNATIVA EM REABILITAÇÃO ORAL-  
REVISÃO DE LITERATURA**

**Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado à Coordenação do Curso de  
Odontologia da Universidade Federal de  
Campina Grande – UFCG como parte dos  
requisitos para obtenção do título de Bacharel  
em Odontologia**

**Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Araújo  
Rodrigues**

**PATOS-PB  
2014**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSRT DA UFCG

F368s Ferreira, Ivelton Santos

Sistema CAD/CAM: uma alternativa em reabilitação oral-revisão de literatura / Ivelton Santos Ferreira. – Patos, 2014.  
27f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Odontologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. Rodrigo Araújo Rodrigues"

Referências.

1. Tecnologia odontológica. 2. Prótese parcial fixa. 3. Zircônio.
- I. Título.

CDU 616.314-77

**IVELTON SANTOS FERREIRA**

**SISTEMA CAD/CAM: UMA ALTERNATIVA EM REABILITAÇÃO ORAL-  
REVISÃO DE LITERATURA**

**Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado à Coordenação do Curso de  
Odontologia da Universidade Federal de  
Campina Grande – UFCG como parte dos  
requisitos para obtenção do título de Bacharel  
em Odontologia**

Aprovado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Rodrigo Araújo Rodrigues - Orientador  
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

---

Prof. MSc. Rodrigo Alves Ribeiro – 1º Membro  
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

---

Profa. MSc. Rachel de Queiroz F. Rodrigues – 2º Membro  
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

Dedico este trabalho aos meus pais, Maria de Fatima e José Ivanildo, que sempre estiveram ao meu lado me incentivando a lutar e buscar meus objetivos com determinação e honestidade.

Aos meus irmãos, Ivan Everton, Ivana Isabel e ao meu sobrinho João Victor, pela amizade, incentivo e carinho.

À minha tia Dorotéia e meu tio João Nunes Filho (in memoriam), que me apoiaram e se orgulharam de minhas conquistas.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me iluminar, guiar meus trajetos de vida, por todas as bênçãos e pela família que tenho.

Aos meus pais, Maria de Fatima e José Ivanildo, pelo apoio, carinho, amor e incentivo durante todo o tempo. Aos meus irmãos, Ivan Everton, Ivana Isabel e meu sobrinho, João Victor pelo carinho, amor e amizade.

À minha namorada, Deise Gomes, por estar ao meu lado nos momentos bons e ruins.

Ao meu orientador, Prof. Rodrigo Rodrigues, pelo exemplo de pessoa a ser seguido, pela orientação segura neste trabalho e pela grande referência profissional que representou neste período de graduação.

Aos meus amigos, Izabelle Maria, Maria Isabel, Geysa, Luã, Naiara, Mara, Bruno, Vanessa e em especial a Samuel e Kenny (amigos, irmãos e companheiros), aos quais devo muito do mérito desta conquista, pois formamos mais que amizades, formamos uma grande família.

Aos professores do curso, obrigado pelo carinho e dedicação que sempre demonstraram.

Aos funcionários do curso, em especial Damião, uma vez que sem vocês não teríamos o sucesso que obtivemos.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização dessa importante conquista.

## RESUMO

A tecnologia CAD/CAM vem causando uma evolução muito grande e importante no ramo da odontologia. 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. Um dos principais objetivos desta tecnologia é a simplificação e otimização na produção de estruturas protéticas, além de produzir estruturas com alto padrão de qualidade e estética, de forma personalizada e planejada com precisão digital. Entre os sistemas CAD/CAM para a Odontologia, foi destacado neste trabalho o Cerec®, Procera®, Lava® e Everest®, onde as palavras-chaves aplicadas foram: TECNOLOGIA ODONTOLÓGICA, PRÓTESE PARCIAL FIXA E ZIRCÔNIO. Foram utilizados artigos de pesquisas, revisão de estudos longitudinais e revisão sistemática. Este trabalho tem como principal objetivo realizar uma revisão de literatura acerca dos sistemas CAD/CAM disponíveis no mercado odontológico, a fim de entender tais sistemas, sua importância e contribuição para a odontologia atual.

**Palavras-Chave:** Tecnologia Odontológica; Prótese Parcial Fixa e Zircônio.

## ABSTRACT

The CAD/CAM technology is causing a great and important evolution in the odontology field. These acronyms refer to the American terms computer aided design/computer aided manufacturing, which means “*Computer Aided Design (CAD) e Computer Aided Manufacturing. (CAM)*” in Portuguese, an advanced system that allows the production of prosthesis based in the last generation 3D. One of the main objectives of this technology is the simplification and optimization in the production of prothetic structures, and also the production of structures with a high standard of quality and esthetics, in a personal and planned way with digital precision. Among the CAD/CAM systems to the Odontology, we’re going to emphasize in this piece of work the Cerec®, Procera®, Lava® and Everest®, where the keywords were applied: DENTAL TECHNOLOGY, FIXED PARTIAL DENTURE and ZIRCONIUM. Research articles, review of longitudinal studies and systematic review were used. The work has as main goal to do a literary review about the available CAD/CAM systems in the dentistry market, to understand such systems, their importance and contribution to the modern odontology.

**Key Words:** Dental Technology; Fixed Partial Denture and Zirconium.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD	<i>Computer Aided Design.</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing.</i>
PPF	Prótese Parcial Fixa.
3D	Tridimensional.
Y-TZP	Zircônia Tetragonal Policristalina Estabilizada por Ítrio.
μm	Micrômetro.

## LISTA DE SÍMBOLOS

%

Por Cento.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	12
2.1 GERAL.....	12
2.2 ESPECÍFICOS.....	12
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	13
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	18
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	19
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	24
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	25

## 1 INTRODUÇÃO

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.

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, FREESE, SILVA, 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).

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).

Diante dos argumentos citados, e baseados na literatura científica, o presente trabalho teve como objetivo discutir ao longo desta revisão de literatura, as vantagens, desvantagens e tipos de sistemas que utilizam a tecnologia CAD/CAM.

## **2 OBJETIVOS:**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo deste trabalho é apresentar, através de uma revisão de literatura, a importância e contribuição dos sistemas CAD/CAM para a odontologia.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Descrever as vantagens e desvantagens da utilização do sistema CAD/CAM;
- Discutir a utilização do sistema CAD/CAM de impressão, com os métodos tradicionais para confecção de aparelhos protéticos odontológicos;
- Expor a necessidade de utilização desse sistema para algumas modalidades clínicas de tratamentos protéticos.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

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 (YOUN, ALTSCHULER, 1977).

Este sistema é composto por computador, *scanner* de alta precisão, *software* informático, câmara óptica e unidade de fresagem. A partir de um *scanner* de alta precisão é realizado a obtenção de uma imagem no modelo ou até mesmo da própria arcada do paciente para o computador (MIYAZAKI et al., 2009). Esta imagem virtual em 3D é trabalhada por um profissional capacitado que faz a construção de uma infraestrutura digital, e o desenho é feito em um programa de computador (*software*) exclusivo para este caso. Posteriormente a peça é encaminhada para a impressora, que é uma unidade fresadora que a partir de blocos pré-sintetizados de zircônia, irá confeccionar a peça desenhada no computador, no bloco de cerâmica. Em seguida a peça é sintetizada no laboratório em fornos específicos com controle digital da temperatura e tempo (TINSCHERT et al., 2004). Por fim, a infraestrutura é enviada ao laboratório para que a restauração possa ser finalizada com a aplicação da cerâmica de revestimento (CARVALHO et al., 2012).

Verificou-se um grande desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM no que diz respeito à leitura das preparações dentárias (óptica, contato e digitalização à laser), aos programas de desenho virtual, aos materiais (como alumina, zircônia e titânio) e à confecção das restaurações protéticas, tornando importante a realização de uma revisão sobre alguns sistemas CAD/CAM disponíveis para a Odontologia (LIU, 2005).

A criação dos sistemas CAD/CAM proporcionou a fresagem de blocos através de sistemas computadorizados, garantindo assim, um maior controle de qualidade das peças (CORREIA et al., 2006). Desde a década de 70, a aplicação desta tecnologia vem sendo sugerida na clínica odontológica com o objetivo de simplificar, automatizar e garantir níveis de qualidade com adaptações micrométricas das próteses dentárias (WILDGOOSE, JOHNSON, WINSTANLEY, 2004; LIU, ESSIG, 2008).

As partes envolvidas para o funcionamento da tecnologia CAD/CAM aplicada à prótese dentaria são: *scanner* ou digitalização de imagens, *software* ou programas de computação (CAD), fabricação (CAM), material odontológico restaurador e tipos de próteses/produto final.

O aperfeiçoamento dos sistemas CAD/CAM vem possibilitando que a leitura óptica seja realizada diretamente na boca do paciente, produzindo a cópia fiel do preparo, dispensando a etapa de moldagem, laboratório e agilizando o tratamento, algumas vezes concluído em sessão única (BIRNBAUM, AARONSON, 2008).

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.)

Há dois tipos de sistema CAD/CAM segundo a disponibilidade de ceder os arquivos CAD: sistemas CAD/CAM abertos e CAD/CAM fechados. A vantagem de um sistema aberto é a possibilidade de poder escolher o sistema CAM mais adequado aos propósitos, pois é possível transmitir o arquivo CAD para outro computador. Os sistemas CAD/CAM fechados oferecem todo o sistema de produção (TINSCHERT et al., 2004). O planejamento digital da peça (arquivo CAD) é enviado para centros de produção nos sistemas de produção centralizada (HILGERT et al., 2009).

Esses sistemas podem ainda classificar-se segundo o local onde são utilizados: clínica ou laboratório. A grande maioria dos sistemas funciona em laboratório, no entanto, o sistema Cerec apresenta ambas as modalidades: *chairside*, especialmente para a clínica; e *inLab*, essencialmente para o laboratório (MORMANN, 2006). No sistema de produção centralizada, o arquivo CAD é enviado para o centro de produção para que a infraestrutura seja produzida (GARCIA et al., 2011). O uso do sistema CAD/CAM exclusivamente de laboratório pode diminuir o tempo e o número de consultas devido às características das restaurações protéticas como adaptação marginal e estética (DRAGO, 2006).

### **3.1- Cerec**

O sistema Cerec I foi lançado no mercado odontológico em 1985 (CONCEIÇÃO, 2005), e foi o primeiro a usar a tecnologia CAD/CAM (KREJCI, LUTS, REIMER, 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, 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).

### **3.2- 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 pre-determinada em 50µm (micrômetro), sendo esta característica uma vantagem desse sistema (ROMÃO, OLIVEIRA, 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).

### **3.3- 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, MORGAN, 2009; BIRNBAUM et al., 2009). Como indicações, podemos relatar as coroas unitárias anteriores, posteriores e PPF de três a quatro elementos (GOMES, 2008).

### **3.4- 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, SEONG, PESUN, 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, FARIA, FUZO, 2013).

Foi feita 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 METODOLOGIA**

Este estudo foi realizado através de uma revisão de literatura, utilizando artigos obtidos nas bases de dados: Pubmed, Periódicos CAPES, Sirius, Scielo e Lilacs entre janeiro de 1977 e dezembro de 2013. A seleção dos artigos foi feita através dos títulos, resumos dos artigos e texto completo cuja busca abrangeu a língua portuguesa e inglesa. As palavras-chaves aplicadas foram: TECNOLOGIA ODONTOLÓGICA, PRÓTESE PARCIAL FIXA E ZIRCÔNIO. Foram utilizados artigos de pesquisas, revisão de estudos longitudinais e revisão sistemática.

Os fatores de inclusão foram trabalhos que abordassem o desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM, desvantagens, vantagens, indicações, limitações e aqueles que comparassem a qualidade das restaurações produzidas pela tecnologia CAD/CAM com as produzidas pelas técnicas convencionais. Já os fatores de exclusão foram trabalhos que somente abordaram as propriedades mecânicas dos sistemas.

## 5 DISCUSSÃO

Tendo em vista a presente revisão de literatura, Carvalho et al., 2012, afirma que para atender às exigências estéticas atuais, as indústrias estão constantemente desenvolvendo e aprimorando novos produtos e tecnologias que conciliem qualidade e longevidade aos trabalhos, e afirma ainda que os sistemas CAD/CAM foram criados com o objetivo de padronizar e reduzir custos. Liu (2008) relata que estes têm como objetivo simplificar as etapas de produção. Para Correia et al., (2006), foram criados com o intuito de reduzir custos, padronizar e uniformizar as peças produzidas em laboratório. Entretanto, eles são unânimes em afirmar que os sistemas CAD/CAM foram introduzidos no mercado com o objetivo de automatizar e garantir alto nível de qualidade das peças restauradoras.

Para Birnbaum (2008), existem vários sistemas mais sofisticados no mercado, alguns já permitem através de um *scanner* intra-oral, a cópia fiel do preparo direto na boca do paciente, dispensando a etapa de moldagem, o uso do laboratório e agilizando o tratamento, muitas vezes concluído em sessão única. Entretanto, para Drago (2006), o uso do sistema CAD/CAM exclusivamente de laboratório pode diminuir o tempo e o número de consultas, devido às excelentes características das restaurações protéticas como adaptação marginal e estética.

Hilgert et al. (2009), relata que existem no mercado diferentes sistemas disponíveis para a produção automatizada, e afirma que os sistemas podem ser constituídos apenas por unidades digitalizadoras, ou serem capazes de realizar todas as etapas de produção em uma associação CAD/CAM, como os sistemas completos para consultório e para laboratórios. Também existem os sistemas com produção centralizada, cujo planejamento digital da peça (arquivo CAD) é enviado para centros de produção. Já segundo Garcia et al. (2011), estão disponíveis o sistema óptico para consultório, que realiza apenas a digitalização do preparo, o *Chairside*, que realiza todas as etapas de produção no próprio consultório, e o sistema de produção centralizada, onde o arquivo CAD é enviado para o centro de produção para que a infraestrutura seja produzida.

Conceição (2005) concorda com Krejci (1994), quanto às indicações do sistema Cerec I, que permitem a confecção de inlays, onlays e facetas, mas acrescenta ainda a possibilidade de confecção de coroas em apenas uma consulta.

Krejci (1994) afirma que no sistema Cerec II as peças são obtidas através da usinagem controlada por uma máquina em poucos minutos, sendo que o procedimento de fresagem desse sistema é realizado através de uma ponta diamantada e um disco de desgaste. Touati

(2000) concorda com a presença de um disco de desgaste no processo de fresagem neste sistema, porém discorda ao relatar que o procedimento de fresagem é feito por duas pontas diamantadas cilíndricas, sendo possível o desgaste da superfície oclusal, trabalhando agora em 3 eixos, e ainda acrescenta a melhoria realizada no *scanner*, obtendo uma melhor adaptação da peça protética.

Miyashita (2004), afirma que um dos elementos chave do sistema Cerec III é a captura óptica por infravermelho, o qual usa uma câmara como *scanner* topográfico óptico que captura a imagem, produz um sinal elétrico e gera dados em 3D na tela de um computador. Mirzayan (2009), também concorda com esses autores, mas relata que é necessário a aplicação de um agente reflexivo em pó (dióxido de titânio) uniformemente em todo o preparo e mantê-los secos, evitando áreas de reflexo. Esse autor ainda acrescenta que os dados são enviados ao *software*, o qual possui uma extensa biblioteca de dados que auxiliam na confecção e ajuste da peça virtualmente.

Correia et al. (2006), cita que uma das principais desvantagem pelo uso do sistema Cerec III é pelo fato do bloco de cerâmica estar fixado num dos lados, o que impossibilita a ação da broca nessa zona, que posteriormente é fresada manualmente. Já para Beuer (2009), um dos principais problemas na utilização desse sistema está na adaptação marginal.

Para Ramos (2003), o sistema Procera caracteriza-se pela produção de peças altamente resistente e biocompatível, pois esse é composto por óxidos de alumínio e zircônia puros densamente sintetizados, que se comportam muito bem em contato com os tecidos perodontais.

Denissen (2000) concorda com Vasconcelos (1997), ao afirmar que os processamentos dos dados no sistema Procera utilizam um banco operacional Windows, onde os dados obtidos durante o *scanner* são convertidos em pontos tridimensionais que reproduzirão os contornos do preparo dentário na tela do computador, e através do *software* deste sistema, é possível determinar as margens do preparo, estabelecer a espessura do *coping* e o perfil de emergência do paciente. Além disso, Romão (2007) relata que a espessura do espaço interno para introdução do cimento é pre-determinada em 50 ( $\mu\text{m}$ ) micrômetros e não deve ser alterada.

Krejci (1994), afirma que o sistema Procera ALLCeram produz infraestrutura formada por óxido de alumínio altamente compacto, o qual apresenta excelentes propriedades mecânicas conferindo assim, ótima adaptação da peça. Nobel Biocare (2000) relata que as infraestruturas produzidas por este sistema são formadas por um alto conteúdo de alumina

pura, chegando a 99,5% deste material. Equanto Piworwarczyk et al. (2005), afirma que a quantidade de óxido de alumina que contém na peça chega a 99,9%, densamente sintetizada.

Para Nobel Biocare (2000), durante a realização do scaneamento é gerado cerca de 30 a 50mil pontos de leituras, levando um tempo para ser executado em torno de 3 minutos. Raigrodsky (2004) concorda quanto à quantidade de leituras, porém discorda ao relatar que o tempo para execução desta etapa é cerca de 30 segundos.

Groten et al. (2000) e Vasconcelos (1997), são unânimes em afirmar que as estruturas confeccionadas pelo sistema Procera estão indicadas tanto para regiões anteriores quanto para regiões posteriores. Bottino (2009) cita ainda que, essas estruturas estão indicadas para várias situações clínicas, desde as coroas unitárias a reabilitações complexas.

Correia et al. (2006), afirma que no sistema Lava, os preparos dentários nos modelos de gesso são digitalizados, sem contato, por um laser óptico que transmite as imagens para um computador. O *software* determina automaticamente as linhas de acabamento e os dados obtidos são mandados via e-mail para o laboratório que possui a fresadora, onde o material cerâmico é adequado à expansão térmica da zircônia e posteriormente é aplicado sobre a infraestrutura.

Correia et al. (2006) e Liu (2005), são unânimes em afirmar que no sistema Lava, as infraestruturas são desenhadas tendo um aumento de 20% no seu volume, pois essa diferença irá compensar a contração volumétrica durante a fase final de sintetização da peça, o que ocorre em todos os sistemas. De acordo com Liu (2005), esse aumento também ocorre com o sistema Procera.

Schroder (2009) concorda com Birnbaum (2009) na afirmação de que o sistema procera elimina a etapa de moldagem em consultório, mas ainda cita como vantagens a redução do tempo de trabalho, redução da necessidade de ajustes e prevenção de possíveis distorções de materiais de moldagens. Botinno (2009), também cita 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. Porém, explica que o tipo de material, a dimensão do bloco e a extensão limitada da infraestrutura são algumas das desvantagens desse sistema.

As indicações do sistema Lava, segundo Liu (2005), são as possibilidades de confecção de coroas e pontes de cerâmicas anteriores e posteriores. Bottino (2009) concorda com Gomes (2008), ao acrescentar ainda a possibilidade de produção de próteses parciais de três e quatro elementos.

Correia et al. (2006), relata que o sistema Everest é uma tecnologia que possui um sistema de leitura óptica que capta imagens com dimensões reais de 1:1, precisão de 20 µm (micrômetros) e o processo de fresagem é realizado por uma fresadora que realiza movimentos de cortes em cinco eixos de direção, em blocos pré-fabricados, sendo uma das principais vantagens desse sistema e fazendo com que as brocas possam assumir várias posições de acordo com o bloco e assim produzir maiores detalhes.

Para Correia et al. (2006) uma vantagem do sistema Everest em relação ao Cerec é o fato de que o bloco desse sistema é sempre seguro por um elemento de suporte de um dos lados do bloco, impossibilitando assim a ação das brocas nesta região, enquanto no Everest foi introduzido o conceito de suporte por meio de resina acrílica, promovendo assim total liberdade de movimentos das brocas ao redor da peça. 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. Encke (2009) acrescenta ainda a boa adaptação marginal dessas peças, possibilitando seu uso tanto em regiões anteriores quanto em regiões posteriores.

Liu (2008) relata que a criação do sistema CAD/CAM proporcionou várias vantagens, as quais podemos citar a alta qualidade das peças, maior aplicação nos tratamentos de reabilitação oral e resistência para serem utilizadas em PPF e coroas totais. Segundo Botinno et al. (2013), os sistemas CAD/CAM apresentam como vantagens o menor tempo de trabalho, precisão nas confecções das peças protéticas, desgaste conservador, preparo marginal adequado e o fato de previsibilidade do resultado final. Andreiuolo et al. (2011), afirma que entre as vantagens da utilização desses sistemas estão a melhor reprodutibilidade e precisão dimensional, menor tempo de confecção, possibilidade de utilização de novos sistemas cerâmicos e confecção de restaurações totalmente em cerâmica. Mas tendo em vista a presente revisão de literatura, Liu (2008); Andreiuolo et al. (2011) e Botinno et al. (2013), são unânimes em afirmar que uma das vantagens do sistema CAD/CAM é o fato de se obter estruturas com alto padrão de qualidade estética nos tratamentos reabilitadores orais protéticos.

Como desvantagens dos sistemas CAD/CAM, Conrad et al. (2007), citam as limitações de alguns *softwares* e *hardwares*. Enquanto para Botinno et al. (2013), as principais desvantagens do sistema CAD/CAM são os custos para obtenção dos equipamentos e treinamento por parte dos profissionais para operar o sistema.

Klim (2009) relata que a expansão dos números de sistemas e materiais para utilização em consultórios se deu pelo fato da melhoria na funcionalidade do sistema e facilidade de usar as versões mais simplificadas, possibilitando assim, realizar trabalhos antes feitos apenas em

laboratório protético no consultório odontológico. A tecnologia CAD/CAM utilizada hoje é superior em qualidade do que as utilizadas no passado, fazendo com que este seja um futuro promissor na odontologia.

Portanto, Miyazaki et al., (2009) analisou as performances de diversos sistemas e chegou à conclusão que apesar das diferenças existentes, os sistemas CAD/CAM produzem restaurações protéticas de alta resistência, estética e com excelente adaptação marginal.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O sucesso dos Sistemas CAD/CAM é pelo fato de se obter peças com alto padrão de precisão, biocompatibilidade, versatilidade, consistência, previsibilidade, excelente adaptação marginal, resistência mecânica e estética. Porém, seu sucesso depende dos passos clínicos corretos, do escaneamento adequado, da fabricação da peça, controle de qualidade rigoroso e do trabalho laboratorial.

Portanto, essa tecnologia vem trazendo muitos benefícios para o cirurgião-dentista, protéticos e para o paciente, pois além de diminuir o tempo laboratorial, ela proporciona maior chance de sucesso, como também oferece ao paciente o que há de mais moderno na odontologia atualmente.

Neste trabalho, foi possível, através da comparação dos sistemas CAD/CAM com os métodos tradicionais reabilitadores, observar a importância e contribuição desses sistemas para a odontologia, bem como suas indicações em modalidades clínicas e laboratoriais, tendo em vista suas vantagens e desvantagens.

## REFERÊNCIAS

- ANDREIUOLO, R.; VEIGA, W.; MIRAGAYA, L.; DIAS, K. R. H. C. Fechamento de diastema com coroas de alumina densamente sinterizadas. **Revista Brasileira de Odontologia**, Rio de Janeiro, v. 68, n. 1, jan./jun., 2011.
- BEUER, F. et al. High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings — A new fabrication mode for all-ceramic restorations. **Dental Materials**, Manchester, v. 25, p. 121-128, 2009.
- BIRNBAUM, N. S.; AARONSON, H. B. Dental Impressions Using 3D Digital Scanners: Virtual Becomes Reality. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, Pensilvania, v. 29, n. 8, Out. 2008.
- BIRNBAUM, N.; AARONSON, H. B.; STEVENS, C.; COHEN, B. 3D digital scanners: A high-tech approach to more accurate dental impressions. **Inside Dentistry**, Newtown, v. 5, n. 4, 2009.
- BOTTINO, M.; FARIA, R.; BUSO, L.; SILGTZ, F. **Implantodontia estética: o desenvolvimento de um novo pilar cerâmico**. *Implant News*, v. 2, n. 6, p. 592-600. Nov-dez, 2005.
- BOTTINO, M. A. **Percepção – Estética em próteses Livres de Metal em Dentes Naturais e Implantes**. São Paulo: Ed Artes Medicas, 2009.
- BOTTINO, M.; FARIA, R.; FUZO, A. Facetas laminadas: funcionais, estéticas e preservadoras. **Implant News**, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 34-40, 2013.
- CARVALHO, R. L. A.; FARIA, J. C. B.; CARVALHO, R. F.; CRUZ, F. L. G.; GOYTA, F. R. Indicações, adaptação marginal e longevidade clínica de sistemas cerâmicos livres de metal: uma revisão da literatura. **International Journal of Dentistry**. Recife, v. 11, n. 1, jan./mar., 2012.
- CONCEIÇÃO, E. N. et al. **Restaurações Estéticas: compósitos, cerâmicas e implantes. Cerâmicas Odontológicas**. 1. ed. São Paulo: Ed. Artmed, p. 198-217, 2005.
- CONRAD, H. J.; SEONG, W. J.; PESUN, I. J. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. **Journal of Prosthetic Dentistry**, Minneapolis, v. 98, p. 389-404, 2007.
- CORREIA, A. R. M.; FERNANDES, J. C. A. S.; CARDOSO, J. A. P.; SILVA, C. F. C. L. CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa. **Revista Odontológica da UNESP**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 183-189, 2006.
- DENISSEN, et al. Marginal fit and short-term clinical performance of porcelain veneered CICERO, CEREC, and Procera onlays. **Journal of Prosthetic Dentistry**, Minneapolis, v. 84, n. 5, p. 506-513, 2000.
- DRAGO, C. J. Two new clinically laboratory protocols for CAD/CAM implant estorations. **Journal of the American Dental Association**, Chicago, v. 137, p. 794-800, 2006.

ENCKE, B. S., et al. Results of a prospective randomized controlled trial os posterior ZrSiO4-ceramic crowns. **Journal of Oral Rehabilitation**, United Kingdom, v. 36, p. 226-235, 2009.

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

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

GOMES, E. A. et al. Ceramic in dentistry: current situation. **Cerâmica**, São Paulo, v. 54, n. 331, p. 319-325, 2008.

GROTEN, M. et al. Determination of the minimum number of marginal gap measurements required for practical in-vitro testing. **Journal of Prosthetic Dentistry**, Minneapolis, v. 83, p. 40-49, 2000.

GUAZZATO, M. et al. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part II. Zirconia-based dental ceramics. **Dental Materials**, Manchester, v. 20, n. 5, p. 449-456, 2004.

HILGERT, L. A. et al. Odontologia restauradora com sistemas CAD/CAM: o estado atual da arte Parte 2: Possibilidades restauradoras e sistemas CAD/CAM. **Revista Clínica**, Florianópolis, n. 20, 2009.

KLIM, J. Digitally designed restorations. **Australasian Dental Practice**, Australia, p. 134-138, set/out., 2009.

KLINDEIN, W. Jr.; FREESE, S. H.; SILVA, F. P. **A digitalização tridimensional a laser como ferramenta para o desenvolvimento de novos produtos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN. Curitiba/PR. Anais do 7º Congresso brasileiro de pesquisa e desenvolvimento em design, v. 7, 2006.

KREJCI, I.; LUTS, F.; REIMER, M. Wear of CAD/CAM ceramic inlays: restorations, opposing cusps and luting cements. **Quintessence International**, Chicago, v. 25, p. 199-207, 1994.

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

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.

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

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

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

MORMANN, W. H. The evolution of the CEREC system. **Journal of the American Dental Association**, Chicago, v. 137, n. 9, p. 7-13, 2006.

NOBEL BIOCARE. **Manual do usuário scanner modelo 50 Stockolmo**, Suécia 2000.

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

RAIGRODSKI, A. J. Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. **Journal of Prosthetic Dentistry**, Minneapolis, v. 92, n. 6, p. 557-562, 2004.

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

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

SCHRODER, B. K; MORGAN, A. Moving Up With Digital Impression Technology. **Dentistry Today**, Set. 2009.

TINSCHERT, J.; NATT, G.; HASSENPFUG, S.; SPIEKERMANN, H. Status of current CAD/CAM technology in dental medicine. **International journal of computerized dentistry**, Inglaterra, v. 7, n. 1, p. 25-45, 2004.

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

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.

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

WILDGOOSE, D. G.; JOHNSON, A.; WINSTANLEY, R. B. Glass/ceramic/refractory techniques, their development and introduction into dentistry: A historical literature review. **Journal of Prosthetic Dentistry**, Minneapolis, v. 91, p. 136-143, 2004.

YOUNG, J. M. ALTSCHULER, B.R. Laser holography in dentistry. **Journal of Prosthetic Dentistry**, Minneapolis, v. 38, p. 218-225, 1977.