

Trabalho de Conclusão de Curso

Tecnologia CAD/CAM

Odara Íris Petter



**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Odontologia**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Odara Íris Petter

TECNOLOGIA CAD/CAM

Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para conclusão do Curso de Graduação em Odontologia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Renata Gondo Machado

Coorientador: Prof. Dr. Sylvio Monteiro Júnior

Florianópolis

2013

Odara Íris Petter

TECNOLOGIA CAD/CAM

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de cirurgião-dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 14 de Maio de 2013.

Banca Examinadora

Prof^a Dr^a Renata Gondo Machado
Orientadora

Prof. Dr. Daniel Baptista da Silva
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr^a Silvana Batalha Silva

Dedico este trabalho aos meus pais, Nelson e Maria, que sempre acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo amor incondicional e pelos sacrifícios realizados para que eu pudesse chegar até aqui.

À professora Renata, por todo entusiasmo, atenção e competência com a qual orientou o desenvolvimento deste trabalho, estando presente em todos os momentos, mesmo precisando dividir seu tempo com o pequeno Gabriel.

À Gabriela Basso, pelo auxílio inicial para a elaboração deste trabalho.

Ao professor Sylvio, pelas sábias palavras proferidas durante toda a graduação.

Ao professor Daniel Baptista, que ainda tão jovem já é um grande exemplo.

A todos os professores que ensinam muito mais do que os conteúdos teóricos e habilidades técnicas. Aqueles que ensinam a amar a odontologia. Em especial: Luiz Narciso Baratieri, Sylvio Monteiro Junior, Renata Gondo, Nelson Makowiecky, Luis Garbelotto, Daniel Baptista, Élito Araújo, Sheila Stolf, Jussara Bernardon, Luis Mezzomo.

À Patrícia e ao Lucas, que compreenderam minha ausência física ao longo da graduação.

À Luiza, pela cumplicidade e amizade.

Ao Douglas, pelo amor, compreensão e mimos.

"É indispensável que você acredite que é possível, mas, acima de tudo, que esteja preparado, muito bem preparado e que trabalhe arduamente para que as coisas ocorram como você gostaria".

(Baratieri, 2007)

RESUMO

Nas últimas décadas, ocorreu um rápido avanço da ciência e um grande desenvolvimento tecnológico em diversas áreas. Neste contexto, a tecnologia CAD/CAM (do inglês *Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*, que significa Desenho Auxiliado por Computador/Usinagem Auxiliada por Computador), muito utilizada na indústria, foi introduzida na odontologia, possibilitando a automatização do processo de fabricação de restaurações indiretas, com maior controle de qualidade e rapidez. Este trabalho teve como objetivo, através de uma revisão de literatura, descrever as etapas de produção, os sistemas disponíveis, tipos e propriedades dos materiais que podem ser utilizados, assim como os benefícios e as limitações desta tecnologia para que se possa fazer uma correta indicação do seu uso.

Palavras-chave: CAD/CAM. Restaurações cerâmicas. Estética dental.

ABSTRACT

In the past few decades, there has been a rapid progress of science and a major technological development in several areas. In this context, CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing), which is widely used in other areas, was introduced in dentistry, allowing the automation of the manufacturing process of restoration with greater quality control and speed. This study aimed, through literature review, to describe available systems, stages of production, types and materials properties, as well as the benefits and limitations of this technology to elucidate a proper indication of its use.

Keywords: CAD/CAM. Ceramic restorations. Dental aesthetics.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD - *Computer Aided Design* (Desenho Auxiliado por Computador).

CAM - *Computer Aided Manufacturing* (Usinagem Auxiliada por Computador).

SciELO - *Scientific Electronic Library Online* (Biblioteca Eletrônica Científica Online).

BBO - Bibliografia Brasileira de Odontologia.

LILACS - Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde.

CEREC - *Ceramic Reconstruction* (Reconstrução de cerâmica).

CAO - *Computer Aided Overpress* (Sobreprensagem Auxiliada por Computador).

C.O.S. - *Chairside Oral Scanner* (Scanner Intraoral para Consultório).

3D - Tridimensional .

Y-TZP - Zircônia Tetragonal Policristalina Estabilizada por Óxido de Ítrio.

PPFs - Próteses Parciais Fixas.

LISTA DE SÍMBOLOS

% - por cento.

°C - graus Celsius.

μm - micrometro.

x - vezes.

° – grau.

mm – milímetro.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 OBJETIVOS	23
2.1 Objetivo Geral	23
2.2 Objetivos Específicos	23
3 METODOLOGIA	25
4 REVISÃO DA LITERATURA	27
4.1 Etapas de produção	28
4.1.1 Digitalização	28
4.1.2 Planejamento virtual da peça	29
4.1.3 Produção da peça propriamente dita	30
4.2 Sistemas disponíveis	31
4.2.1 Sistemas de impressão óptica para consultório	31
4.2.2 Sistemas completos para consultório (<i>chairside</i>)	32
4.2.3 Sistemas completos para laboratórios	33
4.2.4 Sistemas com produção centralizada	34
4.3 Materiais utilizados	35
4.3.1 Zircônia Y-TZP	37
4.4 Adaptação marginal	38
5. DISCUSSÃO	43
6. CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

A evolução dos materiais restauradores provocou o aumento das exigências estéticas, e, por esta razão, pesquisas são constantemente realizadas visando o desenvolvimento de materiais que atendam a essas exigências. Neste âmbito, encontram-se as cerâmicas, que são utilizadas tanto na área protética como na restauradora.

Em 1774, o francês Alexis Duchateau desenvolveu próteses totais de cerâmica por observar que tal material proporcionava maior durabilidade e maior resistência tanto ao manchamento quanto à abrasão. A partir de então, a cerâmica foi introduzida na odontologia e vem sendo aprimorada constantemente. As cerâmicas apresentam muitas vantagens, como: estética, translucidez, fluorescência, estabilidade química, coeficiente de expansão térmica próximo ao da estrutura dentária, maior resistência à compressão e à abrasão e também compatibilidade biológica (GOMES *et al.*, 2008; GARCIA *et al.*, 2011).

Atualmente, existem diferentes sistemas e técnicas para a confecção de restaurações cerâmicas. As restaurações metalocerâmicas, utilizadas desde 1956, constituem uma dessas técnicas, onde as restaurações em cerâmicas são confeccionadas sobre estruturas metálicas. Entretanto, diversos fatores têm sido apontados como desvantagens dessa técnica, como preparo dental menos conservador, falhas estéticas (devido à possibilidade de margem metálica visível e a dificuldade em se obter translucidez), e biocompatibilidade insuficiente. A utilização da infraestrutura metálica tem como objetivo promover maior resistência à restauração cerâmica. Porém, nos últimos anos surgiram as cerâmicas reforçadas por cristais, como a leucita, o dissilicato de lítio, alumina e a zircônia, tornando possível a confecção de restaurações puramente em cerâmica, estéticas e resistentes (HENRIQUES *et al.*, 2008; GARCIA *et al.*, 2011).

Entre as diversas técnicas para a confecção, das restaurações cerâmicas a mais moderna e promissora é a que utiliza o sistema CAD/CAM (do inglês *Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*, que significa Desenho Auxiliado por Computador/Usinagem Auxiliada por Computador).

A tecnologia CAD/CAM já era muito utilizada em vários ramos da indústria quando, em 1971, foi introduzida na odontologia. Os sistemas CAD/CAM são constituídos por um componente capaz de digitalizar um objeto, permitindo que uma estrutura seja projetada sobre ele com a ajuda de um *software*, e por uma unidade de usinagem, onde

um bloco cerâmico é usinado reproduzindo o objeto projetado. A implementação desta tecnologia na área odontológica teve como objetivo promover a automatização e padronização do processo de fabricação de próteses e restaurações, assim como reduzir os custos da produção. Entre as vantagens da utilização destes sistemas destacam-se a melhor reprodutibilidade e precisão dimensional, menor tempo de confecção, possibilidade de utilização de novos sistemas cerâmicos, (mais resistentes) e confecção de restaurações totalmente em cerâmica, que possuem estética superior quando comparadas às metalocerâmicas produzidas pelas técnicas convencionais (TORRES *et al.*, 2009; ANDREIUOLO *et al.*, 2011; CORREIA *et al.*, 2006).

Tendo em vista as vantagens apresentadas pelo sistema CAD/CAM, entende-se que esta é uma tecnologia próspera, mas que ainda não está plenamente difundida entre os profissionais e estudantes da odontologia. Por essa razão este trabalho, através de uma revisão de literatura, buscou descrever as etapas de produção, os sistemas disponíveis, tipos e propriedades dos materiais que podem ser utilizados, assim como os benefícios e as limitações desta tecnologia para que se possa fazer uma correta indicação do seu uso.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar uma revisão da literatura sobre a tecnologia CAD/CAM.

2.2 Objetivos Específicos

- Descrever os sistemas CAD/CAM disponíveis, etapas de produção, tipos e propriedades dos materiais utilizados;
- Determinar as indicações, benefícios e limitações do uso desta tecnologia;
- Comparar restaurações produzidas pela tecnologia CAD/CAM com as produzidas pelas técnicas convencionais.

3 METODOLOGIA

Este estudo foi realizado através de uma revisão da literatura, utilizando artigos obtidos nas bases de dados: PubMed, Scielo, BBO e Lilacs. As palavras-chaves aplicadas foram: “CAD/CAM”, “CEREC”, “LAVA”, “PROCERA” e “ZIRCONIA”. O limite de data de publicação para os artigos incluídos neste estudo foi de 2000 à 2012.

Foram selecionados artigos que abordaram o atual estágio de desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM, características dos sistemas disponíveis, materiais utilizados, vantagens, indicações e limitações e aqueles que compararam a qualidade das restaurações produzidas pela tecnologia CAD/CAM com as produzidas pelas técnicas convencionais.

Foram utilizados 27 artigos de revisão e 7 de pesquisa.

4 REVISÃO DA LITERATURA

Em 2012, BERNARDES *et al.* realizaram uma revisão crítica da literatura, citando em seu trabalho, as restaurações metalocerâmicas, que apresentam ótimas qualidades mecânicas, sendo essa técnica por muitos anos considerada a melhor opção para reabilitações estéticas. Porém, estas restaurações apresentam alguns problemas clínicos, como a descoloração acinzentada ao redor dos tecidos moles, exposição da margem metálica e opalescência limitada devido à dificuldade de transmissão da luz através do metal. Estas limitações estéticas impulsionaram a busca por novas técnicas que permitissem o uso de cerâmicas sem a utilização de metal como infraestrutura, as chamadas restaurações *metal free*.

CARVALHO *et al.* (2012), em sua revisão de literatura, também apontaram as limitações estéticas das restaurações metalocerâmicas como a razão que impulsionou o desenvolvimento de novos materiais e técnicas que permitissem a produção de restaurações totalmente cerâmicas. Nesse contexto, a tecnologia CAD/CAM foi introduzida na odontologia com o objetivo principal de automatizar e padronizar o processo de fabricação, e com isso produzir restaurações de elevada qualidade e reduzir os custos de produção.

ELIAS e SANTOS (2010) realizaram uma revisão da literatura e descreveram as principais características dos sistemas CAD/CAM, destacando que esses sistemas 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.

4.1 Etapas de produção

Os sistemas CAD/CAM produzem as restaurações através de três etapas (CARVALHO *et al.*, 2012; HILGERT *et al.*, 2009a):

1. Digitalização - onde são adquiridas as informações relativas à morfologia do preparo;
2. Planejamento virtual da peça - análise dos dados obtidos e elaboração dos procedimentos de usinagem através de um *software*;
3. Produção da peça propriamente dita (uma máquina automática segue as informações fornecidas pelo *software* e produz a peça através da usinagem de blocos do material desejado).

4.1.1 Digitalização

Durante essa etapa, 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, onde 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 subgengivais (GUERRA *et al.*, 2002; HILGERT *et al.*, 2009a; ELIAS e SANTOS, 2010; BERNARDES *et al.*, 2012).

Outra maneira de digitalizar o preparo é através do uso de *scanner* extraoral, utilizado sobre o molde ou modelo de gesso. Esse *scanner* pode ser mecânico ou óptico. O *scanner* mecânico 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. 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 (mais demorado do que o óptico) (HILGERT *et al.*, 2009a; NEDER, 2011).

Além da digitalização do preparo e dos dentes adjacentes, também é possível realizar a digitalização do arco antagonista e do registro de mordida. Dessa forma, é possível produzir restaurações com superfícies oclusais mais adequadas e com contatos mais precisos. É importante ressaltar que falhas nesse processo de digitalização causarão desadaptação marginal, comprometendo a longevidade da restauração (HILGERT *et al.*, 2009a).

4.1.2 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. 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 peça. O *software* também contém informações sobre os materiais que podem ser utilizados para a confecção das peças. Dessa maneira, é possível verificar se a restauração 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 (HILGERT *et al.*, 2009a; ELIAS e SANTOS, 2010; PEDROSA, 2010; NEDER, 2011; BERNARDES *et al.*, 2012;).

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 (HILGERT *et al.*, 2009a; NEDER, 2011; BERNARDES *et al.*, 2012).

Atualmente, é possível planejar diversos tipos de peças, 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 (HILGERT *et al.*, 2009a).

4.1.3 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 (HILGERT *et al.*, 2009a; BERNARDES *et al.*, 2012; VOLPATO *et al.*, 2012).

A usinagem pode ser classificada como: industrial, laboratorial e clínica. O processo clínico é o mais novo dentre eles, refere-se aos sistemas que permitem que as três etapas de produção (digitalização, planejamento e usinagem) sejam realizadas 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 (HILGERT *et al.*, 2009a; BERNARDES *et al.*, 2012).

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 (HILGERT *et al.*, 2009a).

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 (HILGERT *et al.*, 2009a).

4.2 Sistemas disponíveis

Atualmente, diferentes sistemas para a produção automatizada estão disponíveis no mercado. Estes sistemas podem ser constituídos apenas por unidades digitalizadoras, como por exemplo os sistemas de impressão óptica para consultórios, ou serem capazes de realizar todas as etapas de produção em uma associação CAD/CAM, como os sistemas completos para consultório e para laboratórios. Existem também os sistemas com produção centralizada, onde o planejamento digital da peça (arquivo CAD) é enviado para centros de produção (que possuem as unidades de usinagem e sinterização) (HILGERT *et al.*, 2009b).

4.2.1 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 (HILGERT *et al.*, 2009b)

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 formar o modelo 3D. É necessária a aplicação de um meio de contraste que proporcione pontos de referência durante a captação da imagem. 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 (o modelo é esculpido em resina termoplástica através da ação de um laser), que é enviado novamente ao laboratório para a produção da restauração definitiva (HILGERT *et al.*, 2009b; SÁNCHEZ e MACHADO, 2011).

O sistema iTero (Cadent) combina a tecnologia de fibra óptica e laser para a digitalização dos preparos em tempo real e dispensa o uso de material de contraste. Durante a produção das imagens, o sistema emite comandos de voz solicitando ao profissional que posicione o *scanner* de diferentes maneiras para que sejam capturadas imagens por diferentes ângulos. Os dados obtidos são enviados ao laboratório credenciado em Israel, a linha de término é delimitada e as informações são depuradas e enviadas às instalações Cadent nos Estados Unidos, onde o modelo será usinado através do sistema CAM e enviado ao laboratório para a produção de restaurações, seja através de técnicas automatizadas ou convencionais (HILGERT *et al.*, 2009b; SÁNCHEZ e MACHADO, 2011).

4.2.2 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 (HILGERT *et al.*, 2009b).

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*. 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 *Omnicom*, que dispensa a aplicação do pó de dióxido de titânio para realização do escaneamento (CARVALHO *et al.*, 2012; HILGERT *et al.*, 2009b; WWW.SIRONA.COM).

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* 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 (VELOSO, 2008; HILGERT *et al.*, 2009b; SÁNCHEZ e MACHADO, 2011).

4.2.3 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 *chairside* (HILGERT *et al.*, 2009b).

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). 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 (CORREIA *et al.*, 2006; HILGERT *et al.*, 2009b).

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. No sistema CEREC, os blocos possuem um suporte de um dos lados, impedindo a ação das pontas nessa região. O sistema Everest realiza o suporte 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 (HILGERT *et al.*, 2009b; CARVALHO *et al.*, 2012).

4.2.4 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. 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 (HILGERT *et al.*, 2009b; NEDER, 2011; CARVALHO *et al.*, 2012).

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 (HILGERT *et al.*, 2009b; CARVALHO *et al.*, 2012).

4.3 Materiais utilizados

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 (HILGERT *et al.*, 2010)

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 à 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 (HILGERT *et al.*, 2010).

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 (HILGERT *et al.*, 2010).

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 (HILGERT *et al.*, 2010; DELLA BONA, 2009 *apud* MENEZES, 2011).

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 (HILGERT *et al.*, 2010).

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 (MENEZES, 2011; BERNARDES *et al.*, 2012; SOUZA-JÚNIOR *et al.*, 2012; VOLPATO *et al.*, 2012).

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 (LORENZONI *et al.*, 2012; VOLPATO *et al.*, 2012).

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-Ceram Zirconia, apresenta maior resistência à flexão e maior opacidade, indicado para infraestruturas pequenas e longas e pilares para implantes (VELOSO, 2008; VIDOTTI, 2011; VOLPATO *et al.*, 2012).

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 (GOMES *et al.*, 2008; VOLPATO, 2012).

O sistema IPS E.max (Ivoclar Vivadent), baseado em cerâmica vítrea reforçada por cristais de dissilicato de lítio, é indicado para a confecção de coroa unitária anterior e posterior, *onlay*, *inlay*, facetas e próteses parciais fixas de até três elementos na região anterior. Esse sistema cerâmico possui um grau de translucidez moderado sendo recomendado para a produção de restaurações com exigência estética (LORENZONI *et al.*, 2012; VIDOTTI, 2011; VOLPATO *et al.*, 2012).

A introdução do sistema CAD/CAM na odontologia tornou possível a utilização de cerâmica à base de zircônia tetragonal policristalina estabilizada com ítrio (Y-TZP). A cerâmica Y-TZP pode

ser encontrada de duas formas: blocos pré-sinterizados ou blocos totalmente sinterizados. As peças produzidas a partir de blocos pré-sinterizados são usinadas 20 a 30% maiores do que o ideal, pois sofrerão contração durante a sinterização final (SUTTOR *et. al.*, 2001 *apud* VIDOTTI, 2011; VOLPATO *et al.*, 2012).

4.3.1 Zircônia Y-TZP

A zircônia apresenta três formas cristalográficas diferentes, de acordo com a temperatura, são elas: monoclinica (estável até 1173°C); tetragonal (estável até 2370°C) e cúbica (estável até a sua temperatura de fusão, 2680°C). O óxido de ítrio é adicionado à zircônia para promover a estabilização desta na fase tetragonal à temperatura ambiente, dando então origem à zircônia Y-TZP. Devido à estrutura policristalina, esta cerâmica não possui as fases vítreas, evitando a sua degradação e desestabilização pela saliva e a consequente propagação de trincas. A Zircônia Y-TZP possui propriedades mecânicas superiores aos demais sistemas cerâmicos utilizados na odontologia, sendo assim indicada para a confecção de coroas unitárias anteriores e posteriores e também próteses parciais fixas posteriores (VIDOTTI, 2011; VOLPATO *et al.*, 2012).

Esta cerâmica exibe um mecanismo conhecido como aumento da tenacidade por transformação induzida por tensão, ou seja, quando uma trinca começa a se propagar, os cristais tetragonais metaestáveis que estão próximos à trinca passam para a fase monoclinica estável, esta transformação provoca um aumento de 3 a 4% no volume, induzindo tensões de compressão que irão se opor à trinca, dificultando a sua propagação. Se o óxido de ítrio não fosse adicionado à zircônia, esta estaria na forma monoclinica e durante o processo mastigatório não ocorreria a transformação, permitindo que a trinca se propagasse com facilidade. O desenvolvimento desse sistema cerâmico com tenacidade de transformação induzida por tensão é considerado uma dos avanços mais notáveis no estudo das cerâmicas (ELIAS e SANTOS; 2010; MENEZES, 2011)

A cerâmica Y-TZP pode apresentar conteúdo cristalino equivalente a cerca de 99% do conteúdo total do material. Consequentemente, esse material apresenta elevada opacidade, gerando translucidez similar ao sistema metalocerâmico. Por essa razão, as infraestruturas produzidas em cerâmicas de alta resistência são revestidas por cerâmicas predominantemente vítreas para a obtenção da forma e estética final. A cerâmica de revestimento deve ser escolhida de

acordo com a cerâmica utilizada para a confecção da infraestrutura, ambas devem apresentar compatibilidade de coeficiente de expansão térmica linear. Estudos revelam que próteses fixas posteriores, confeccionadas em cerâmicas à base de zircônia, demonstram excelentes resultados, sendo suas falhas geralmente associadas com fraturas da cerâmica de revestimento (HILGERT *et al.*, 2010; LORENZONI *et al.*, 2012; VOLPATO *et al.*, 2012).

4.4 Adaptação marginal

A desadaptação marginal está relacionada aos diversos passos envolvidos no processo de fabricação, sejam eles clínicos ou laboratoriais, sendo então resultado de uma somatória de distorções ocorrentes durante todo o processo. Independente de como a restauração é produzida, seja por técnicas convencionais ou pela tecnologia CAD/CAM, sempre haverá um certo grau de desadaptação marginal (OLIVEIRA, 2002 *apud* GORDILHO *et al.*, 2009).

Não existe um consenso sobre qual seria a largura máxima clinicamente aceitável para uma fenda marginal. Muitos autores continuam utilizando o critério estabelecido por McLean e Von Fraunhofer em 1971, que após analisarem mais de 1000 coroas concluíram que a largura máxima tolerável para um fenda marginal é de 120 μ m (HILGERT *et al.*, 2009b; MARTÍNEZ-RUS *et al.*, 2011).

“Embora um dos objetivos da tecnologia CAD/CAM seja aumentar a precisão do processo de fabricação, há poucas publicações que analisam exclusivamente a influência dos sistemas CAD/CAM na adaptação marginal de coroas produzidas em zircônia.” (MARTÍNEZ-RUS *et al.*, 2011)

MAY *et al.* (1998) *apud* GORDILHO *et al.* (2009) realizaram um estudo para avaliar a adaptação marginal de coroas cerâmicas Procera produzidas pela tecnologia CAD/CAM. Os valores médios de desadaptação encontrados foram de 56 μ m em pré-molares e de 63 μ m em molares. Tais valores encontram-se dentro do limite clinicamente aceitável.

LEE *et al.* (2008) realizaram um estudo para avaliar a adaptação marginal de coroas totalmente cerâmicas produzidas pelos sistemas CEREC 3D (Sirona) e Procera (Nobel Biocare). Um modelo em acrílico de um pré-molar foi preparado para receber uma coroa, possuindo um

término cervical em ombro arredondado. O preparo foi duplicado para criar matrizes de metal. Dez coroas CEREC 3D foram produzidas após a digitalização óptica das matrizes de metal. Para a fabricação das coroas Procera, as matrizes de metal foram moldadas e modelos de gesso pedra foram produzidos e digitalizados (*scanner* mecânico). Os dados foram enviados para o centro de produção, localizado na Suécia, onde as infraestruturas foram produzidas, sendo dez delas revestidas com cerâmica à base de silicato e dez não foram revestidas, servindo como grupo controle. As infraestruturas do grupo controle e as coroas foram posicionadas sobre as matrizes de metal, sem cimentação e a adaptação marginal foi avaliada com a utilização de um microscópio com ampliação de 100x. As infraestruturas Procera, apresentaram discrepância marginal em média de 72,2 μ m, enquanto que as coroas Procera apresentaram 89,6 μ m e as coroas CEREC 3D 94,4 μ m. É possível verificar o efeito negativo que a queima da cerâmica produz sobre a adaptação. As coroas Procera após a queima da cerâmica de revestimento apresentaram uma discrepância marginal significativamente maior do que a apresentada pelas infraestruturas Procera que não foram revestidas. Entretanto, não foram observadas diferenças significativas entre coroas Procera e CEREC 3D. Os dois sistemas produziram coroas dentro do padrão clinicamente aceitável.

GONZALO *et al.* (2009) avaliaram a adaptação marginal de próteses parciais fixas (PPFs) posteriores metalocerâmicas e PPFs confeccionadas em zircônia. Para a realização deste estudo, 40 corpos de prova padronizados foram divididos em 4 grupos de 10 amostras. Três sistemas cerâmicos foram utilizados nos grupos experimentais: Lava All-Ceramic (3M-ESPE), Procera Zirconia (Nobel Biocare) e In-Ceram YZ (VITA). Para a confecção das infraestruturas em zircônia, os corpos de prova foram digitalizados com a utilização do *scanner* correspondente à cada sistema. Para avaliar a adaptação marginal foi utilizado um *software* de análise de imagem combinado com um estereomicroscópio com aumento de 40x acoplado à uma câmera. A discrepância marginal média para o grupo Lava All-Ceramic foi 66-71 μ m, o grupo In-Ceram YZ apresentou 40-48 μ m e o grupo Procera Zirconia apresentou as menores discrepâncias (9-12 μ m). Todos os grupos apresentaram valores clinicamente aceitáveis. A melhor adaptação registrada para o grupo Procera Zirconia pode ser explicada pela utilização de um *scanner* mecânico para a digitalização dos preparos, ao contrário dos outros sistemas que utilizam *scanner* óptico.

Em 2010, GIANNETOPOULOS *et al.* avaliaram a integridade marginal de infraestruturas cerâmicas produzidas por dois sistemas CAD/CAM que possuem diferentes processos de usinagem (CEREC e Everest), com o objetivo de analisar a capacidade destes sistemas em produzir linhas de acabamento em bisel. Três modelos com diferentes terminos cervicais foram fabricados em bronze (bisel 60°, bisel 30° e chanfro 0°) e duplicados, produzindo modelos em gesso pedra especial para sistemas CAD/CAM. Todas as infraestruturas foram fabricadas em cerâmica vítrea de dissilicato de lítio (IPS Emax Press, Ivoclar Vivadent). Cada sistema CAD/CAM produziu dez infraestruturas para cada grupo de término cervical. A análise quantitativa foi realizada com o auxílio de um *software* de análise de imagens. Foi possível verificar que houve uma diminuição da integridade marginal com o aumento do ângulo do bisel nas infraestruturas produzidas pelo sistema CEREC. O sistema Everest produziu infraestruturas com maior integridade marginal em todos os grupos, e o aumento do ângulo do bisel parece não provocar a diminuição da integridade marginal. Os melhores resultados obtidos pelo sistema Everest podem ser explicados pelo diferente processo de usinagem utilizado. Primeiramente o sistema corta a superfície de adaptação e então as inserções são preenchidas com um plástico especial, criando um pilar que garante boa estabilidade, otimizando o processamento da região cervical. Estes resultados demonstraram que ambos os sistemas CAD/CAM utilizados possuem a capacidade de digitalizar preparos com diferentes terminos cervicais, porém a integridade marginal pode ficar comprometida quando o ângulo marginal é aumentado.

MARTÍNEZ-RUS *et al.* (2011) avaliaram a discrepância marginal de infraestruturas produzidas por 4 diferentes sistemas cerâmicos de zircônia. Um pré-molar extraído foi preparado com término cervical em chanfro. Este preparo foi replicado e 40 dentes artificiais foram confeccionados e divididos em 4 grupos. As infraestruturas In-Ceram Zirconia foram produzidas pelo sistema CEREC inLab, através da usinagem de blocos de zircônia sinterizados industrialmente. As infraestruturas In-Ceram YZ também foram fabricadas pelo sistema CEREC inLab, porém foram usinadas a partir de blocos Y-TZP parcialmente sinterizados, sendo então necessário que as infraestruturas fossem projetadas com um volume de 20 a 25% maior para compensar a contração ocorrida durante a sinterização final. As infraestruturas Cercon (DeguDent) foram projetadas através da técnica convencional de enceramento e os padrões de cera foram digitalizados, as infraestruturas foram usinadas a partir de blocos pré-sinterizados,

tendo seu volume aumentado de 20 a 25%. Para a produção das infraestruturas Procera Zirconia, os preparos foram digitalizados por um *scanner* mecânico, e os dados foram enviados para o centro de produção na Suécia, onde réplicas refratárias da matriz foram usinadas com um volume 25% maior. As infraestruturas foram fabricados pela prensagem à seco de pó de óxido de zircônia contra as matrizes aumentadas, estas subestruturas foram usinadas para obter a forma exterior desejada e sinterizadas. Todas as infraestruturas produzidas foram posicionadas nos dentes artificiais, sem cimentação e um *software* de análise de imagem combinado à um esteromicroscópio com ampliação de 40x foi utilizado para realizar a análise da discrepância marginal. Os valores médios de abertura marginal encontrados foram: 29,98 μ m no grupo In-Ceram Zirconia; 12,24 μ m no grupo In-Ceram YZ; 13,15 μ m no grupo Cercon e 8,67 μ m no grupo Procera Zirconia. A adaptação marginal foi significativamente diferente entre os quatro sistemas, entretanto, todos eles apresentaram-se dentro do limite clinicamente aceitável. O sistema Procera Zirconia apresentou a melhor adaptação marginal. Este fato pode ser relacionado com o menor número de etapas laboratoriais e maior precisão dos métodos de digitalização e fabricação desse sistema, como por exemplo a utilização de *scanner* mecânico, enquanto os demais sistemas avaliados neste estudo utilizam *scanner* óptico.

5. DISCUSSÃO

A sociedade em que vivemos é marcada pela crescente valorização da estética. Para atender a essa exigência as indústrias estão constantemente desenvolvendo novos produtos e tecnologias que conciliem estética, qualidade e longevidade (GUERRA *et al.*, 2002; GOMES *et al.*, 2008; PEIXOTO e AKAKI, 2008; GORDILHO *et al.*, 2009; BERNARDES *et al.*, 2012; CARVALHO *et al.*, 2012). Por muitos anos, as restaurações metalocerâmicas constituíam a única opção estética para reabilitações, apresentando excelentes qualidades mecânicas. Entretanto, suas falhas referentes à estética, motivaram o desenvolvimento de restaurações puramente em cerâmica. Mas era preciso conciliar a estética com o reestabelecimento da função, sendo então necessário o desenvolvimento de novos sistemas cerâmicos que possuíssem resistência adequada, justificando o seu emprego em restaurações puramente em cerâmica (CHRISTENSEN 2008; PEIXOTO e AKAKI 2008; FASBINDER *et al.*, 2010; GARCIA *et al.*, 2011; BERNARDES *et al.*, 2012; CARVALHO *et al.*, 2012). 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 (CORREIA *et al.*, 2006; TORRES *et al.*, 2009; CARVALHO *et al.*, 2012; BERNARDES *et al.*, 2012; MIYAZAKI *et al.*, 2009).

Atualmente, existem diferentes tipos de sistemas CAD/CAM disponíveis. Para que o clínico possa se beneficiar com essa tecnologia é necessário avaliar a relação custo benefício, levando em consideração o fluxo de trabalho de seu consultório e o tipo de sistema que será utilizado. Quando a aquisição de um sistema CAD/CAM completo não for viável economicamente pode-se optar pelos sistemas de impressão óptica para consultório, que realizam apenas a digitalização do preparo (LAVA C.O.S. - 3M ESPE; iTero - Cadent). Para a realização de todas as etapas de produção no próprio consultório existem os sistemas *chairside* (CEREC AC -Sirona; E4D Dentist- D4D). 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). 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) (CORREIA *et al.*, 2006; HILGERT *et al.*, 2010; GARCIA *et*

al., 2011; SÁNCHEZ e MACHADO, 2011). O sistema Procera produz restaurações com menor desadaptação marginal, provavelmente porque este sistema utiliza um *scanner* mecânico, em contraste com os *scanners* ópticos utilizados pelos demais sistemas (GONZALO *et al.*, 2009; MARTÍNEZ-RUS *et al.*, 2011).

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 (GUERRA *et al.*, 2002; CHRISTENSEN, 2008; HILGERT *et al.*, 2009a).

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. Algumas limitações são encontradas, mas estas não determinam a 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. 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 1mm 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 (CHAIN, ARCARI e LOPES, 2000; GUERRA *et al.*, 2002; CORREIA *et al.*, 2006; GORDILHO *et al.*, 2009; HILGERT *et al.*, 2009a; GIANNETOPOULOS *et al.*, 2010; ANDREIUOLO *et al.*, 2011; BERNARDES *et al.*, 2012).

Por outro lado, as 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. 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 (CHAIN, ARCARI e LOPES, 2000; PEIXOTO e AKAKI, 2008; HILGERT *et al.*, 2009a; MIYAZAKI *et al.*, 2009; TOUCHSTONE *et al.*, 2010; ANDREIUOLO *et al.*, 2011; MARTÍNEZ-RUS *et al.*, 2011; BERNARDES *et al.*, 2012; CARVALHO *et al.*, 2012; LORENZONI *et al.*, 2012).

Essa revisão de literatura levantou dados de pesquisas referentes à adaptação marginal que comprovam que o contínuo desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM tornou possível a produção de restaurações com adaptação marginal dentro dos padrões clinicamente aceitáveis, semelhante, e por vezes superior, às restaurações produzidas em laboratórios pelas técnicas convencionais (BINDL e MÖRMANN, 2002; GUERRA *et al.*, 2002; FASBINDER *et al.*, 2010; LEE *et al.*, 2008; GONZALO *et al.*, 2009; GORDILHO *et al.*, 2009; HILGERT *et al.*, 2009a; HILGERT *et al.*, 2009b; MIYAZAKI *et al.*, 2009; GIANNETOPOULOS *et al.*, 2010; MARTÍNEZ-RUS *et al.*, 2011; BERNARDES *et al.*, 2012; CARVALHO *et al.*, 2012). Na literatura atual não foram encontrados relatos de que restaurações produzidas pelo sistema CAD/CAM apresentem valores de discrepância marginal acima do valor clinicamente aceitável.

6. CONCLUSÃO

Os sistemas CAD/CAM são capazes de produzir restaurações de alta qualidade, tanto em relação à resistência mecânica quanto a adaptação marginal, estética e saúde dos tecidos moles. As restaurações produzidas com essa tecnologia apresentam qualidades semelhantes e até mesmo superiores às restaurações produzidas pelas técnicas convencionais.

A tecnologia CAD/CAM já avançou muito desde a sua implementação na odontologia e é cada vez mais popular entre os profissionais. Os sistemas CAD/CAM estão inseridos de maneira permanente na odontologia, devido às suas vantagens e a ausência de desvantagens significativas. Atualmente, a desvantagem mais citada relaciona-se ao seu alto custo, entretanto, o surgimento de novos sistemas e o conseqüente aumento da concorrência, provocará diminuição dos custos, contribuindo para a maior popularização desta tecnologia que certamente fará parte da rotina de muitos dentistas que desejam oferecer aos seus pacientes o que há de mais moderno na odontologia.

REFERÊNCIAS

ANDREIUOLO, R.; VEIGA, W.; MIRAGAYA, L.; DIAS, K. R. H. C. Fechamento de diastema com coroas de alumina densamente sinterizadas. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v.68, n.1, jan./jun., 2011. Disponível em: <www.revista.aborj.org.br>. Acesso em: 28 ago. 2011.

BINDL, A.; MÖRMANN, W. H. An up to 5-Year Clinical Evaluation os Posterior In-Ceram CAD/CAM Core Crowns. **Int J of Prosthodontics**. v. 15, n. 5, 2002. Disponível em: <www.quintpub.com>. Acesso em: 05 set. 2012.

BERNARDES, S. R.; TIOSSI, R.; SARTON, I. A. de M.; THOMÉ, G. Tecnologia CAD/CAM aplicada a próteses dentária e sobre implantes: o que é, como funciona, vantagens e limitações. Revisão crítica da literatura. **ILAPEO**. v. 06, n. 1, jan./mar., 2012. Disponível em: <<http://www.ilapeo.com.br>>. Acesso em: 20 jan. 2013.

CARVALHO, R. L. de A.; FARIA, J. C. B. de; CARVALHO, R. F. de; CRUZ, F. L. G.; GOYTA, F. dos R. 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 jan. 2013.

CHAIN, M. C.; ARCARI, G. M.; LOPES, G. C. Restaurações Cerâmicas Estéticas e Próteses Livres de Metal. As novas Alternativas Possibilitadas Pelas Novas Porcelanas. **RGO**. v. 48, n. 2, abr./jun., 2000. Disponível em: <www.revistargo.com.br>. Acesso em: 05 set. 2012.

CHRISTENSEN, G. J. In-Office CAD/CAM milling of restorations. The future? **JADA**. v. 139, jan., 2008. Disponível em: <www.jada.ada.org>. Acesso em: 05 set. 2012.

CORREIA, A.R.M.; FERNANDES, J. C. A. S.; CARDOSO, J. A. P.; SILVA, C. F. C. L. da. CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa. **Rev. Odontol. da UNESP**, 2006. Disponível em: <www.coenge.ufcg.edu.br>. Acesso em: 28 ago.2011.

ELIAS, C. N.; SANTOS, C. dos. Próteses cerâmicas produzidas por usinagem CAD/CAM. **Rev. Implantinews**. v. 7, n. 2, 2010.

FASBINDER, D. J.; DENNISON, J. B.; HEYS, D.; NEIVA, G. A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns: A two-year report. **JADA**. v. 141, jun., 2010. Disponível em: <www.jada.ada.org>. Acesso em 20 jan. 2013.

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**. Porto Alegre, v.59, jan./jun., 2011. Disponível em: <www.revistargo.com.br>. Acesso em 28 ago. 2011.

GIANNETOPOULOS, S.; NOORT, R. VAN; TSITROU, E. Evaluation of the marginal integrity of ceramic copings with different marginal angles using two different CAD/CAM systems. **J of Prosthetic Dentistry**. n. 38, dez., 2010. Disponível em: <www.ncbi.nlm.nih.gov>. Acesso em: 11 set. 2012.

GOMES, E. A.; ASSUNÇÃO, W. G.; ROCHA, E. P.; SANTOS, P. H. **Cerâmicas odontológicas: o estado atual**. São Paulo, 2008. Disponível em: <www.scielo.br>. Acesso em: 28 ago. 2011.

GONZALO, E.; SUÁREZ, M. J.; SERRANO, B.; LOZANO, J. F. L. A comparison of the marginal vertical discrepancies of zirconium and metal ceramic posterior fixed dental prostheses before and after cementation. **J of Prosthetic Dentistry**. dec., 2009. Disponível em: <www.ncbi.nlm.nih.gov>. Acesso em: 11 set. 2012.

GORDILHO, A. C.; MORI, M.; CONTIN, I. A adaptação marginal dos principais sistemas de cerâmica pura. **Rev. Odonto**. São Bernardo do Campo, São Paulo. v. 17, n. 34, jul./dez., 2009. Disponível em: <www.metodista.br>. Acesso em: 15 set. 2012.

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.**, Recife, jul./set. 2002. Disponível em: <www.ufpe.br>. Acesso em: 09 nov. 2011.

HENRIQUES, A.C.G.; COSTA, D. P. T. S. da; BARROS, K. M. da A.; BEATRICE, L. C. S.; FILHO, P. F. M. Cerâmicas odontológicas: aspectos atuais, propriedades e indicações. **Odontol. Clín. Científ.**, Recife, out./dez. 2008. Disponível em: <www.cro-pe.org.br>. Acesso em: 28 ago. 2011.

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**, Florianópolis, n.19, 2009a.

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.

HILGERT, L. A.; SCHWEIGER, J.; BEUER, F.; FICHBERGER, M.; ANDRADA, M. A. C. de A.; ARAÚJO, E.; EDELHOFF, D. Odontologia restauradora com sistemas CAD/CAM: o estado atual da arte Parte 3: Materiais restauradores para sistemas CAD/CAM. **Rev. Clínica**, Florianópolis, n.21, 2010.

LEE, K. B.; PARK, C. W.; KIM, K. H.; KWON, T. Y. Marginal and internal fit of all-ceramic crowns fabricated with two different CAD/CAM systems. 2008. **Dental Mater. J.** n. 27. Disponível em: <www.ncbi.nlm.nih.gov>. Acesso em 11 set. 2012.

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.

MARTÍNEZ-RUS, F.; SUÁREZ, M. J.; RIVERA, B.; PRADÍES, G. Evaluation of the absolute marginal discrepancy of zirconia-based ceramic copings. **J of Prosthetic Dentistry**. fev., 2011. Disponível em: <www.ncbi.nlm.nih.gov>. Acesso em: 28 ago. 2011.

MENEZES, L. F. de. **Avaliação da resistência de união entre infraestrutura de zircônia e porcelanas de cobertura.** [Dissertação na internet]. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <www.biblioteca.pucminas.br>. Acesso em: 24 nov. 2012.

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. Disponível em: <www.ncbi.nlm.nih.gov>. Acesso em: 05 set. 2012.

NEDER, D. R. N. **Sistema CAD/CAM em prótese sobre implante.** [Monografia]. Brasília, 2011. Disponível em: <www.cursospos.com.br>. Acesso em: 20 jan. 2013.

PEDROSA, A. C. **Sistemas Cerâmicos Metal Free.** [Monografia]. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <www.iesposgraduacao.com.br>. Acesso em: 25 set. 2012.

PEIXOTO, I. C. G.; AKAKI, E. Avaliação de próteses parciais fixas em cerâmica pura: uma revisão de literatura. **Arq bras odontol.** v. 4, n. 2, Minas Gerais, 2008. Disponível em: <www.periodicos.pucminas.br>. Acesso em: 05 fev. 2012.

SÁNCHEZ, E.; MACHADO, C. Artículo de Revisión: Odontología CAD/CAM. **Rev. Odontos,** 2011. Disponível em: <www.cieo.edu.co>. Acesso em: 18 fev. 2012.

SIRONA - THE DENTAL COMPANY. **Digital Dentistry.** Disponível em: <www.sirona.com>. Acesso em: 15 fev. 2013.

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.

TORRES, M.A.F.; ESTELA, S. A.; RAYA, M. A.; DIAGO, M. P. CAD/CAM dental systems in implant dentistry: Update. **Med. Oral Patol. Oral Cir. Bucal,** mar. 2009. Disponível em: <www.medicinaoral.com>. Acesso em: 28 ago.2011.

TOUCHSTONE, A.; NIETING, T.; ULMER, N. Digital Transition: The Collaboration Between Dentists and Laboratory Technicians on CAD/CAM Restorations. **JADA**. v. 141, jun., 2010. Disponível em: <www.ncbi.nlm.nih.gov>. Acesso em: 25 out. 2012.

VELOSO, G. E. **Sistema CEREC *Chairside***. [Monografia]. Porto, 2008. Disponível em: <www.bdigital.ufp.pt>. Acesso em: 19 out. 2012.

VIDOTTI, H. A. **Influência da ciclagem térmica e mecânica em água na resistência ao cisalhamento da união infraestrutura/porcelana de cobertura em diferentes sistemas totalmente cerâmicos**. [Dissertação] Bauru, 2011. Disponível em: <www.teses.usp.br>. Acesso em: 24 nov. 2012.

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.