

FACSETE

CAROLINE CAVAGLIERI BARUFFI

**CAD CAM: ODONTOLOGIA DIGITAL
APLICAÇÃO A PRÓTESE DENTÁRIA**

**SÃO JOSÉ DO RIO PRETO
2022**

CAROLINE CAVAGLIERI BARUFFI

**CAD CAM: ODONTOLOGIA DIGITAL
APLICAÇÃO A PRÓTESE DENTÁRIA**

Monografia apresentada ao Curso de especialização Lato Sensu FACSETE, como requisito parcial para conclusão do curso de Prótese com ênfase em reabilitação oral estética.

Área de concentração: Prótese

Orientador: Luis Carlos Menezes Pires.

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO
2022

Baruffi, Caroline Cavaglieri

CAD CAM: Odontologia digital, aplicação a prótese dentária /
Caroline Cavaglieri Baruffi, 2022.

34 f.. il.

Orientador: Luis Carlos Menezes Pires

Monografia (Especialização) - Faculdade de Tecnologia de Sete
Lagoas, 2022

1. CAD CAM. 2. Odontologia digital 3. Prótese

I. Título

II. Luis Carlos Menezes Pires.

Monografia intitulada “**CAD CAM: Odontologia Digital, aplicação a prótese dentária**” de autoria da aluna Caroline Cavaglieri Baruffi

Aprovada em 10/08/22 pela banca constituída dos seguintes professores:

Luis Carlos Menezes Pires
FACSETE - Orientador

Luciano Pedrin Carvalho Ferreira

Fabricio Magalhães

São Jose Do Rio Preto, 10 de agosto de 2022

Dedico este trabalho de pesquisa a minha família, ao meu esposo, meus amigos de profissão e todos aqueles que me ajudaram direta ou indiretamente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, criador de tudo e todas as coisas, por me dar forças e sabedoria para concluir essa especialização

A minha família e amigos, que me acolheram e apoiaram nas horas mais difíceis. Principalmente, pelo incentivo, força e apoio incondicional no decorrer dessa etapa que se encerra.

Agradeço aos meus colegas de curso, que me acompanharam nessa longa jornada de formação especializada

Sou grata também aos meus professores, que se dedicaram a ensinar-me parte do seu conhecimento, e a todos que fizeram parte, de forma direta ou indireta da minha graduação.

RESUMO

Um dos grandes avanços dentro da odontologia certamente é a criação de tecnologias digitais capazes de melhorar o tratamento dos pacientes quando se fala em prótese. Sendo assim, a pesquisa tem como objetivo discutir a utilização do CAD CAM na prótese dentárias, apontando as facilidades no tratamento. Como metodologia utilizou-se a pesquisa bibliográfica em artigos publicados no PUBMED, SCIELO e periódicos e através da pesquisa foi possível verificar que essa tecnologia é utilizada no mercado odontológico para a fabricação de próteses dentárias, ou seja, os dentistas utilizam o CAD/CAM para realizar o desenho de uma prótese no computador, ao mesmo tempo em que seu aparelho consegue enviar o comando para uma máquina, que realizará a manufatura daquele desenho, transformando-o em uma prótese pronta para ser instalada na boca do paciente. Para tanto, a pesquisa se justifica por apontar o CAD CAM como um dos mais importantes instrumentos tecnológicos criados para a área da odontologia.

Palavras-chaves: 1. CAD CAM 2. Odontologia digital 3. Prótese

ABSTRACT

One of the great advances in dentistry is certainly the creation of digital technologies capable of improving the treatment of patients when it comes to prosthesis. Therefore, the research aims to discuss the use of CAD CAM in dental prosthesis , pointing out the facilities in the treatment. As a methodology, bibliographic research was used in articles published in PUBMED, SCIELO and periodicals and through the research it was possible to verify that this technology is used in the dental market for the manufacture of dental prostheses, that is, dentists use CAD/CAM to design a prosthesis on the computer, at the same time that your device is able to send the command to a machine, which will manufacture that design, transforming it into a prosthesis ready to be installed in the patient's mouth. Therefore, the research is justified by pointing out the CAD CAM as one of the most important technological instruments created for the field of dentistry.

Keywords: 1. CAD CAM 2. Digital dentistry 3. Prosthesis

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	
Erro! Indicador não definido.	
2. DESENVOLVIMENTO.....	13
2.1 O CAD CAM	13
2.2 O CAD CAM na odontologia	15
2.3 Limitações da tecnologia CAD/CAM	27
3. O CAD CAM e as próteses dentárias	29
3. CONCLUSÃO.....	
Erro! Indicador não definido.	
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	
Erro! Indicador não definido.	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista do projeto virtual com detalhe para anatomia e textura de superfície	19
Figura 02 - Fresagem da estrutura protética	21
Figura 03 - Planejamento para Implante	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tecnologia CAD/CAM aplicada às próteses dentárias	17
Tabela 02 - Classificação	17

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, os procedimentos de implantodontia têm como objetivo devolver ao paciente as funções mastigatórias, o conforto, a fonética e, principalmente a estética. Dentro do cenário odontológico, mais precisamente a utilização de prótese odontológica sofreu alterações significativas graças ao desenvolvimento de diferentes materiais restauradores.

Por muito tempo, as tentativas de restauração dentária eram realizadas com dentes artificiais, tendo como base o marfim, ouro e até mesmo latão. Contudo, com o avanço tecnológico, outras técnicas foram sendo desenvolvidas, principalmente, com a intenção de manter, de início, as propriedades físicas numa possibilidade de reabilitação semelhante ao dente natural.

Sendo assim, a presente pesquisa tem como objetivo geral apresentar o CAD CAM como um dos principais recursos tecnológicos que surgiram na atualidade, no avanço dos tratamentos odontológicos de prótese dentária. Para tanto tem como objetivos específicos apontar a técnica, identificar os profissionais envolvidos, os tipos de processamentos, bem como os materiais restauradores e as indicações técnicas de prótese e o uso CAD/CAM.

Contudo, sabe-se que esta tecnologia já estava presente na grande área da engenharia e, há alguns anos vem sendo utilizada na fabricação de diversos produtos industrializados. Vale salientar que, na odontologia, a aplicação da técnica vem sendo sugerida com o objetivo de simplificar e melhorar as propostas de implantes dentários, no caso desse estudo, as próteses, vem como garantir níveis de qualidade com adaptações micrométricas das nossas próteses dentárias.

Para a realização da pesquisa, buscou-se na pesquisa bibliográfica os fundamentos necessários para a elaboração textual. Os textos foram selecionados considerando o objetivo geral e os específicos dentro de uma dialética concomitante, sempre respeitando os estudos já elaborados.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 CAD/CAM

Considerada na atualidade uma das tecnologias que mais vem contribuindo para os avanços dos tratamentos odontológicos ligados as próteses, CAD/CAM é uma sigla na língua inglesa para Computer-Aided Design e Computer-Aided Manufacturing que significam, respectivamente : desenho auxiliado por computação e manufatura auxiliada por computação.

De maneira em geral, a indústria vem utilizando desse processo com o objetivo de agilizar e controlar os processos de fabricação. Sendo assim, o CAD é o desenho realizado pelo computador e surgiu após a criação de programas, ou seja, *softwares* de computadores (DINATO, 2017)

Atualmente, muitos profissionais estão buscando as novas tecnologias, ou seja, trabalhando com arquivos computacionais ao invés de objetos reais e, tudo, isso para acompanhar a modernidade, afinal, o trabalho pode sair mais rápido e muito mais eficaz, com resultados mais satisfatórios. Para Dinato (2017) os objetivos principais dessa tecnologia eram, então, a automatização de um processo manual de modo a obter material de elevada qualidade, padronizar processos de fabricação e reduzir os custos de produção.

Costa (2019) salienta que no cenário odontológico, nos caso da prótese dentária, propriamente dita, o modelo de gesso ou até mesmo a arcada dentária dos pacientes podem ser digitalizados, se transformando em arquivos (ou files) por processos de escaneamento que é uma técnica de digitalização de objetos reais a partir de imagens geradas por luz ou, originalmente, por contato.

O autor salienta também que encontra-se scanners intraorais ou de bancada, a partir da captação do reflexo da luz ou por contato físico. Contudo, é importante considerar que o uso dos CAD CAM, ou scanners está diretamente ligada a qualidade da imagem gerada, bem como do tempo utilizado para o scaneamento, o tamanho, o volume interno do scanner e outras situações importantes.

Importante salientar que, uma vez que as imagens são adquiridas pelo escaneamento, as mesmas são “importadas” para *softwares* de planejamento e manipulação das imagens captadas que serão trabalhadas com auxílio do computador. Normalmente os softwares para captura e trabalho com as imagens

estão no mesmo computador em que o scanner está conectado. Nesses programas, as imagens ou o modelo de gesso “virtual” são trabalhados e as futuras restaurações são criadas. Pode-se chamar este procedimento de “enceramento virtual” e os espaços edêntulos são preenchidos a partir da modelagem das imagens.

Os softwares específicos para a prótese dentária têm um banco de dados ou biblioteca onde as formas dos dentes, dos componentes protéticos e implantes dentários estão arquivadas. Assim, quando há a necessidade do enceramento virtual, o programa ajuda o programador inserindo a imagem determinada pelo operador, que fez o diagnóstico prévio da região a ser reabilitada ou do componente protético que será utilizado sobre o implante ou intermediário.

A utilização do CAD CAM, dentro do cenário odontológico representa um avanço no tratamento dentário, cujo a necessidade é a prótese, afinal, a maioria dos pacientes apresentam doença periodontal, traumatismos dentários e cáries e, nesse sentido, a odontologia evoluiu muito no sentido de implantar imediatamente próteses implanto-suportadas, através do advento da osseointegração, devolvendo ao paciente, a segurança, o conforto e a estética. (CONCEIÇÃO, 2005; FRANCISCONE & CARVALHO 2008).

Inada & Todescan (2011) afirmam que todo tratamento dentário que envolva prótese dentária é preciso planejamento. Para os autores, o profissional precisa atuar no sentido de avaliar, direcionar a correta instalação do implante. Qualquer erro ou falha de posicionamento podem ser disfarçados ou atenuados nas próteses múltiplas, no entanto, dificilmente isso ocorre nas próteses unitárias.

Atualmente, antes de um procedimento de implantodontia, ou seja, de prótese, cujo objetivo é devolver ao paciente as funções mastigatórias, o conforto, a fonética e, principalmente a estética, o profissional deve realizar uma avaliação dos aspectos da saúde bucal do paciente.

Contudo, mesmo que o paciente tenha alguma atrofia, doença ou lesão, o implante pode ser realizado e a reabilitação pode acontecer considerando o melhor tipo de reposição para os dentes perdidos (PEREIRA, 2007).

No entanto, os bons resultados acontecem a longo prazo, visto que existem casos de maior complexidade e os implantes imediatos podem representar um grande desafio no cenário odontológico. Mesmo com tantos avanços tecnológicos, esses procedimentos necessitam de uma avaliação profunda de cada situação, ou seja, do estado de saúde do paciente, que vai

desde a pressão arterial regular, diabetes ou outras morbidades (MAZZONETTO, 2008)

Os softwares podem ser: abertos, ou seja, os que “importam” imagens de quaisquer scanners, bem como “exportam” ou enviam dados para quaisquer máquinas de usinagem controlada; ou fechados, cujos programas só aceitam recebimento e envio de dados para determinadas máquinas de captação de imagens e usinagem. Pode-se afirmar que é um processo totalmente incomunicável entre os diferentes processos.

2.2 O CAD CAM na odontologia

O termo CAD/CAM diz respeito ao desenho de uma estrutura protética em um computador (Computer Aided Design) seguido da sua confecção por uma máquina de fresagem (Computer Aided Manufacturing). Trata-se de uma tecnologia muito utilizada em várias indústrias e que teve a sua introdução na Odontologia, ao final da década de 70 e início da década de 80 do século passado, a Bruce Altschuler, nos EUA, François Duret, na França e Werner Mormann e Marco Brandestini, na Suíça. Os objetivos principais dessa tecnologia eram, então, a automatização de um processo manual de modo a obter material de elevada qualidade, padronizar processos de fabricação e reduzir os custos de produção.

Nos últimos 10 anos, observou-se um grande desenvolvimento da tecnologia CAD/CAM e hoje, vários sistemas estão disponíveis no mercado (BERNARDES, 2012). O primeiro sistema a ser utilizado e comercializado de forma viável foi o CEREC (CEramic REconstruction), desenvolvido por Mormann e Brandestinni, em 1980, na Universidade de Zurique, Suíça.

Por ser a resistência do material, o fator primordial para determinar a indicação da técnica, bem como a preservação da reabilitação ao longo do tempo, a necessidade de desenvolvimentos que levassem à possibilidade de execução de reabilitações de maiores extensões levou à busca pela tecnologia CAD/CAM.

Importante salientar que, no universo odontológico digital, o fluxo de trabalho pode ser dividido em quatro etapas distintas, ou seja, a aquisição de imagem, o desenho (CAD) a produção (CAM) e a finalização estética.

A transferência dos processos de confecção das próteses do analógico para o digital minimizou as etapas suscetíveis a erros, tais como: material de moldagem, proporção pó/água, espatulação a vácuo ou manual, tipo de gesso, entre outros.

O escaneamento intraoral (EIO) oferece velocidade, eficiência, armazenamento de dados e transferência dos mesmos por meio digital, assim como boa aceitação dos pacientes, redução de distorções, pré-visualização em 3D dos preparos e potencial custo-benefício pela economia de tempo (COSTA, 2019)

Com o uso do *scanner* intrabucal, podemos de fato vivenciar o CAD/CAM na sua essência. A possibilidade de moldar com este equipamento permite maior agilidade no processo e visualização da moldagem na tela (imagem positiva da moldagem, e não negativa como no processo analógico), além de permitir o compartilhamento total dessas informações com o laboratório de prótese, se for necessário.

Importante destacar que o acabamento das peças pode ser realizado por polimento ou maquiagem e glaze. Contudo, a presença de um forno no consultório do dentista oferece a possibilidade de trabalhar com uma gama maior de cerâmicas, principalmente as reforçadas, que necessitam de cristalização. (MAZZONETTO, 2008)

Para tanto, não há como negar, dentro desse contexto que a tecnologia CAD/CAM é uma realidade cada vez mais presente nos consultórios ao redor do mundo. A atual geração e as futuras serão beneficiadas com possibilidades abrangentes para o panejamento digital do sorriso, elaboração de protocolos cirúrgicos e realização de reabilitações protéticas com excelência estética e funcional.

Atualmente, com as soluções disponíveis, os profissionais que fazem uso dos recursos CAD/CAM têm condições para desenvolver trabalhos com grande precisão, previsibilidade e excelente qualidade.

Contudo, no Brasil o acesso à tecnologia ainda é dificultado pelo alto custo. Uma comparação entre um sistema digital de escaneamento e moldagens tradicionais mostrou que o tempo de trabalho diminui pela metade com o método digital, e 80% dos pacientes tem clara preferência pelo procedimento de escaneamento.

Tabela 1 - Tecnologia CAD/CAM aplicada às próteses dentárias

Tecnologias envolvidas	Escaneamento ou digitalização de imagens (CAD)	Softwares ou programas de computação (CAD)	Fabricação (CAM)	Material odontológico restaurador	Tipos de próteses/produto final
Tipos	Intraoral (ambiente clínico)	Aberto	Usinagem Industrial	Metais (titânio, CoCr)	Unitárias (metalocerâmicas ou cerâmicas puras)
	Extraoral (ambiente laboratorial ou industrial)	Fechado	Usinagem Laboratorial	Cerâmicos (Dissilicato de Lítio, Zircônia/Y-ZTP, Feldspáticas reforçadas)	Parciais (metalocerâmicas, cerâmicas puras, metaloplásticas ou ambas)
			Tecnologias diferentes da usinagem (podem ser industrial ou laboratorial)	Acrílicos e ceras	Totais (metalocerâmicas, cerâmicas puras, metaloplásticas ou ambas)

FONTE: Bernardes

Tabela 02- Classificação

Classificações	Forma de escaneamento	Local para escaneamento	Tipo de escaneamento	Tecnologia ótica	Técnicas para escaneamento	Materiais a serem escaneados
Tipos	1. Intraoral	1. Clínica Odontológica	1. Por contato	1. Luz	1. Necessidade do uso de sprays sobre o material a ser escaneado	1. Troquel
	2. Extraoral, de bancada ou laboratorial	2. Central de escaneamento	2. Tecnologia ótica	2. Laser	2. Sem necessidade do uso de sprays sobre o material a ser escaneado	2. Modelo de gesso parcial
				3. Ambas		3. Modelo de gessototal
				4. Modelos de gessos com componentes para escaneamento sobreimplantes ou intermediários		
				5. Moldagens orais em moldeiras para impressão.		
				6. Dentes ou arcadentária dos pacientes		
				7. Componentes de escaneamento sobre implantes ou intermediários dentro da boca dos pacientes		

No caso do escaneamento extraoral, é realizada moldagem convencional e o modelo resultante é digitalizado com o *scanner* de mesa laboratorial. Durante este procedimento, podem ocorrer distorções decorrentes do processo de moldagem e/ou da expansão da cristalização do gesso durante a confecção do modelo.

Importante salientar que, o rápido avanço tecnológico, assim como a necessidade da digitalização de modelos intraorais, contribuiu para o desenvolvimento clínico do escaneamento intraoral, diminuindo o tempo total para aquisição do modelo do paciente. Atualmente, existem diversos sistemas de escaneamento intraoral comercializados no Brasil que, aos poucos, estão modificando a prática clínica e, conseqüentemente, melhorando a Odontologia.

Sendo assim, um modelo virtual tridimensional é obtido reproduzindo as estruturas anatômicas com precisão. Os métodos utilizados são válidos, confiáveis e reprodutíveis para obtenção de medidas dentais para fins de diagnóstico e reabilitações protéticas.

Contudo, erros ainda podem ocorrer durante esse procedimento em algumas situações clínicas, como presença de saliva, limitação de abertura bucal e posicionamentos dos dentes na arcada, o que pode contribuir para a imprecisão do modelo digital. Tais condições intrabucais dificultam a reflexão da luz, promovendo a imprecisão da técnica. Nestes casos, o uso de substâncias opacificadoras podem melhorar a fidelidade do modelo digital (CHILVARQUER, I et al, 2017)

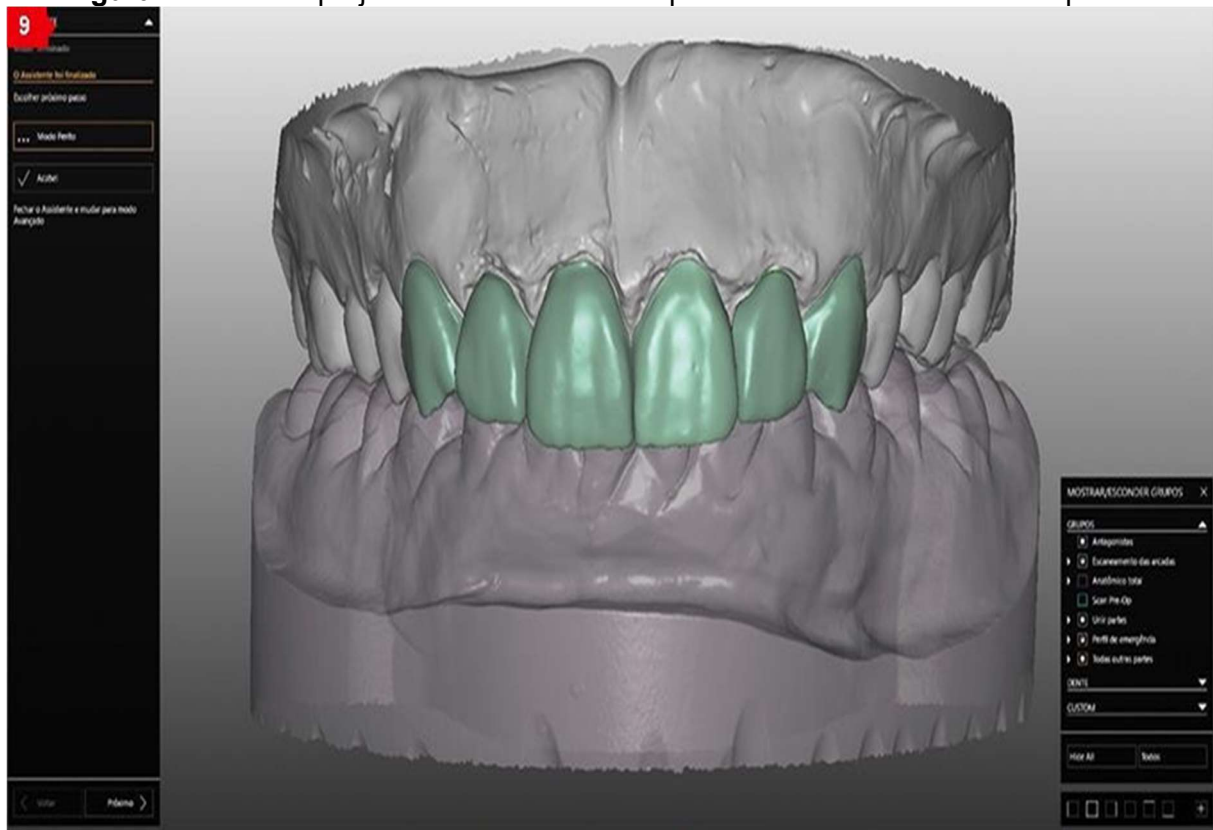
Para (CHILVARQUER, et al, 2017) o scanner intraoral pode ser dividido em duas unidades primárias; a unidade computacional, responsável pelo processamento dos dados adquiridos, e uma unidade operacional, composta pelo leitor ótico e por um monitor de controle de processamento que guia o profissional durante a obtenção das imagens.

Durante o procedimento de escaneamento, o profissional, por meio do leitor ótico, incide uma luz nas superfícies intraorais do paciente, que é refletida e capturada por um sensor que possui uma distância fixa e calcula o ângulo de reflexão de feixe luminoso incidente por um processo chamado de triangulação. Assim, digitalmente, são calculadas as distâncias entre as superfícies bucais analisadas, permitindo o registro tridimensional virtual da condição clínica do paciente. Esta técnica de moldagem ótica resulta em um modelo virtual direto com precisão média de 0,287 micrômetros.

Chilvarquer et al. (2017) reforça que após efetuada a digitalização do preparo dental, a imagem é transferida para um programa de desenho assistido por computador. Logo após esse procedimento, o operador pode então desenhar de forma virtual a estrutura protética. Eventualmente, e se necessário, pode ser realizado um enceramento, que é posteriormente digitalizado e tratado pelo *software*.

Costa (2017) aponta que nesta fase definem-se as linhas de acabamento, o espaçamento e a espessura da restauração a maquinar. Apesar da evolução dos programas de desenho das restaurações protéticas para uma concepção mais facilitada, sobretudo pela introdução do 3D e das bases de dados de estruturas protéticas, presume-se que o operador tenha alguns conhecimentos sobre

Figura 1 - Vista do projeto virtual com detalhe para anatomia e textura de superfície



Fonte: Bezerra 2017

No mercado atual da odontologia estão disponíveis versões com vários níveis de complexidade para a produção de abutments e próteses, produzidos por diferentes fabricantes, quase todos internacionais. Alguns pontos merecem destaque quando o assunto é seleção do software a ser adquirido. O primeiro ponto é em relação a reabilitação protética, usualmente, os *softwares* são comercializados em módulos que

podem ser básicos ou completos. Contudo, é fundamental alinhar as características deles com as demandas protéticas a serem produzidas. Por exemplo, um software pode estar apto a desenhar uma coroa protética, mas não uma estrutura de protocolo. Portanto, conhecer o que ele é ou não capaz de fazer antes de adquiri-lo é muito importante para evitar novos investimentos em curto prazo.

Outro ponto que merece destaque são os arquivos. Isso porque a grande maioria dos scanners intra e extraorais disponível atualmente gera arquivos do tipo STL (standard triangle language) e, desta forma, o software deve estar apto a ler este tipo de arquivo e trabalhar sobre ele (COSTA, 2019)

Contudo, há casos de arquivos com terminações específicas e que só podem ser lidos por softwares que os reconheçam. Desta forma, faz-se necessário avaliar o tipo de arquivo que será gerado na fase de digitalização do caso clínico e exportado para o software, certificando-se de que poderá ser lido corretamente.

Costa (2019) aponta outro ponto que são as Bibliotecas, ponto importante para definição do *software*. Esta característica faz total diferença para a eficiência produtiva com alta qualidade.

Como exemplo, se o profissional trabalha com determinada marca comercial de implantes, é fundamental que ela esteja disponível na biblioteca do *software*, caso contrário não será possível realizar os desenhos digitais dos *abutments* ou reabilitações protéticas corretamente (BEZERRA, 2017)

O autor supracitado aponta que é importante o profissional conhecer as marcas comerciais de implantes disponíveis no *software* que pretende adquirir, para garantir que não haverá dificuldades na realização das reabilitações protéticas. Essas bibliotecas são constantemente atualizadas para atender a um número crescente de profissionais que, por sua vez, também estão criando seus próprios bancos de dados

Para Castro (2017) outro fator importante está relacionado ao tipo de licença adquirida pelo profissional, pois existem empresas que demandam a renovação anual, o que gera custos adicionais aos usuários, enquanto outras não cobram por esta atualização. Dentro deste cenário, o profissional deverá se informar quanto ao valor do *software*, período de renovação e suporte técnico para estar bem assistido quando precisar esclarecer dúvidas técnicas, assim como ter acesso a novas ferramentas e bibliotecas que serão atualizadas constantemente

Bezerra (2017) aponta que, em qualquer área de conhecimento, existe uma curva de aprendizagem, até conseguir extrair o melhor de cada software. Neste

sentido, poder contar com um suporte técnico eficiente é fundamental para a alta produtividade e qualidade dos trabalhos desenhados pelo software. Para Bezerra (2017) o suporte técnico pode estar incluso no valor da licença ou ser contratado à parte, mas é de suma importância que o profissional seja assistido sempre que precisar de apoio para situações simples ou complexas.

Em relação aos materiais utilizados para a fresagem da estrutura protética, destacam-se os blocos pré-fabricados dos seguintes materiais: cerâmica de vidro reforçada com leucita, alumina reforçada com vidro, alumina densamente sinterizada, Y-TZP Zircônia (Yttrium-tetragonal zirconia polycrystal) com sinterização (parcial ou total), titânio, ligas preciosas, ligas não-preciosas e acrílicos de resistência reforçada.

Figura 02- Fresagem da estrutura protética



Fonte: https://www.dentalcadcam.de/media/catalog/category/Blocs_2.jpg acesso em 22-05-2022

De acordo com Liu (2008) a zircônia é a cerâmica mais resistente disponível para utilização em Odontologia. O material em si tem o potencial de permitir a construção de pontes em setores de altas tensões, ou seja, em zonas mais posteriores da boca, pois revela uma resistência à fratura muito alta, três a quatro

vezes superior à maior carga mastigatória. Costa (2017) aponta ainda que o CAM corresponde à parte do processo de produção dos projetos criados no CAD. Portanto, é através do CAM que os projetos virtuais se tornam físicos, o que denomina-se na odontologia de processos de manufatura, ou seja, a usinagem e a impressão 3D.

Quanto a usinagem, são utilizadas máquinas de usinagem de três a cinco eixos, conforme as geometrias da prótese a ser usinada (BERNARDES, 2017)

De acordo com o tipo de material e máquinas, essas usinagens podem acontecer com ou sem refrigeração líquida (líquidos de corte). É possível utilizar máquinas de usinagem de grande ou pequeno porte (inlabs). (Costa, 2017)

Na maioria das vezes, a usinagem é utilizada em casos de copings, coroas, abutments, barras, inlays/onlays etc. Já na confecção de modelos de trabalho ela é menos empregada, pois o tempo de produção em larga escala torna o processo inviável, apesar dos resultados de precisão serem muito bons.

A tecnologia CAD/CAM vem sendo aplicada a técnicas de implantes como guia cirúrgico. Os modelos cirúrgicos desenvolvidos com o sistema permitem a transferência do planejamento do *software* para o campo cirúrgico. O desenvolvimento das tecnologias e consequente aumento da utilização dos métodos de planejamento e produção resultam em grande número de sistemas no mercado (BERNARDES, 2012)

O autor ainda salienta que a osseointegração e a tecnologia virtual definiram um novo conceito de planejamento e confecção de reabilitações protéticas para pacientes com perdas dentárias, utilizando procedimentos menos mutiladores, mais previsíveis e com soluções mais próximas do ideal (BERNARDES, 2012)

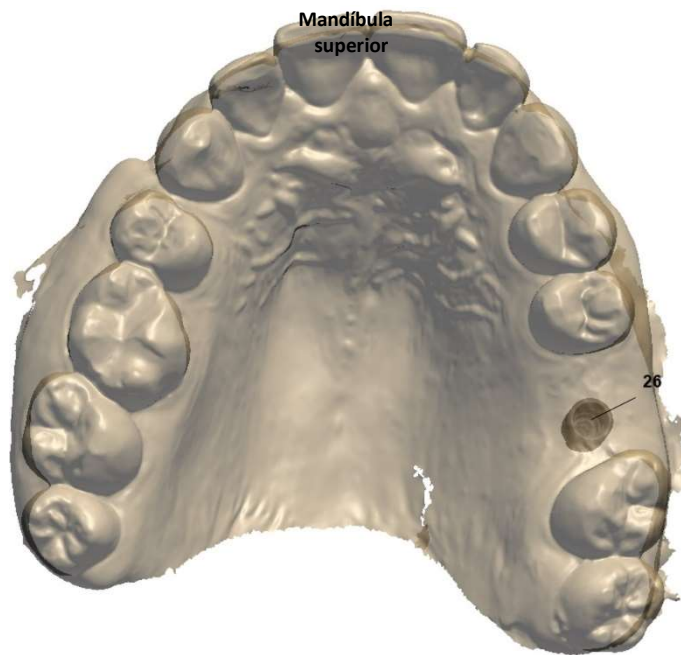
Pode-se afirmar que outras técnicas de tratamento têm sido introduzidas com o auxílio da tomografia computadorizada e da tecnologia CAD/CAM. O procedimento propriamente dito, permite ao especialista realizar um planejamento protéticos/cirúrgicos computadorizados tridimensionais e até mesmo cirurgias menos invasivas. Isso por conta do adequado posicionamento dos implantes, diminuição do desconforto pós-operatório e fabricação de estruturas protéticas mais precisas, rápidas e eficientes, até mesmo antes da cirurgia (COSTA, 2017)

Em relação aos software de planejamento virtual, estes podem ser importados para o computador arquivos Dicom, obtidos na tomografia e arquivos STL criados a partir do escaneamento dos modelos de gesso, com ou sem o enceramento


diagnóstico.

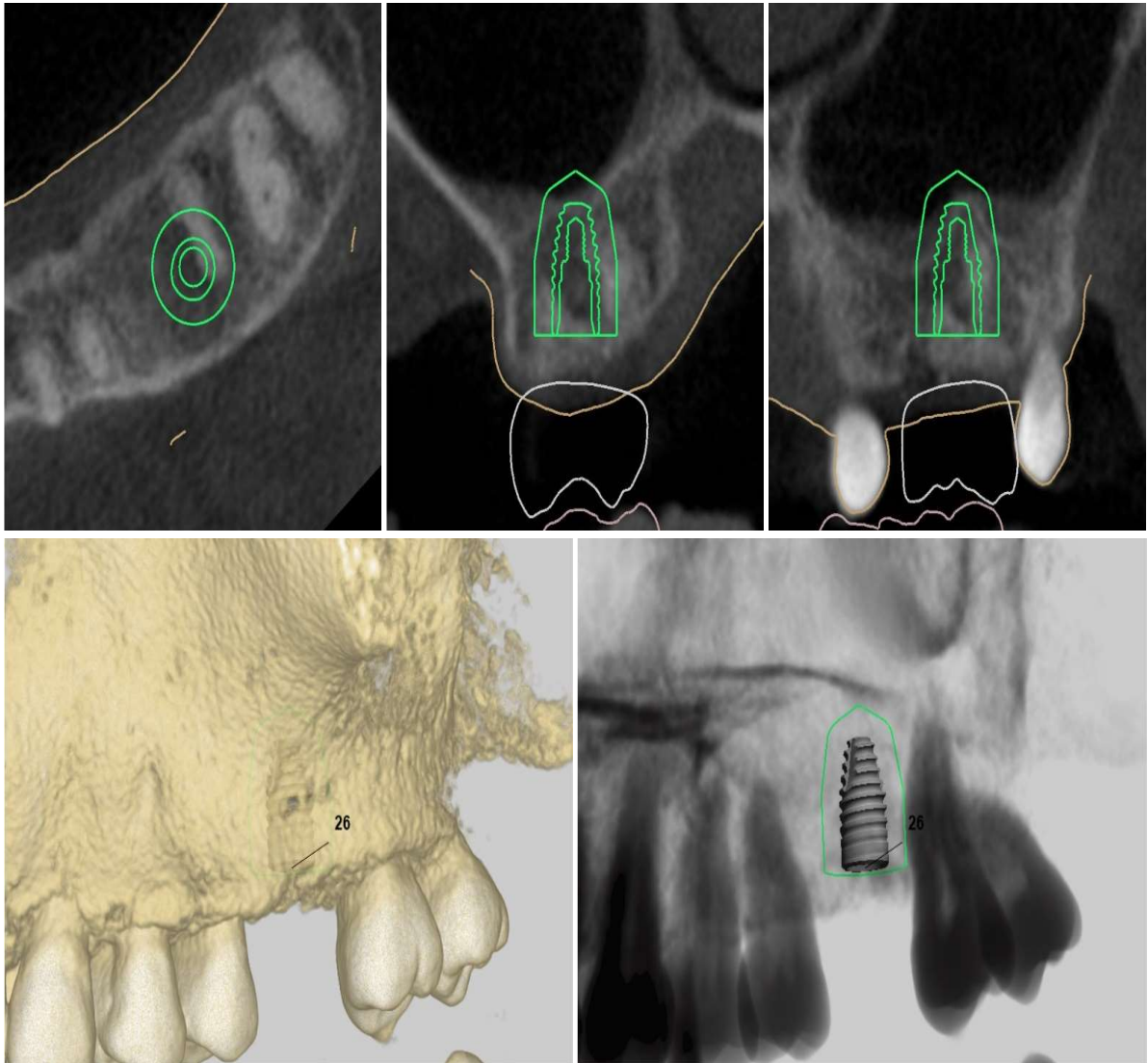
Com a sobreposição das imagens Dicom e STL no programa virtual, é possível realizar um planejamento tridimensional preciso do posicionamento do implante em relação ao osso alveolar remanescente e do dente a ser reabilitado. Definido o posicionamento dos implantes no programa, um desenho virtual do guia deve ser realizado e enviado para impressão 3D conforme pode ser observado na figura 03:

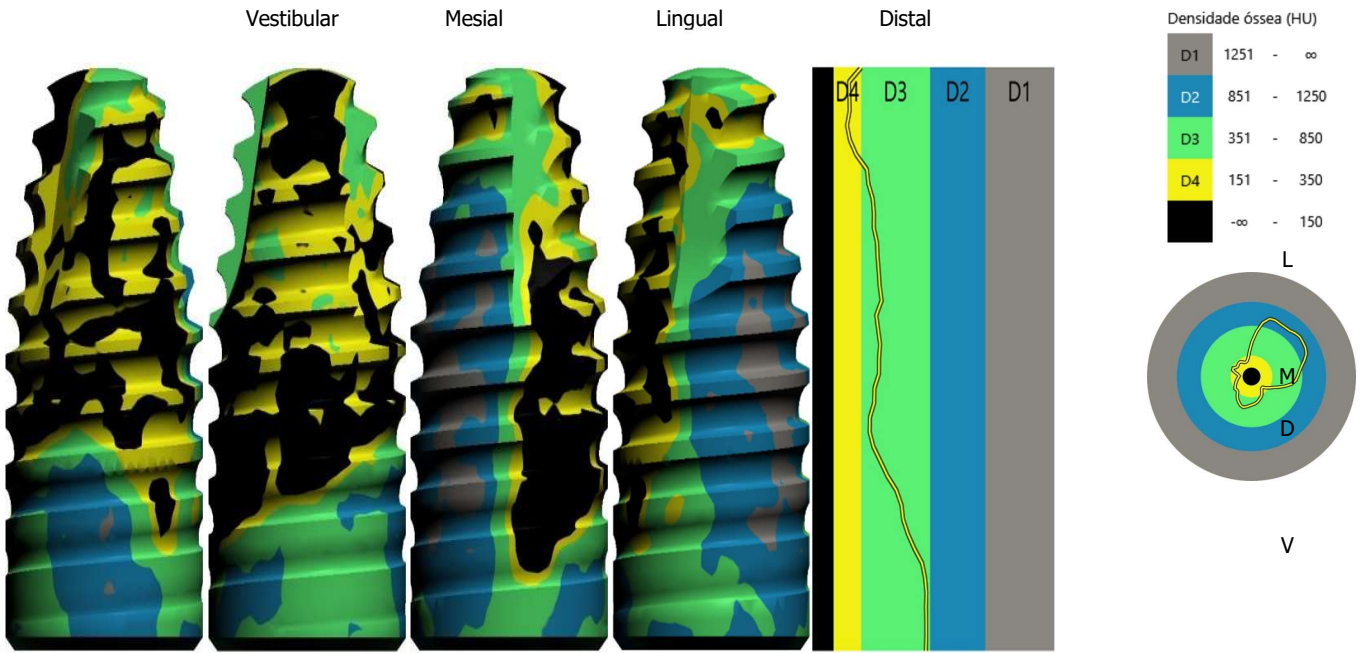
Figura 03- Planejamento para Implante



Informação do implante	
Posição do implante (FDI)	26
Fabricante	Straumann
Tipo	BLT, Ø 4.1 mm RC, SLActive® 8 mm, Roxolid®, Loxim®
Número do pedido	021.5308
Comprimento, mm	8
Diâmetro (Ø), mm	4,1
Cor	Red

Implante Informação		
Posição do implante (FDI)	26	
Fabricante	Straumann	
Tipo	BLT, Ø 4.1 mm RC, SLActive® 8 mm, Roxolid®, Loxim®	
Número do pedido	021.5308	
Comprimento, mm	8	
Diâmetro (Ø), mm	4,1	
Cor	Red	
Zona de segurança - distância apical	2,0	
Zona de segurança - distância radial	1,5	



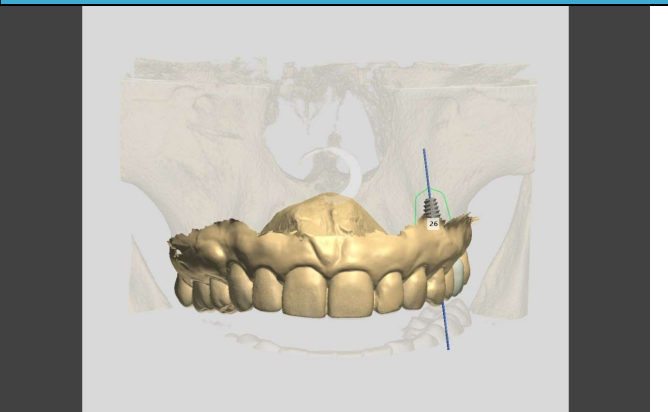


Comentário 1:



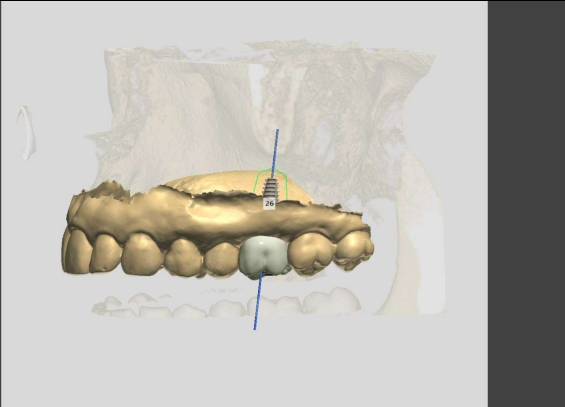
Visão 3D oclusal

Comentário 2:



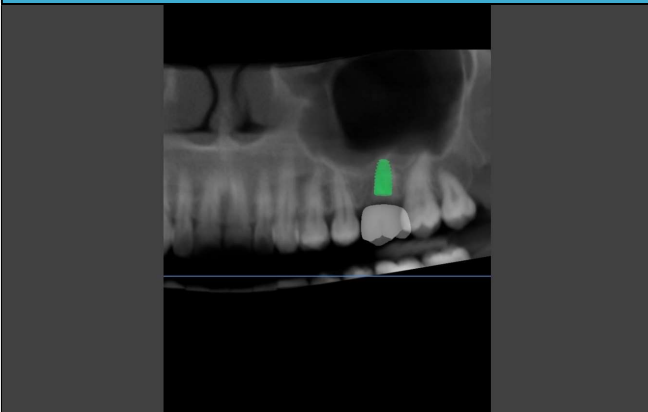
Visão 3D frontal

Comentário 3:



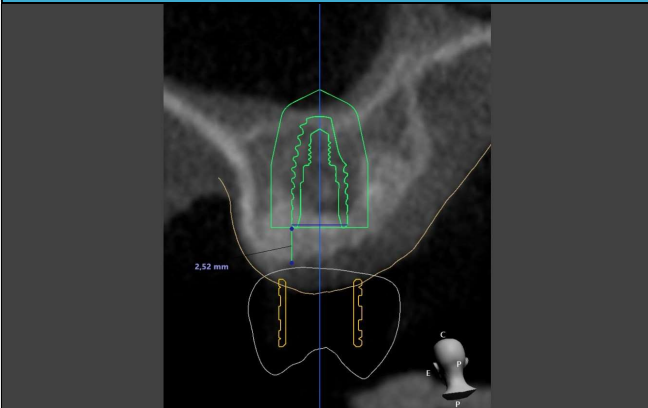
Visão 3D lateral

Comentário 4:

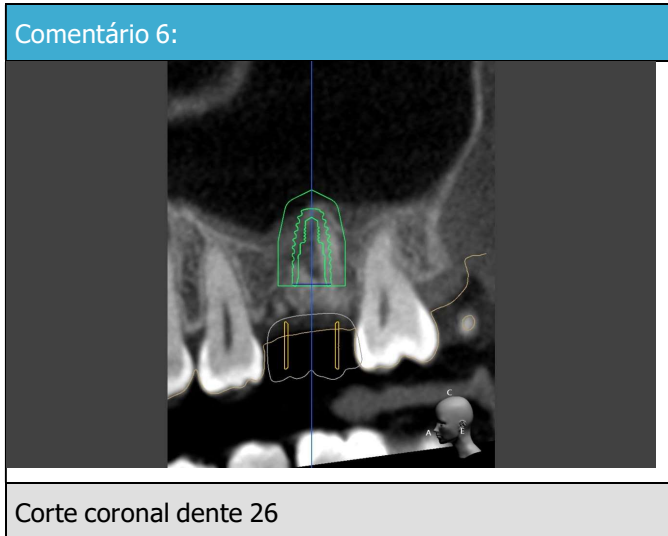


Reconstrução Panorâmica

Comentário 5:



Corte sagital dente 26



Fonte: arquivo pessoal 2022

2.3 Limitações da tecnologia CAD/CAM

Importante salientar que dentro do cenário odontológico, os sistemas CAD/CAM clínicos ou laboratoriais possuem algumas limitações e fatores que podem afetar a precisão da adaptação. Correia (2016) cita a primeira limitação de uso de alguns softwares usados para desenho das restaurações, assim como limitações do hardware utilizado, como câmera, o equipamento de escaneamento e as máquinas de usinagem (CORREIA, 2016)

O autor supracitado informa também que, alguns sistemas, que utilizam o escaneamento por contato apresentam má qualidade de imagem gerada e não são capazes de reproduzir adequadamente superfícies retentivas proximais com menos de 2,5 mm de largura e com mais de 0,5 mm de profundidade (CORREIA, 2016)

O material que será escaneado (modelo de gesso, material de moldagem ou a arcada dentária) pode apresentar vantagens e limitações de acordo com o processo escolhido. Os preparos subgingivais dificilmente são digitalizados com a tecnologia disponível nos dias de hoje em processos de escaneamento intraoral. Para este tipo de preparo (subgingival), o escaneamento de moldagens ou do modelo em gesso deve ser a primeira opção (CHILVARQUER, 2017)

O escaneamento de implantes e componentes apresentam grande eficácia, pois 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. (BERNARDES, 2012)

Contudo, é importante destacar que em alguns casos, existe a necessidade do uso de produtos (sprays) que reflitam a luz emitida e capturada pelos scanners, com o objetivo de gerar a imagem CAD. Estes sprays podem resultar em uma fina camada que pode gerar desadaptação da restauração final (CHILVARQUER, 2017).

Porém, alguns sistemas que utilizam o escaneamento por contato, apresentam má qualidade da imagem gerada e não são capazes de reproduzir de maneira adequada, superfícies retentivas proximais com menos de 2,5 mm de largura e com mais 0,5 mm de profundidade (BERNARDES, 2012)

Dentre as limitações do uso de CAD CAM são os preparos com término em lâmina de faca, presença de sulcos retentivos profundos e morfologia oclusal complexa também não são recomendados. Para Chilvarquer (2017) o procedimento não é 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 (BERNARDES, 2012).

Para Costa (2017) alguns preparos de dentes para escaneamento e aplicação de tecnologia CAD/CAM exigem preparos nítidos e arredondados, devendo-se seguir as recomendações dos fabricantes. Isso, porque o tamanho da fresa que uma máquina de usinagem usa para fabricar uma peça, deve ser compatível com a broca que o dentista usa para preparar o dente em boca.

Desta maneira, um problema adicional nas restaurações usinadas cerâmicas é que a broca para o corte interno pode possuir maior diâmetro que partes do preparo dentário como, por exemplo, a margem incisal, o que resultaria em desajustes internos maiores que os obtidos por outros métodos de fabricação. Também devemos ressaltar a necessidade de investimento em treinamento de pessoal e material (BERNARDES, 2012).

Como em qualquer técnica, o fator humano também é decisivo em processos CAD/CAM. Por exemplo, pode-se alterar o espaço interno para cimentação em muitos softwares para desenho de próteses (BERNARDES, 2012).

Recomenda-se que este parâmetro seja variável, pois dependendo da restauração, material restaurador e do tipo de preparo, este espaço deve ser maior ou menor

3 O CAD CAM e as próteses dentárias

Dentre as discussões encontradas nas literaturas, verifica-se que o trabalho laboratorial não é tão artesanal quanto era há alguns anos atrás, mas sim um trabalho automatizado.

Conforme apresenta De Luca (2017) a fabricação de próteses dentárias é uma obra de arte. O dentista é responsável pelo resultado estético desde o momento da fabricação bem como em manter a qualidade ao longo dos anos.

O CAD ou o desenho realizado pelo computador teve sua origem depois do desenvolvimento de programas ou softwares de computadores, bem como o hardware ou a máquina propriamente dita. Atualmente, grande parte da população tem acesso e está habituada à tecnologia virtual, trabalhando com arquivos computacionais ao invés de objetos reais. (Maclaren 2015)

Raigrodski (2019) salienta que a fabricação de diversos produtos industrializados já é realizada com auxílio da tecnologia CAD/CAM. Pode-se afirmar que na década de 70, a aplicação desta técnica vem sendo sugerida na clínica odontológica com o objetivo de simplificar, automatizar e garantir níveis de qualidade com adaptações micrométricas das nossas próteses dentárias.

A moldagem dos arcos dentais é um procedimento clínico importante para o diagnóstico e para o planejamento terapêutico. Atualmente, esta técnica está sendo gradualmente substituída pelo procedimento de escaneamento ótico das superfícies intraorais (VOLPATO, 2014)

Verificou-se em Wildgosse (2014) que essa especialidade odontológica altamente complexa afinal, envolve diferentes profissionais, tais como: dentista e técnico em prótese dentária/TPD, diversos tipos de processamentos, materiais restauradores, indicações e necessidades, associados ao nível de exigência clínica em relação à adaptação, passividade, estética, suporte, restabelecimento da função com harmonia fisiológica e qualidade macro e micrométrica da prótese dentária.

CHILVARQUER (2017) salienta que atualmente, a qualidade dos preparos é o fator mais importante para a qualidade final das restaurações realizadas com CAD/CAM, independentemente do sistema. Para o autor, desde a introdução do CAD/CAM na Odontologia no final dos anos 1980, diversos paradigmas têm sido rompidos na rotina clínica e nos laboratórios.

Castro (2017) diz que o desenvolvimento estratégico das técnicas de CAD/CAM inclui a automação dos processos e a otimização da qualidade das restaurações, utilizando materiais biocompatíveis e cerâmica de “alta performance”, como dissilicato de lítio, híbridos de resina com cerâmica, silicato de lítio reforçado por zircônia, zircônia translúcida, entre outros. Estudos recentes demonstram a precisão e praticidade obtidas através desta tecnologia, quando comparada ao método analógico ou convencional.

Bezerra (2017) afirma que com os sistemas CAD/CAM as falhas e desvantagens são praticamente eliminadas, o que é considerado um benefício do sistema. Uma grande vantagem é a possibilidade de alteração da restauração usando o programa de desenho no sistema. Mesmo se uma grande discrepância marginal for produzida, isso pode ser resolvido através da modificação no programa.

Dentro deste cenário destaca-se que a excelência de resultados não nasce dos equipamentos e softwares, e sim de uma Odontologia praticada com rigor técnico e baseada em evidências científicas, utilizando estes recursos como um meio e não como um fim em si.

Costa (2019) acredita que scanners, softwares e impressoras 3D irão compensar deficiências técnicas na Odontologia convencional. Pelo contrário, atualmente estas tecnologias apresentam limites relacionados aos recursos presentes nos softwares (CAD) e processos produtivos (CAM) que limitam a sua atuação em casos de alta complexidade, como preparos mal executados ou implantes com posicionamento inadequado.

O recente foco em consultórios dos sistemas CAD/CAM está em contínua evolução tanto nos processos de scanner intraorais como o software e restaurações. A facilidade de eficiência de utilização, precisão no processo, resultados e variedades de aplicações clínicas contribuem de maneira significativa, com isso os sistemas continuarão a expandir-se com cada vez mais inovações para aplicação em odontologia.

Para tanto, e dentro desse contexto, não se pode negar que, com o surgimento da tecnologia CAD/CAM, mudou a realidade do cenário odontológico, principalmente a dos consultórios odontológicos e seus profissionais que buscam por inovações para melhor atender seus pacientes. É importante salientar que as novas gerações de profissionais poderão realizar protocolos cirúrgicos, ou seja, reabilitações protéticas com mais excelência e funcionalidade.

Importante também salientar que de acordo com Bezerra (2017) que a excelência dos resultados, não nascerá apenas do uso dos *softwares*, mas sim, de um bom planejamento em relação a utilização das próteses e, principalmente, baseada em evidências científicas, utilizando estes recursos como um meio e não como um fim em si.

3. CONCLUSÃO

O cenário tecnológico atual, vem exigindo da odontologia alguns padrões de qualidade superiores aos normalmente usuais. Para tanto, os profissionais da odontologia devem buscar por, além da funcionalidade e estética, qualidade e resultados imediatos.

Sendo assim, conforme verificou-se nas literaturas estudadas que dentre as tecnologias digitais mais avançadas que existem na atualidade, está o sistema CAD/CAM que apresenta-se como uma excelente alternativa aos profissionais da área odontológica, uma vez que é capaz de produzir restaurações protéticas de alta qualidade, apresentando resultados mais do que esperado.

Pode-se afirmar e até mesmo considerar que a automatização do CAD CAM implica em menor tempo clínico e facilidade na produção de próteses dentárias. As possibilidades de restaurações disponíveis são grandes, bem como a variedade de novos materiais e alta resistência dos mesmos para a realização dos procedimentos.

Importante destacar que, os procedimentos para a realização da prótese devem ser controlados para a correta conclusão de um trabalho eficiente e de acordo com o que o paciente espera.

Portanto, a revolução gerada pelo universo digital, dentro da odontologia, tem demonstrado uma grande evolução, com possibilidades de ampliação de horizontes e, principalmente, a quebra de barreiras que até então impediam de o paciente ter um sorriso harmônico.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDES, SR et al. **Tecnologia CAD/CAM aplicada a prótese dentária e sobre implantes: o que é, como funciona, vantagens e limitações.** Jornal ILAPEO, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 8-13, jan. 2012.

BEZERRA, FJB et al. **Softwares: os cérebros da Odontologia Digital.** Rev Prótese News, n .4, v .5, p. 516-24, 2017.

CHILVARQUER, I et al. **Escaneamento intraoral: mudança de paradigma na odontologia contemporânea.** Rev Prótese News, v. 4, n. 5, p. 526-9, 2017.

CORREIA, ARM et al. **CAD-CAM: informática a serviço da prótese fixa.** Rev de Odontologia da UNESP, v. 38, n. 2, p. 183-89, fev. 2016.

COSTA, F et al. **Tecnologia CAD/CAM na prótese dentária.** Rev Prótese News, v. 4, n. 5, p. 532-6, 2017.

DE LUCA, JU et al. **Uso do scanner intraoral na prática clínica.** Rev Prótese News, v. 4, n. 5, p. 546-52, 2017.

DINATO, JC et al. **Cirurgia guiada no planejamento protético.** Rev Prótese News, v. 4, n. 5, p. 588-601, 2017.

DURET, F et al. **CAD-CAM in dentistry.** J Am Dent Assoc, v. 117, n. 6, p. 715-20, 1988.

FRANCISCHONE, C. E, CARVALHO P.S.P. Prótese sobre implantes: planejamento, previsibilidade e estética. São Paulo: Santos; 2009. 289p.

FRANCISCHONE, C.E, NETO, A.M. Bases clínicas e biológicas na implantologia. São Paulo: Santos; 2009. 256p.

LIU, PR. A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compendium*, v. 26, n. 7, p. 507-16, jul. 2005.

LIU, PR et al. Panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compend Contin Educ Dent*, v. 26, n. 7, p. 507-8, jul. 2008.

MCLAREN, EA et al. **Zirconia-based ceramics: material properties, esthetics, and layering techniques of a new veneering porcelain, VM9.** *Quintessence Dent Technol*, v. 28, p. 99-111, 2015.

MORMANN, WH. The origin of the Cerec method: a personal review of the first 5 years. *Int J Comput Dent*, v. 7, n. 1, p. 11-24, 2004.

RAIGRODSKI, AJ. **Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: a review of the literature.** *J Prosthet Dent*, v. 92, n. 6, p.557-62, dez. 2019.

VOLPATO, CAM et al. Ceramic materials and color in dentistry. *Ceramic Materials*, p. 155-74, 2010.

WILDGOOSE, DG et al. Glass/ceramic/refractory techniques, their development and introduction into dentistry: A historical literature review. *J Prosthet Dent*, v. 91, n.1, p. 36-43, 2014.

WITKOWSKI, S. (CAD-)/CAM in dental technology. *Quintessence DentTechnol*, v. 28, p. 169-84, fev. 2005.