

SISTEMAS CAD/CAM E SUAS APLICAÇÕES NA ODONTOLOGIA: REVISÃO DA LITERATURA

CAD/CAM SYSTEMS IN DENTISTRY: A LITERATURE REVIEW

ISABELLA FIGUEIREDO **CAMARGO**. Graduada em Odontologia pelo Centro Universitário Ingá/UNINGÁ.

LUDMILA PRISCILLA **MANETTI**. Doutoranda em Clínicas Odontológicas/ Prótese Dentária pela SLMANDIC.

MARÍLIA **ZECZKOWSKI**. Doutoranda em Clínica Odontológica/ Dentística pela FOP/UNICAMP. Professora Adjunta do CELUP/ULBRA.

DANIEL **SUNDFELD NETO**. Doutor em Clínica Odontológica/ Dentística pela FOP/UNICAMP. Professor Adjunto do Centro Universitário Ingá/UNINGÁ.

NUBIA INOCENCYA PAVESI **PINI**. Doutora em Clínica Odontológica/ Dentística pela FOP/UNICAMP. Professora Adjunta do Centro Universitário Ingá/UNINGÁ.

ALINE AKEMI **MORI**. Doutora em Ciências/ Dentística pela FORP/USP. Professora Adjunta do Centro Universitário Ingá/UNINGÁ.

BRUNNA MOTA **FERRAIRO**. Doutoranda em Ciências Odontológicas Aplicadas/ Reabilitação Oral pela FOB/USP. Professora Colaboradora da Universidade Estadual do Norte Paranaense/UENP.

FERNANDA FERRUZZI **LIMA**. Doutora em Ciências Odontológicas Aplicadas/ Reabilitação Oral pela FOB/USP. Professora Adjunta do Centro Universitário Ingá/UNINGÁ.

Rua Rio Taperoá, 176. CEP 87043-290 Maringá-PR. E-mail: fer.ferruzzi@gmail.com

RESUMO

A tecnologia CAD/CAM é utilizada na odontologia principalmente na produção de estruturas protéticas. Restaurações indiretas são planejadas e fabricadas com o auxílio do computador diminuindo a influência do processo manual executado pelo técnico em prótese dentária (TPD). Além do uso de materiais padronizados, de qualidade industrial, os sistemas CAD/CAM podem ser uma ferramenta útil no diagnóstico e planejamento do tratamento, além de permitir a fabricação e restaurações de ótima qualidade em menor tempo. As restaurações CAD/CAM apresentam desempenho clínico compatível com as restaurações convencionais e esta tecnologia pode ser incorporada na prática clínica com poucas mudanças. Este estudo mostrará o funcionamento e as aplicações da tecnologia CAD/CAM em odontologia através de uma revisão de literatura, além dos materiais que podem ser utilizados. Esta tecnologia apresenta uma gama enorme de possibilidades e traz inúmeros benefícios tanto para o cirurgião dentista quanto para o TPD. Porém, é preciso conhecer as ferramentas de cada sistema para se beneficiar de seus recursos, pois, aliar

a manufatura computadorizada a técnicas manuais podem garantir melhor acabamento e estética.

PALAVRAS-CHAVE: CAD/CAM; Usinagem e Manufatura; Restaurações indiretas.

ABSTRACT

CAD / CAM technology is used in dentistry in the production of prosthetic structures. Indirect restorations are planned and fabricated by computer controlled devices, reducing the influence of the manual process performed by the dental technician. In addition to the use of standardized industrial materials, CAD / CAM systems can be a useful tool in the diagnosis and treatment planning, as well as manufacturing high quality restorations in a shorter time. CAD / CAM restorations present clinical performance consistent with conventional restorations and this technology can be incorporated into clinical practice with few changes. This study addresses the basic concepts of CAD/CAM technology, its applications in dentistry, and the materials that can be used. This technology presents a huge range of possibilities and brings numerous benefits for both the dental surgeon and the dental technician. However, it is necessary to know the tools of each system to benefit from its resources, since allying computerized manufacturing to manual techniques can guarantee better finishing and aesthetics.

KEYWORDS: CAD / CAM; Machining and Manufacturing; Indirect restorations.

INTRODUÇÃO

A tecnologia CAD/CAM tem evoluído muito nas últimas décadas. Esta tecnologia sempre foi muito presente na área da engenharia e arquitetura como uma ferramenta para a fabricação de peças para maquinário industrial e desenhos arquitetônicos de precisão (BAYAZIT, 2004).

O termo CAD/CAM vem do inglês Computer Aided Design e Computer Aided Manufacturing, que em português significa, respectivamente, desenho ou projeto assistido por computador e fabricação assistida por computador. Na arquitetura, sistemas CAD/CAM são utilizados para criar projetos 3D (em três dimensões) de objetos variados, com alta precisão de detalhes e fidelidade nas dimensões, que podem ser transformados em objetos sólidos (HILGERT, CALAZANS; BARATIERI, 2005). Na engenharia mecânica, ele é utilizado para a manufatura de peças, possibilitando aos engenheiros efetuarem alterações e corrigir erros antes da fabricação das mesmas.

Os sistemas CAD/CAM foram desenvolvidos pela indústria aeronáutica e automobilística e é encontrado em diversos campos da medicina. Esta tecnologia foi introduzida na odontologia na década de 70, sendo o Cerec (Sirona[®], Alemanha), introduzido em 1987 por Duret. O primeiro sistema CAD/CAM a ser comercializado. Posteriormente, novos sistemas foram sendo desenvolvidos e aprimorados (ANDREIOTELLI, KAMPOSIORA, PAPAVALIOU, 2013).

Na odontologia esse sistema é utilizado principalmente na produção de próteses dentárias. Restaurações indiretas são planejadas e fabricadas com o auxílio do computador, diminuindo a influência do processo manual executado

pelo técnico em prótese dentária (TPD). Em um sistema CAD/CAM as arcadas dentárias são escaneadas e as imagens se tornam um arquivo no computador. Após escaneadas, essas imagens serão usadas como modelos virtuais, utilizadas para o planejamento e desenho das restaurações. Nos softwares desenvolvidos para prótese dentária, é possível projetar as restaurações indiretas, preencher os espaços edêntulos e realizar o planejamento de tratamentos estéticos. Há também arquivos com formas de implantes dentários, dentes, e componentes que podem ser usados para o desenho da prótese. Este é o desenho auxiliado por computador (CAD).

Finalizado o desenho, as restaurações indiretas são fabricadas por meio de máquinas de fresagem, sinterização a laser ou impressoras 3D. Esta fase é o que chamamos de manufatura auxiliada por computador (CAM) (BERNARDES et al., 2012).

A introdução da tecnologia CAD/CAM representou uma grande inovação para a odontologia, pois tornou possível a confecção de próteses em menor tempo e no próprio consultório. Além do tempo, um dos grandes diferenciais do processo CAD/CAM é a utilização de materiais controlados de fabricação industrial, livres de imperfeições e porosidades. Podemos citar como vantagem, um processo de manufatura totalmente computadorizado, que possibilita minimizar falhas e distorções que podem estar presentes no processo manual, além de permitir a reprodutibilidade do processo. Tais fatores, associados à precisão de programas de computador permitem, a produção de restaurações de melhor qualidade e com melhor adaptação marginal (MYIAZAKI et al., 2009).

Entretanto, ainda hoje existem dúvidas sobre o funcionamento e as aplicações dos sistemas CAD/CAM. O objetivo deste trabalho, portanto é esclarecer algumas questões importantes sobre esta tecnologia, por meio de uma revisão da literatura.

COMO FUNCIONA UM SISTEMA CAD/CAM?

Todo sistema CAD/CAM é composto por 3 fases: Aquisição de imagens, desenho/projeto e manufatura. Atualmente, a aquisição de imagens é feita por meio de scanners que podem ser intra ou extraorais. Com os scanners extraorais a imagem é obtida a partir de modelos de gesso. Isso quer dizer que o procedimento de moldagem, realizado de forma convencional, e o vazamento de um modelo de gesso ainda são necessários. Com os scanners intraorais as imagens são obtidas diretamente das arcadas dentárias dos pacientes, assim como o registro de oclusão. Dessa forma a aquisição de imagens é realizada de maneira mais rápida e fácil. Alguns scanners oferecem imagens coloridas e seleção de cor, consistindo em uma ferramenta de comunicação com o paciente e documentação do caso. A aquisição de imagens feita através do escaneamento é encaminhada para o software, onde haverá a manipulação e planejamento das imagens (CAD).

Os softwares ou programas de computador tornaram possível o trabalho virtual e diminuíram o trabalho em objetos reais. Na odontologia os softwares tem uma interface intuitiva, de fácil utilização. Isso permite que tanto o cirurgião dentista quanto o técnico em prótese dentária (TPD) seja o operador desse sistema, podendo confeccionar os desenhos necessários para o planejamento da reabilitação protética. A manipulação virtual dos modelos permite ampliação

e recorte dos mesmos, o que facilita a visualização. Apresentam também ferramentas diversas que permitem verificar o espaço disponível para o material restaurador, a espessura da restauração, áreas retentivas do preparo, área de contato oclusal e proximal. Estas e outras ferramentas podem contribuir para a detecção de erros e planejamento de detalhes que fazem toda diferença na qualidade final da restauração (REKOW et al., 1991).

O processo de manufatura auxiliada ou CAM torna possível a fabricação ou materialização da imagem computadorizada que foi projetada no software CAD. O sistema CAM irá produzir a reabilitação desejada por meio de uma fresadora ou da impressão digital 3D. A fresagem é um método de fabricação subtrativa, no qual as restaurações são fabricadas a partir de blocos de materiais restauradores que são desgastados até se obter a forma planejada no software (PAGANI; MIRANDA; BOTTINO, 2003).

Os materiais utilizados para a fresagem da estrutura protética são blocos pré-fabricados de cerâmica, materiais considerados “híbridos” de resina composta e cerâmica, ligas metálicas, resinas acrílicas e ceras, dependendo da estrutura a ser fresada e seu objetivo (MIYAZAKI et al., 2009). O Quadro 1 apresenta os materiais disponíveis para fresagem e suas indicações.

Existem também as chamadas tecnologias aditivas para a manufatura CAD/CAM, como por exemplo, a sinterização a laser e a impressão 3D. No processo de manufatura aditiva, um objeto projetado no software CAD é convertido em um arquivo que é produzido na impressora 3D por meio de camadas de impressão. Na sinterização a laser, em específico, camadas de cobalto cromo em pó são sinterizadas ou fusionadas por um feixe de laser. Em outras técnicas de impressão 3D se utiliza principalmente polímeros para a produção de modelos de trabalho físicos das arcadas dos pacientes (ALHARBI, WISMEIJER, OSMAN, 2017).

COMO POSSO UTILIZAR A TECNOLOGIA CAD CAM NA MINHA PRÁTICA CLÍNICA? O QUE É POSSÍVEL FABRICAR?

Essa tecnologia tem sido adotada em vários ramos da odontologia, pois apresenta diversas vantagens. 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 computador. 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. O sistema CAD/CAM pode ser utilizado para o planejamento virtual de tratamentos. Nas áreas de reabilitação oral e estética, é possível importar as imagens de tomografia computadorizada, criando um modelo múltiplo que permite o planejamento da instalação de implantes, levando em consideração a quantidade e qualidade óssea e a posição das próteses projetadas no software. No planejamento para implantes é possível criar guias cirúrgicos, próteses provisórias e dispositivos cicatrizadores personalizados, ferramentas valiosas tanto para o procedimento cirúrgico quanto reabilitador (TORRES et al. 2009).

Na área de reabilitação estética, é possível importar fotografias de face, réplicas de enceramento ou mesmo características de tamanho e forma de um sorriso “doador” para planejar, pela técnica de Desenho Digital do Sorriso

(Digital Smile Design/DSD), o resultado final adequado á face do paciente (COACHMAN et al., 2012).

O Quadro 1 mostra os materiais disponíveis para fresagem e suas principais características e indicações:

	Material	Principais indicações	Características
CERÂMICAS	Feldspática	Onlay / Inlay Facetas Coroas anteriores	Baixa resistência à flexão Boas propriedades ópticas Não requer queima
	Reforçada por Leucita	Onlay / Inlay Coroa Faceta	Baixa resistência á flexão Boas propriedades ópticas Não requer queima
	Reforçada por Dissilicato de Lítio	Coroa Onlay / Inlay PPF Faceta Unitárias sobre implante	Média resistência á flexão Boas propriedades ópticas Queima em forno de cerâmica convencional
	Aluminizadas	Coroas PPF	Alta resistência á flexão Necessita de revestimento cerâmico
	Zircônia	Coroas PPF Abutments	Alta resistência á flexão Opacidade acentuada Queima em forno que atinja alta temperatura Necessita de revestimento cerâmico
	Silicato de lítio reforçado por zircônia	Onlay / Inlay Coroa Faceta	Média resistência á flexão Boas propriedades ópticas Queima opcional em forno de cerâmica convencional
CERÂMICA SUBSTRATOS	Resina nanocerâmica	Onlay / Inlay/ Facetas	Média resistência á flexão Dispensa queima Fácil acabamento e reparo
	Cerâmica feldspática infiltrada por polímero	Onlay / Inlay Coroa	Média resistência á flexão Dispensa queima Fácil acabamento
	Cera	Padrões para fundição de infraestruturas para PPFs, PPRs, barras de prótese protocolo. Enceramento diagnóstico	Para complementação da fabricação pela técnica da cera perdida
METAIS	Titânio	Infraestruturas de PPFs e barras de prótese protocolo	Leve e resistente Difícil fresagem Alto desgaste das brocas
	Cobalto-cromo pré-sinterizado	Infraestruturas de PPFs e barras de prótese protocolo	Fácil fresagem Necessita de sinterização em forno convencional

Entre as vantagens oferecidas por essa tecnologia está a utilização de materiais padronizados, que possuem menos imperfeições e, portanto, qualidade superior. Além disso, os sistemas CAD/CAM permitiram o uso de materiais anteriormente difíceis de trabalhar, como por exemplo, a zircônia. Através da usinagem de zircônia e também de metais, como ligas de titânio e de cobalto-cromo é possível fabricar infraestruturas extensas, para próteses implanto suportadas, por exemplo. As resinas acrílicas também podem ser usadas para padrão de fundição e as ceras para enceramento diagnóstico da

prótese (BERNARDES et al., 2012).

AS RESTAURAÇÕES CAD/CAM SÃO MELHORES DO QUE AS CONVENCIONAIS?

As restaurações CAD/CAM apresentam adaptação marginal melhor ou compatível com as convencionais (BISCARO et al., 2013). Restaurações com bordas mais irregulares, como onlays e facetas laminadas parecem ser mais difíceis de reproduzir; estudos mostram que a adaptação marginal destas restaurações produzidas em sistema CAD/CAM é inferior, embora dentro dos limites clinicamente aceitáveis (VANLIOGLU, 2012; ABOUSHELIB, 2012). Diferenças na adaptação marginal e interna das restaurações podem estar associadas à precisão do scanner, uso ou não de pó de contraste, formato das brocas e desgaste das mesmas (WITKOWSKI, 2005; HAN et al., 2011)

O desempenho clínico de restaurações CAD/CAM é excelente, com taxas de sucesso e sobrevivência compatíveis com as restaurações convencionais. As principais causas de insucesso são cárie e fratura da restauração, assim como ocorre com as próteses convencionais (WITTNEBEN, 2009).

O sistema CAD/CAM é capaz de produzir restaurações protéticas de alta qualidade e com várias opções de materiais restauradores para diversos tipos de prótese. Apesar disso, a técnica por si só pode não ser tão decisiva para obter o sucesso, uma vez que o processo de um tratamento reabilitador consiste em diversas etapas. Sendo assim, o planejamento, passos clínicos de preparo e moldagem/escaneamento, desenho digital, fabricação, acabamento e controle de qualidade dos materiais contribuem para o sucesso e longevidade dos tratamentos reabilitadores (BERNARDES et al., 2012).

Além disso, casos clínicos desafiadores como elementos unitários, mascaramento de substrato escurecido, ou que exigem caracterização podem se beneficiar da tecnologia CAD/CAM para etapas de confecção de infraestruturas; porém demandam uma personalização que só a técnica manual de estratificação e maquiagem podem oferecer.

PARA UTILIZAR A TECNOLOGIA CAD/CAM SÃO NECESSÁRIAS MUDANÇAS NO MEU FLUXO DE TRABALHO CONVENCIONAL?

Quando se utiliza um scanner intraoral, o cirurgião dentista precisa se adaptar a esta nova ferramenta. Porém, utilizando os sistemas CAD/CAM para laboratórios de prótese, a moldagem é executada de forma convencional e poucas mudanças são necessárias para incorporar esta tecnologia na rotina clínica.

Os princípios para os preparos dentários são os mesmos preconizados para o sistema convencional: devem apresentar paredes com conicidade de 10 a 12 graus, quantidade de desgaste adequada (de acordo com o material restaurador selecionado) e preconizar a preservação pulpar (PEGORARO et al., 2013). Paredes totalmente paralelas, ângulos vivos e margens irregulares dificultam o escaneamento e fresagem (WITKOWSKI, 2005).

O preparo não deve ser menor que as dimensões mínimas das pontas diamantadas, no caso do Cerec (Sirona®, Alemanha), 1 mm de espessura e 10,5 mm de comprimento. Caso isso ocorra, o próprio sistema alerta para a

impossibilidade de se produzir a restauração de maneira adequada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia CAD/CAM apresenta uma gama enorme de possibilidades e traz inúmeros benefícios tanto para o cirurgião dentista quanto para o TPD. Porém, é preciso conhecer as ferramentas de cada sistema para se beneficiar de suas facilidades, pois, aliar a manufatura computadorizada às técnicas manuais pode garantir um ótimo acabamento e melhor estética.

REFERÊNCIAS

ABOUSHELIB, M. N.; ELMAHY, W. A.; GHAZY, M. H. Internal adaptation, marginal accuracy and microleakage of a pressable versus a machinable ceramic laminate veneers. **Journal of dentistry**, v. 40, n. 8, p. 670-677, 2012.

ALHARBI, N.; WISMEIJER, D.; OSMAN, R. B. Additive Manufacturing Techniques in Prosthodontics: Where Do We Currently Stand? A Critical Review. **Int J Prosthodont**, v. 30, n. 5, 2017.

ANDREIOTELLI, M., KAMPOSIORA, P., PAPAVALIIOU, G. Digital Data Management for CAD/CAM Technology. An Update of Current Systems . **Eur J Prosthodont Restor Dent**; v. 21, p.9-15, 2013.

BAYAZIT, N. Investigating design: A review of forty years of design research. **Design issues**, v. 20, n. 1, p. 16-29, 2004.

BERNARDES, S.R. et al. Tecnologia CAD/CAM aplicada à prótese dentária e sobre implantes: O que é, como funciona, vantagens e limitações. **Jornal ILAPEO**, Curitiba, p. 8-13, 2012.

BISCARO, L. et al. An In Vivo Evaluation of Fit of Zirconium-Oxide Based Ceramic Single Crowns, Generated with Two CAD/CAM Systems, in Comparison to Metal Ceramic Single Crowns. **Journal of Prosthodontics**, v. 22 , 2013.

COACHMAN, C. et al. Smile design: from digital treatment planning to clinical reality. In: COHEN, M. (Ed.). **Interdisciplinary Treatment Planning**. Vol 2: Comprehensive Case Studies. Chicago: Quintessence; 2012. p. 119-74

HILGERT, L.A.; CALAZANS, A.; BARATIERI, N.L. Restaurações CAD/CAM: O sistema CEREC3. **Rev. Clinica International journal of Brazilian dentistry**. v.3 n.2, p. 199-209, Fev.2005.

MIYAZAKI, T. et al. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. **Dental materials journal**. Japan, p. 1-13, 2009.

PAGANI, C.; MIRANDA, C.B.; BOTTINO, M.C. Avaliação da tenacidade a fratura de diferentes sistemas cerâmicos. **J Appl Oral Sci**. Sao Paulo, p. 1-

7,2003.

PEGORARO, L.F. et al. **Prótese fixa: bases para o planejamento em reabilitação oral**. 2a ed. São Paulo: Artmed, 2012.

REKOW, E. D. et al. CAD/CAM for dental restorations--some of the curious challenges. **IEEE Trans Biomed Eng**, v. 38, n. 4, p. 314-8, 1991. 0018-9294.

TORRES, M. A. F. et al. CAD / CAM dental systems in implant dentistry: Update. **CAD / CAM dental systems in implant**. p. 141-145, 2009.

VANLIOGLU, B. A. et al. Internal and marginal adaptation of pressable and computer-aided design/computer-assisted manufacture onlay restorations. **International Journal of Prosthodontics**, v. 25, n. 3, 2012.

WITKOWSKI, S. **CAD-/CAM in Dental Technology**. QDT, Quintessence Publishing Co., p.169-184, 2005.

WITTNEBEN, J.G. et al. A systematic review of the clinical performance of CAD/CAM single-tooth restorations. **The International journal of prosthodontics**, v. 22, n. 5, p. 466-471, 2008.