

Tecnologia CAD/CAM (Desenho Assistido por Computador/Manufatura assistida por computador) aplicada à prótese dentária: estado atual

CAD/CAM (Computer assisted designer/Computer assisted manufacturing) technology applied to dental prosthesis: current state

Tecnología CAD/CAM (Diseño Asistido por Computadora/Fabricación Asistida por Computadora) aplicada a prótesis dentales: estado actual

Géssica Luane Pessoa Rocha^{1*}, Celina Wanderley de Abreu¹.

RESUMO

Objetivo: Revisar na literatura científica sistema CAD-CAM, apresentar seus usos na prótese dentária e posicionar o estado atual de evidência científica de sua utilização no dia a dia do profissional, além de mostrar suas vantagens e desvantagens quando comparados aos sistemas convencionais. **Métodos:** Esta é uma revisão da literatura publicada entre os anos de 2006 e 2017, utilizando artigos depositados nas bases de dados Bireme, Scielo, Ebsco e Pubmed, incluindo-se, publicações nos idiomas português, inglês e espanhol. **Resultados:** O sistema CAD/CAM é um conceito moderno e revolucionário na odontologia, esse sistema permite que restaurações cerâmicas, próteses fixas, próteses totais, próteses parciais removíveis sejam realizadas no consultório odontológico em apenas uma consulta clínica. O seu surgimento tem transformado a maneira de realizar as restaurações e reabilitações orais e tem demonstrado excelentes resultados e uma qualidade comparáveis aos sistemas atualmente mais usados. Atualmente, os sistemas CAD/CAM podem ser considerados uma alternativa confiável, prática e esteticamente aceitável para o dia a dia do profissional. Cada vez mais o mercado vem ampliando suas indicações e aplicações fazendo com que cada vez mais fiquem acessíveis para mais profissionais. Seu uso não é mais difundido atualmente devido aos custos para sua implementação que ainda são muito elevados. **Considerações finais:** Conclui-se através da pesquisa que a tecnologia CAD/CAM trouxe vários benefícios para a Odontologia para suas diversas áreas, em especial a área de próteses dentárias.

Palavras-chave: Prótese dentária, Projeto auxiliado por computador, Tecnologia odontológica, Cerâmica.

ABSTRACT

Objective: The objective of this paper is to review in the scientific literature the CAD/CAM system, to present its uses in the dental prosthesis and to position the current state of scientific evidence of its use in the daily routine of the professional, besides showing its advantages and disadvantages when compared to conventional systems. **Methods:** This is a review of the literature published between the years 2006 and 2017, using articles deposited in the databases Bireme, Scielo, Ebsco and Pubmed, including publications in the Portuguese, English and Spanish languages. **Results:** The CAD/CAM system is a modern and revolutionary concept in dentistry. This system allows ceramic restorations, fixed prostheses, total dentures, removable partial dentures to be performed in the dental office in one clinical practice. Its emergence has transformed the way to perform oral restorations and rehabilitations and has demonstrated excellent results and quality comparable to the most current systems used. Currently, CAD/CAM systems can be considered a reliable, practical and aesthetically acceptable alternative for the professional's daily routine. Increasingly, the market has been expanding its indications and applications, making it more and more accessible to more professionals. Its use is no longer widespread now because of the very high implementation costs. **Final considerations:** It is concluded through the research that the CAD/CAM technology brought several benefits to Dentistry for its several areas, especially the area of dental prostheses.

Keywords: Dental Prosthesis, Computer-Aided Design, Dental Technology, Ceramics.

¹ Centro Universitário CESMAC, Maceió – Alagoas, *E-mail: gessicalpessoa@gmail.com

RESUMEN

Objetivo: Revisar en la literatura científica el sistema CAD-CAM, presentar sus usos en la prótesis dental y posicionar el estado actual de evidencia científica de su utilización en el día a día del profesional, además de mostrar sus ventajas y desventajas cuando comparadas a los sistemas convencionales. **Métodos:** Se trata de una revisión de la literatura publicada entre los años 2006 y 2017, usando de los artículos depositados en Bireme SciELO, PubMed y EBSCO, incluyendo, publicaciones en portugués, Inglés y Español. **Resultados:** El sistema CAD/CAM es un concepto moderno y revolucionario en la odontología, ese sistema permite que restauraciones cerámicas, prótesis fijas, prótesis totales, prótesis parciales removibles sean realizadas en el consultorio odontológico en apenas una consulta clínica. Su surgimiento ha transformado la manera de realizar las restauraciones y rehabilitaciones orales y ha demostrado excelentes resultados y una calidad comparables a los sistemas actualmente más usados. Actualmente, los sistemas CAD/CAM pueden considerarse una alternativa confiable, práctica y estéticamente aceptable para el día a día del profesional. Cada vez más el mercado viene ampliando sus indicaciones y aplicaciones haciéndolas cada vez más accesibles para más profesionales. Su uso no es más difundido actualmente debido a los costos para su implementación que todavía son muy elevados. **Consideraciones finales:** Se concluye a través de la investigación que la tecnología CAD/CAM trae varios beneficios para la Odontología para sus diversas áreas, en especial el área de prótesis dentales.

Palabras clave: Prótesis dentales, Proyecto auxiliado por ordenador, Tecnología dental, Cerámica.

INTRODUÇÃO

No decorrer do século XX, tecnologias e materiais empregados na odontologia evoluíram muito. Devido ao aumento da demanda por materiais seguros e com estética agradável, novos materiais cerâmicos com alta resistência foram colocados à disposição dos serviços odontológicos. Juntamente com esses novos materiais, novas tecnologias também foram introduzidas, como é o caso da CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing - desenho auxiliado por computação e manufatura auxiliada por computação) (MIYAZAKI T, et al., 2009).

Essa tecnologia já era empregada na engenharia, mas em 1971 o CAD/CAM foi empregado pela primeira vez na Odontologia. Essa técnica permite a digitalização de um objeto e a criação de uma projeção sobre o mesmo, e então, uma unidade que realiza a usinagem reproduz o objeto projetado em um bloco de diversos materiais (cerâmica, resina, metal), fabricando a prótese desejada (MOURA RBB e SANTOS TC, 2015).

O CAD surgiu após o desenvolvimento de programas de computador (*software*) e da evolução do próprio computador (*hardware*). No contexto odontológico, a arcada dentária do paciente ou um modelo de gesso pode ser digitalizado através de *scanners*. Através do escaneamento, há a geração de imagens que serão trabalhadas pelo programa escolhido através de um ambiente virtual. O CAM envolve a manufatura auxiliada pelo computador, na qual ocorre a materialização daquilo que foi projetado no ambiente virtual. Nesse processo, ocorre a usinagem que efetua cortes precisos em um material, no intuito de dar origem a uma prótese com forma idêntica àquela projetada (BERNARDES SR, et al., 2012).

No decorrer dos anos, em vez de produzir a prótese a partir de moldes utilizando ceras que formam uma impressão da dentição, o CAD/CAM permitiu que os dentes fossem digitalizados diretamente dentro da cavidade oral. As restaurações são projetadas usando um programa que tem como base os dados obtidos do escaneamento. Após esse processo, as restaurações são processadas por uma máquina, uma fresadora ou impressora 3D. No entanto, inicialmente, o emprego de uma câmera dentro da cavidade oral era tecnicamente difícil, devido ao seu tamanho, presença de saliva, dentes e gengiva. Após alguns anos, essa limitação começou a ser superada com o uso de câmeras intraorais compactas (LEE WS, et al., 2017).

De maneira geral, a tecnologia CAD/CAM permite redução dos custos de produção, reprodutibilidade, precisão, agilidade e utilização de materiais "*metal free*" como as cerâmicas, que são superiores no quesito estético, quando comparada com as metalocerâmicas convencionais. As desvantagens do processo são: os custos iniciais com equipamentos e máquinas, programas, pessoal qualificado, limitações em preparações subgengivais, dependência das imagens obtidas e da qualidade das máquinas empregadas no processo de usinagem (BERNARDES SR et al., 2012).

Essa tecnologia permite a produção de próteses odontológicas com alta qualidade, em curto espaço de tempo e baixo custo, além da grande variedade de materiais. Mas ainda há bastante para evoluir, em especial

com relação ao custo da tecnologia para que a mesma se torne acessível a um grande número de profissionais (PERIM MP, et al., 2018).

Diante disso, o trabalho tem como objetivo mostrar através de uma revisão de literatura o atual estado de aplicação da tecnologia CAD/CAM para a área da prótese dentária.

METODOLOGIA

Este estudo refere-se a uma pesquisa de caráter bibliográfico, realizado no Centro Universitário Cesmac.

Para a busca de referências foram utilizadas as bases de dados Bireme, Scielo, Ebsco e Pubmed, incluindo-se, publicações nos idiomas português, inglês e espanhol. Para a consulta aos descritores em ciência da saúde (DeCS), foram utilizadas as palavras-chaves: Prótese dentária, projeto auxiliado por computador, tecnologia odontológica, Cerâmica.

O período de estudo foi limitado a literatura pertinente publicada entre 2006 e 2017, desde que escritos nos idiomas português, inglês e espanhol. O critério de exclusão baseou-se em trabalhos cujos idiomas não foram um dos três anteriormente citados ou cujo propósito era inadequado à abordagem da presente revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As restaurações metalocerâmicas foram por muitos anos a única opção estética para reabilitações, apresentando excelentes qualidades mecânicas. Novas necessidades referentes à estética motivaram o desenvolvimento de restaurações puramente em cerâmica, o grande desafio ainda era aliar a estética com a resistência (ALSADON O, et al., 2018).

Na Odontologia atual, a impressora 3D tem sido bastante usada e várias resinas têm sido envolvidas para fabricar coping de PFM (porcelana fundida ao metal), coroa provisória, armação de prótese parcial removível em cera, modelo ortodôntico e guia cirúrgico para implante. Por consequência, há um aumento de produção de próteses usando o sistema de impressão 3D (LEE WS, et al., 2017).

Dutra DM et al. (2017), em revisão de literatura concluíram que a técnica CAD/CAM vem sendo utilizada na odontologia para contribuir com o diagnóstico, fabricação de implantes, próteses e placas de reconstrução personalizadas, aperfeiçoamento do planejamento cirúrgico, estudo das técnicas de ressecção, simulação de intervenções pré-operatória e didática com o paciente, tudo isso com sucesso mostrado em vários estudos analisados pelos autores.

Existem diferentes tipos de sistemas CAD/CAM disponíveis para uso odontológico. Inúmeras variáveis devem ser analisadas antes do clínico fazer a opção por um ou por outro tipo de sistema e, também, quanto à aquisição, pois se trata de um investimento financeiro alto. Os sistemas são divididos da seguinte forma: escâner intra oral, para uso em consultório, o que possibilita ao Cirurgião-Dentista escanear o preparo e escâner de bancada, sistema para laboratórios, onde o próprio laboratório realiza o escaneamento do modelo de gesso ou do molde do dente preparado e confecciona o desenho da prótese por meio do software. Tanto o consultório quanto o laboratório podem ter uma fresadora para confecção e finalização da prótese dentária, ou ambos podem enviar o arquivo com o desenho virtual para centros de fresagem, terceirizando o serviço para finalização do trabalho protético (BERNARDES SR, et al., 2012).

A tecnologia CAD/CAM oferece estruturas para cirurgias de implantes guiadas, enceramentos, construção de próteses de estruturas excisionadas como mandíbula, maxila, etc, além de oferecer a possibilidade de se obter infraestruturas de prótese dentais com diferentes materiais (Zircônia, Liga de Cobalto-Cromo, Titânio, entre outros) disponíveis atualmente com o uso do mesmo processo de fabricação (usinagem) (RUSE MJ e SADOON MJ, 2014).

Em revisão sistemática sobre a taxa de sobrevivência de restaurações unitárias realizadas com sistemas CAD-CAM com mínimo de follow-up de 3 anos, Carvalho IFA (2017), concluiu que as taxas de sobrevivência a longo prazo das restaurações unitárias confeccionadas em CAD/CAM mostraram-se bastante similares às obtidas por restaurações confeccionadas por métodos convencionais.

Para Carvalho IFA (2017), esta tecnologia tem a finalidade de simplificar, mecanizar e assegurar níveis de qualidade com adequações micrométricas das próteses. O sistema CAD/CAM é indicado para fabricação de Inlays, Onlays, coroas em dentes anteriores e posteriores, laminados, abutments de implantes de Titânio ou Zircônia, copings, próteses fixas e provisórios, podendo também ser utilizado para confecção de guias cirúrgicos, prótese total e estrutura metálica de prótese parcial removível.

Gomes D et al (2018), avaliaram a desadaptação marginal vertical, horizontal e interna de infraestruturas e próteses fixas implantossuportadas confeccionadas através de diferentes técnicas. Um total de 30 infraestruturas foram confeccionadas e divididas em 3 grupos: G1) Técnica convencional da cera perdida (n=10); G2) CAD/CAM (n=10); G3: CAD/CAM + Técnica da cera perdida (n=10). Uma matriz foi utilizada para simular uma prótese fixa implantossuportada de três elementos com um pântico central. A infraestrutura do grupo G1 foi confeccionada em Ni-Cr, do grupo G2 em zircônia e G3 fresada em cera e fundida em Ni-Cr. Em todos os grupos a desadaptação marginal vertical e horizontal (subcontorno e sobrecontorno) foi avaliada através de um microscópio óptico tridimensional (Quick Scope, Mitutoyo). Os resultados mostraram maior valor de desadaptação marginal vertical para o grupo G3 (83.5µm), seguido dos grupos G1 (55 µm) e G2 (42 µm).

A maioria dos sistemas CAD/CAM disponíveis para a fabricação de coroas e próteses parciais fixas usam um modelo de gesso como ponto de partida. A superfície de um modelo é medida para obter os dados digitais que representem a morfologia do dente alvo. Vários métodos que executam essa tarefa foram desenvolvidos, destacando-se as sondas de contato, medidores de deslocamento de laser e o feixe de laser em linha acoplado a uma câmera CCD. Contudo, cada método apresenta suas particularidades. As sondas de contato apresentam grande precisão, mas leva muito tempo para varrer toda a superfície do modelo. O medidor de deslocamento de laser não é muito caro e o escaneamento é realizado em menor tempo que o da sonda de contato. Por fim, quando o laser em linha é utilizado, o tempo de varredura é reduzido, mas a resolução da câmera CCD afeta a precisão do processo (MIYAZAKI T, et al., 2009).

A escolha do método de escaneamento a ser utilizado depende de muitas variáveis como a qualidade da imagem requerida ou desejada, necessidade de preparo da amostra a ser escaneada, tempo de escaneamento, tamanho do escaner e se o escaneamento ocorrerá a partir de um modelo de gesso, molde ou intraoral (AHMED KE, et al., 2017; BERNARDES SR, et al, 2012).

Para se fazer o escaneamento pode-se escolher os seguintes materiais: modelo de gesso, material de moldagem ou a arcada dentária, esses materiais podem apresentar vantagens e limitações de acordo com o processo escolhido. Liu PR e Essig M (2008) falam que os preparos subgingivais dificilmente são digitalizados com a tecnologia disponível nos dias de hoje em processos de escaneamento intraoral, esses mesmos autores falam que para este tipo de preparo, o escaneamento de moldagens ou do modelo em gesso deve ser a primeira opção. Alsadon O, et al., (2018) relatam que o escaneamento de implantes e componentes apresenta grande eficácia, pois como são peças parafusadas ou perfeitamente adaptadas sobre as fixações. Assim, o processo de escaneamento intraoral pode resultar em menos passos clínicos, ou seja, menor possibilidade de distorções, sendo esse de primeira opção neste caso.

Em determinados casos, há a necessidade do uso de produtos em Sprays que reflitam a luz emitida e capturada pelos scanners, com o objetivo de gerar a imagem CAD (LIU PR e ESSIG M, 2008).

Logo que as imagens são escaneadas, as mesmas são digitalizadas por softwares de planejamento e manipulação das imagens, que posteriormente serão trabalhadas com auxílio do computador. Normalmente os softwares para captura e trabalho com as imagens estão no mesmo computador em que o escaner está conectado. Nesses programas, o modelo virtual é trabalhado e as futuras restaurações são criadas. Esse processo chama-se de “enceramento virtual”, pois nele os espaços edêntulos são preenchidos a partir da modelagem das imagens (MÜHLEMANN S, et al., 2018).

Os softwares usados na prótese dentária recorrem a um banco de dados onde às formas dos dentes, dos componentes protéticos e implantes dentários estão arquivadas. Assim, quando o enceramento virtual é necessário, o programa ajuda o profissional a inserir a imagem determinada pelo profissional que fez o diagnóstico prévio da região a ser reabilitada ou do componente protético que será utilizado sobre o implante ou intermediário (BERNARDES SR, et al., 2012).

Os softwares podem ser de dois tipos, abertos ou fechados. Os softwares abertos esses carregam imagens de quaisquer escaner e, também, enviam dados para quaisquer máquinas de usinagem controlada; já os softwares fechados são programados para aceitarem só aceitam recebimento e envio de dados para determinadas máquinas de captação de imagens e usinagem (BERNARDES SR, et al., 2012).

Bueno CRS et al. (2017), compararam a adaptação marginal de coroas feldspáticas utilizando dois sistemas diferentes de fabricação de CAD/CAM, um aberto e o outro fechado, o qual todo o processo foi realizado por softwares e equipamentos de um mesmo fabricante (CEREC). Ao final houve diferença significativa entre os sistemas (p=0,007), sendo o grupo sistema fechado com a média superior de desadaptação marginal e não houve diferença de desadaptação marginal entre os diferentes pontos dentro

dos grupos. Considerando os resultados deste estudo e suas limitações, a adaptação marginal das coroas fabricadas por dois sistemas de CAD/CAM os autores concluíram que o melhor grupo foi o que utilizou o sistema aberto. Concluíram também, que os dois grupos estudados, atingiram resultados clinicamente baixos considerando os padrões impostos na literatura.

A Tecnologia CAM, é a manufatura da imagem trabalhada na tecnologia CAD. A usinagem com CAM pode ser classificada como industrial, laboratorial e clínica. A laboratorial e clínica são destinadas para peças menores, mais leves e tem custos mais acessíveis para utilização odontológica. O processo clínico é mais recente e tem a peculiaridade de apresentar a possibilidade de envolver os três procedimentos (escaneamento, enceramento virtual e usinagem). Assim, apesar dos métodos laboratorial e clínico serem versáteis e apresentarem custos razoáveis, nesses métodos há perda de pequenos detalhes da restauração odontológica quando comparada com o método industrial. (MOURA RBB e Santos TC, 2015).

A zircônia em relação aos outros materiais cerâmicos é superior em termos de propriedades mecânicas, devido, à sua característica de endurecer pós transformação (TENÓRIO et al, 2015). Mais recentemente, cerâmicas de dissilicato de lítio para sistemas CAD/CAM foram introduzidas no mercado, com ganho de popularidade desde então. Tal, deve-se ao fato deste tipo de material ter sido desenvolvido com uma resistência mecânica relativamente elevada, aliada as propriedades ópticas que permitem a confecção de uma restauração completa sem a necessidade de revestimento (RODRIGUES RSJ, 2017).

Vila-nova TEL et al, (2018), em revisão sistemática avaliaram qual o melhor protocolo de reparo de resinas nanocerâmicas e materiais híbridos em CAD/CAM, em se tratando de resistência de união desses materiais (em estudos in vitro). Os maiores valores de resistência de união para a cerâmica infiltrada por polímero (Vita Enamic- Vita Zahanfarbrik) foi o condicionamento com ácido fluorídrico (60s) seguido pela aplicação do silano. Para as resinas nanocerâmicas (Lava ultimate-3M ESPE e Cerasmart-GC) o Jateamento com óxido de alumínio ou sistema Cojet, como também a asperização com pontas diamantadas seguidos de silano, foram os tratamentos mais indicados. Ao final, concluíram que o protocolo de reparo para esses materiais variou de acordo com a composição destes e que estudos clínicos são necessários para avaliar a aplicabilidade clínica desses protocolos.

Para avaliar qual o material que teria a melhor dureza e tenacidade à fratura para restaurações indiretas por meio da técnica CAD/CAM, Perim MP et al, (2018), analisaram quatro compósitos disponíveis no mercado, cerâmica infiltrada por polímero, cerâmica de dissilicato de lítio, cerâmica feldspática e compósito nanohíbrido. Ao final do estudo foi visto que a cerâmica de dissilicato de lítio apresentou maiores valores de dureza e tenacidade à fratura, já o compósito nanohíbrido apresentou os menores valores de dureza e a cerâmica feldspática, os menores valores de tenacidade à fratura. Com isso os autores concluíram que as diferentes composições e microestruturas dos materiais restauradores influenciaram os valores de dureza e tenacidade à fratura, sendo que o dissilicato de lítio apresentou os maiores valores de ambas as propriedades avaliadas.

Algumas limitações são encontradas, como a dificuldade de digitalização dos preparos subgingivais por câmeras intra-orais, sendo necessário repetidos processos para que se atinja uma imagem de qualidade ou até 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. As menores pontas utilizadas durante o processo de usinagem possuem 1 mm de diâmetro, sendo assim não devem existir estruturas no preparo que sejam menores do que 1 mm, pois não será possível reproduzir essas estruturas durante a fase CAM (ALVES V, et al., 2017).

O escaneamento por contato apresenta má qualidade da imagem gerada e não são capazes de reproduzir adequadamente superfícies retentivas proximais com menos de 2,5 mm de largura e com mais 0,5 mm de profundidade. Preparos com término em lâmina de faca, presença de sulcos retentivos profundos e morfologia oclusal complexa também não são recomendados, não só para o escaneamento e para a usinagem, mas também para minimizarem as tensões que serão geradas nas restaurações com preparos e geometria marginal inadequados (CONRAD HJ, et al., 2007)

A tecnologia CAD/CAM Tem as seguintes vantagens: Tempo reduzido de produção, fabricação controlado por computador, software nostra os erros que são corrigidos antes de se confeccionar a peça, utilização de materiais cerâmicos com melhores propriedades físicas e mecânicas, caso necessário, como os modelos são digitais, podem ser armazenados mais faciamente (ALVES V, et al., 2017).

A limpeza do ambiente de fabricação das estruturas também é maior, devido à possibilidade de escaneamento dos preparos ou da posição dos implantes, assim com menor número de pessoas envolvidas no processo de obtenção das estruturas (BUENO CRS, et al., 2017).

Em revisão sistemática e meta-análise, Limírio JPJO et al, (2018), compararam a desadaptação marginal e interna de próteses implantossuportadas confeccionadas por sistemas CAD/CAM e pelo método convencional da cera perdida, concluíram que não houve diferença significativa para próteses cimentadas (p 0,48) e próteses parafusadas (p 0,67). Viram também que o método convencional foi menos eficiente quando comparado com sistemas CAD/CAM na adaptação de próteses implantossuportadas unitárias e parafusadas. Entretanto, não foi observada nenhuma diferença entre coroas cimentadas e próteses fixas.

Capa N et al, (2018) relatam que as repetições podem ser feitas com mais rapidez e menos trabalho e a existência de um modelo virtual pode ser uma forma de arquivar os vários modelos de diferentes pacientes sem a necessidade de uma grande área de estoque para esse material.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do apresentado, acreditamos que o sistema CAD/CAM é uma técnica efetiva para ser utilizada nas diversas áreas da prótese dentária e representa uma tendência em alta quando comparada as técnicas convencionais. As diversas empresas buscam constantemente desenvolver produtos que resultem no aprimoramento da estética e do resultado final das diversas peças. As vantagens e desvantagens podem ser observadas pelos profissionais envolvidos nos diversos processos. Para os pacientes também existe vantagens e desvantagens, entre as vantagens está o menor tempo para obtenção do resultado final e a principal desvantagem é o maior custo financeiro.

REFERÊNCIAS

1. AHMED KE, et al. Clinical monitoring of tooth wear progression in patients over a period of one year using CAD/CAM. *The international journal of prosthodontics*, 2017; 30(2):153-155.
2. ALVES V, et al. Vantagens x desvantagens do sistema CAD/CAM. *Brazilian Journal of Surgery and clinical Research*, 2017; 18(1):106-109.
3. ALSADON O, et al. Comparing the optical and mechanical properties of PEKK polymer when CAD/CAM milled and pressed using a ceramic pressing furnace. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 2018; 89:234–236.
4. BERNARDES SR, et al. Tecnologia CAD/CAM aplicada a prótese dentária e sobre implantes: o que é, como funciona, vantagens e limitações. Revisão crítica da literatura. *Jornal ILAPEO*, 2012; 6(1): 8-13.
5. BUENO CRS, et al. Análise da adaptação marginal vertical em coroas cerâmicas feldspáticas confeccionadas através de diferentes sistemas CAD/CAM: aberto e fechado. *Arch Health Invest*, 2017:1-6.
6. CARVALHO IFA. Revisão sistemática do desempenho clínico de restaurações unitárias executadas em CAD/CAM. Dissertação. Universidade católica portuguesa. 2017.
7. CAPA N, et al. Microtensile bond strengths of adhesively bonded polymer-based CAD/CAM materials to dentin. *Dent Mater J*, 2018:1-11.
8. CONRAD HJ, et al. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *J Prosthet Dent*, 2007;98:389-404.
9. DUTRA DM, et al. Aplicabilidade da prototipagem rápida na Odontologia – uma revisão de literatura. *Rev. Ciênc. Méd. Biol.*, 2017; 16(1):89-95.
10. GOMES D, et al. Análise da adaptação de infraestruturas de próteses fixas implantossuportadas confeccionadas através de diferentes técnicas. *Arch Health Invest*, 2018; 7.
11. LEE WS, et al. Evaluation of internal fit of interim crown fabricated with CAD/CAM milling and 3D printing system. *J Adv Prosthodont*, 2017; (9):265-270.
12. LIMÍRIO JPJO, et al. Análise da adaptação marginal de próteses implantossuportadas: técnica convencional versus cad-cam. Uma revisão sistemática e meta-análise. *Arch Health Invest*, 2018; 1-7.
13. LIU PR, ESSIG ME. Panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compend Contin Educ Dent*, 2008; 29(4):6-8.
14. MIYAZAKI TI, et al. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dental Materials Journal*, 2009; 28(1):44-46.
15. MOURA RBB, SANTOS TC. Sistemas cerâmicos metal free: tecnologia CAD/CAM – revisão de literatura. *Revista Interdisciplinar*, 2015; 8(1):220-226.
16. MÜHLEMANN S, et al. Precision of digital implant models compared to conventional implant models for posterior single implant crowns: A within-subject comparison. *Clin Oral Impl Res*, 2018; 1:1-6.
17. PERIM MP, et al. Dureza e tenacidade à fratura de quatro materiais para CAD/CAM. *Arch Health Invest*, 2018;1-7.
18. RODRIGUES RSJ. Influência de fatores clínicos na adaptação marginal de restaurações cerâmicas fixas com tecnologia CAD/CAM. Dissertação. Faculdade de Medicina Dentária, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.
19. RUSE ND, SADOUN MJ. Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications. *J Dent Res*, 2014; 93:1232-1234.
20. VILA-NOVA TEL, et al. Protocolos de reparo para novos materiais cad/cam híbridos e resinas nanocerâmicas: uma revisão sistemática. *Arch Health Invest*, p. 7 (Special Issue 2), 2018.