

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIGUAIACÁ  
GRADUAÇÃO DE ODONTOLOGIA**

**JOÃO VITOR FIORENTIN DE LIMA**

**ODONTOLOGIA DIGITAL: O USO DA TECNOLOGIA CAD/CAM EM  
FAVOR DA MELHOR CONDUTA CLÍNICA**

**GUARAPUAVA**

**2023**

**JOÃO VITOR FIORENTIN DE LIMA**

**ODONTOLOGIA DIGITAL: O USO DA TECNOLOGIA CAD/CAM EM  
FAVOR DA MELHOR CONODUTA CLÍNICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito para obtenção do título de Cirurgião Dentista pelo Centro Universitário Uniguairacá de Guarapuava.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Ms.<sup>a</sup> Ana Paula Prestes Virmond Traiano.

**GUARAPUAVA**

**2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço imensamente a Deus, pela minha vida, por possibilitar as conquistas e superação dos obstáculos que me foram impostos nessa jornada, dando-me as oportunidades de buscar o conhecimento e o crescimento todos os dias, tanto profissional quanto pessoal.

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso também contou com o apoio de diversas pessoas que estiveram comigo sempre, as quais agradeço:

Agradeço à minha Mãe, Silvânia, que sempre se consolidou como a fonte de inspiração e a base sólida e constante de minha busca pelo sucesso e pela realização profissional, desde o princípio de minha vida.

A toda minha família, em especial a minha avó, Graciosa, que sempre orou e me acompanhou em pensamento, mesmo que distante, e a minha Tia, Tânia, que sempre ofereceu as melhores palavras de apoio.

Aos meus amigos, em especial, minha melhor amiga, Janaina, que sempre estive por perto deixando todos os meus dias melhores.

A minha orientadora, Ana Paula, que me apresentou a esse tema da forma mais acolhedora possível, sempre me fazendo acreditar nas minhas ideias e me ajudando a ver oportunidades únicas, que hoje se constituem no propósito da minha profissão.

Aos meus professores, por toda a dedicação e os fundamentais conhecimentos para o auxílio da formação como cirurgião-dentista, sendo exemplos de profissionalismo e caráter dentro da odontologia.

Por fim, não poderia deixar de agradecer aos meus colegas de trabalho, os quais tenho o prazer de compartilhar o dia-a-dia, trocar conhecimentos e evoluir constantemente.

## RESUMO

de Lima, J.V.F. **Odontologia digital: O uso da tecnologia CAD/CAM em favor da melhor conduta clínica.** [Trabalho de Conclusão de Curso]. Guarapuava: Centro Universitário UniGuairacá; 2023.

Um ótimo tratamento odontológico sempre estará associado a um ótimo planejamento. Os cirurgiões-dentistas devem ter plena capacidade de oferecer aos seus pacientes a confiança, transparência e previsibilidade no decorrer dos atendimentos. A Radiologia, por meio dos seus diversos exames de imagem, é imprescindível e garante inúmeros meios para diagnóstico, planejamento e execução de cada caso. Aliado a isso, o grande desenvolvimento tecnológico observado nos últimos 50 anos contribuiu para a criação de novos fluxos de trabalho nas mais diversas áreas que vêm se aprimorando desde então. Com isso, atualmente existem inúmeras possibilidades para que o Odontólogo integre o seu atendimento com os meios digitais. O objetivo deste trabalho foi avaliar a atuação da tecnologia aliada ao tratamento odontológico, tornando-se cada vez mais importante o conhecimento do cirurgião-dentista sobre as aplicações da odontologia digital e como ela pode ser utilizada no dia-a-dia nas diferentes especialidades odontológicas, utilizando como metodologia uma revisão de literatura de artigos dos últimos 5 anos aliada às seguintes especialidades: Prótese, Dentística Restauradora, Periodontia, Implantodontia, Endodontia, Cirurgia Oral Menor e Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial e Disfunção temporo-mandibular. Apresentando como considerações finais a prioridade nas melhorias no diagnóstico e o uso do planejamento reverso, contribuindo para o ganho de qualidade e agilidade nos tratamentos odontológicos, gerando mais rentabilidade para o cirurgião-dentista e maior satisfação para os pacientes.

**Palavras-chave:** Odontologia. Planejamento. Fluxo digital. CAD/CAM.

## ABSTRACT

de Lima, J.V.F. **Digital dentistry: The use of the CAD/CAM technology in favor of better clinical conduct.** [Trabalho de Conclusão de Curso]. Guarapuava: Centro Universitário UniGuairacá; 2023.

Great dental treatment will always be associated with great planning. Dentists must be fully capable of offering their patients confidence, transparency and predictability during the course of treatment. Radiology, through its various imaging exams, is essential and guarantees numerous means for diagnosis, planning and execution of each case. Allied to this, the great technological development observed in the last 50 years has contributed to the creation of new workflows in the most diverse areas that have been improving since then. As a result, there are currently numerous possibilities for dentists to integrate their care with digital means. It becomes increasingly important for dentists to know about the applications of digital dentistry and how it can be used on a daily basis in different dental specialties. Therefore, the current state of the art of Digital Dentistry will be presented, combined with the following specialties: Prosthesis, Restorative Dentistry, Periodontics, Implantology, Endodontics, Minor Oral Surgery and Oral and Maxillofacial Surgery and Traumatology, always prioritizing improvements in diagnosis and the use of reverse planning, contributing to the gain in quality and agility in dental treatments, generating more profitability for the dental surgeon and greater satisfaction for patients.

**Palavras-chave:** Dentistry. Planning. Workflow. CAD-CAM.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAI	<i>Computer Aided Image</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
DSD	<i>Digital Smile Design</i>
DSLR	<i>Digital single lens reflex</i>
IOS	<i>Intraoral scanner</i>
TC	Tomografia computadorizada
TCFC	Tomografia Computadorizada de feixe cônico

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>08</b>
<b>2. PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>09</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
3.1. HISTÓRICO DA ODONTOLOGIA DIGITAL.....	10
3.2. TECNOLOGIA CAI/CAD/CAM.....	11
3.2.1 CAI ( <i>COMPUTER AIDED IMAGE</i> ).....	11
3.2.2 CAD ( <i>COMPUTER AIDED DESIGN</i> ).....	13
3.2.3 CAM ( <i>COMPUTER AIDED MANUFACTURE</i> ).....	13
3.3 APLICAÇÕES NAS ESPECIALIDADES.....	14
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>19</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>20</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O design assistido por computador (CAD) e a fabricação assistida por computador (CAM), cresceram em utilidade e popularidade na odontologia nos últimos 25 anos. Com isso, a imagiologia na odontologia tem apresentado um rápido avanço tecnológico que confere mais agilidade e previsibilidade aos tratamentos (DAVIDOWICZ; KOTICK, 2011). Atualmente, através das diferentes formas de arquivos digitais, os cirurgiões-dentistas podem planejar, simular e desenvolver tratamentos de forma totalmente digitalizada (VANDENBERGHE, 2018).

Como uma das principais inovações, podemos citar o início da obtenção de imagens tridimensionais de forma digital, que vem contribuindo para o aumento da precisão das opções protéticas convencionais e também permite o estudo de várias estratégias de tratamento para fazer uso da tecnologia CAD/CAM nas diferentes especialidades (KIM; PARK; SHIM, 2018). Contudo, a implementação de tecnologias digitais nos currículos odontológicos na atualidade atingiu níveis diferentes de alcance e aproveitamento, dependendo principalmente dos recursos locais. Com isso, um dos maiores desafios na digitalização odontológica é a capacidade de ajuste e adaptação aos desenvolvimentos da tecnologia e aplicação à prática clínica (FERNANDEZ; NIMO; BEHAR-HORENSTEIN, 2016).

Tendo isso em vista, é evidente a necessidade da integração da odontologia digital aos currículos odontológicos e a criação de conteúdos para que o profissional se sinta apto a utilizar seus recursos dentro das diferentes práticas clínicas, aliando uma curva constante de aprendizado e crescimento com o melhor que a tecnologia pode oferecer.

Essa pesquisa objetiva a exposição de informações que auxiliem a inserção do cirurgião-dentista ao uso da tecnologia CAD/CAM nas especialidades odontológicas, contribuindo para melhorias na precisão e agilidade dos tratamentos odontológicos, bem como o emprego de técnicas proporcionadas pela odontologia digital que garantam mais rentabilidade, previsibilidade e uma maior satisfação dos pacientes.

## **2. PROPOSIÇÃO**

O presente estudo tem como propósito a revisão de literatura em bibliotecas científicas como PubMed® e Scielo® sobre os diferentes usos atuais da tecnologia CAD/CAM nas especialidades odontológicas a fim de promover o conhecimento dos cirurgiões-dentistas e acadêmicos sobre os principais softwares, equipamentos e formas de trabalho disponibilizados pela odontologia digital, promovendo mais qualidade, precisão e rentabilidade aos tratamentos odontológicos.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 HISTÓRICO DA ODONTOLOGIA DIGITAL

Diferentes fontes buscam explicar as origens e os primeiros usos da tecnologia CAD/CAM na odontologia. No entanto, o cientista da computação americano Dr. Patrick J. Hanratty é considerado o Pai dessa inovação por ter desenvolvido, em 1957, a primeira manufatura assistida por computador, nomeada como “Pronto” (GOODACRE *et al.*, 2012). Em 1971, anos após esse feito, Dr. François Duret fabricou a primeira coroa a partir da impressão óptica de um dente pilar utilizando uma máquina de corte numérico (DURET; PRESTON, 1991).

Vistas as possíveis aplicações e vantagens do uso da tecnologia CAD/CAM na odontologia, em 1985 Mormann introduziu o primeiro sistema projetado para uso comercial, denominado CEREC (MORMANN *et al.*, 1989). A evolução das tecnologias e da informática ao longo do tempo elevou o CEREC a um programa de design tridimensional. Dessa forma, o mesmo tornou-se mais intuitivo e fácil de utilizar, pois garantiu a visualização direta dos planejamentos, melhorando a qualidade e os fluxos de trabalho, garantindo a popularização do seu uso em consultório (SANNINO *et al.*, 2015).

Na odontologia, a tecnologia CAD/CAM foi aprimorada para solucionar 3 desafios principais: garantir resistência às restaurações, principalmente nos dentes posteriores, garantir aparências mais próximas ao natural e tornar os procedimentos mais precisos, ágeis e simplificados (DAVIDOWICZ; KOTICK, 2011). Um dos avanços mais importantes que possibilitou a difusão do fluxo digital na odontologia foi o desenvolvimento dos scanners intraorais (IOS). A possibilidade da digitalização de arcadas dentárias com base em uma impressão ótica introduziu o paciente ao uso da tecnologia CAD/CAM (SUESE, 2019). A qualidade e a precisão do produto foram drasticamente aprimoradas nos últimos anos. Atualmente, existem mais de 20 modelos de scanners intraorais comercializados mundialmente (ZIMMERMANN; ENDER; MEHL, 2020).

### 3.2 TECNOLOGIA CAI/CAD/CAM

As diversas formas de aquisição de imagens, planejamentos e procedimentos disponíveis na odontologia digital atualmente podem se basear na separação dos arquivos digitais em três siglas: CAI, CAD E CAM:

#### 3.2.1 CAI (*Computer aided image*)

A aquisição de dados digitalizados do paciente, como informações clínicas e arquivos de imagem (DICOM, JPEG, STL, PLY, e OBJ) formam um conjunto que pode ser denominado como paciente digital (VANDENBERGHE, 2018). Nos anos noventa, a tomografia computadorizada (TC) começou a ser utilizada para simulações e planejamentos virtuais para implante. Essa abordagem mostrou ser muito eficaz para a diminuição das complicações do tratamento (VERSTREKEN *et al.*, 1996). Com isso, a TC possibilitou impressões tridimensionais digitalizadas e a cirurgia guiada de implantes, tornando-se uma ferramenta precisa que vem sendo adotada desde então (LANIS; ÁLVARES, 2015).

<b>Extensão de arquivo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Usos</b>
<b>DICOM (.DCM)</b>	Sigla para “ <i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i> ”. Especifica um formato para criação e armazenamento de imagens médicas digitais de forma segura e padronizada mundialmente.	Arquivo padrão para fins de diagnóstico por imagem na radiologia digital.
<b>JPEG OU JPG</b>	Formato padrão para arquivos de imagem digitais baseados em pixels.	Documentações, diagnóstico e planejamento.
<b>STL</b>	Sigla para “ <i>Standard Triangle Language</i> ” ou “ <i>Standard Tessellation Language</i> ”. Formato de arquivo que reproduz as estruturas através de uma matriz de triângulos tridimensional.	Documentação, diagnóstico e fluxo digital baseado na tecnologia CAD/CAM.

Fonte: (KAMIO *et al.*, 2020)

Atualmente, os meios utilizados para a aquisição de imagens CAI são: O tomógrafo de feixe cônico, fornecendo arquivos DICOM (BJELICA *et al.*, 2022), câmeras digitais single lens reflex (DSLR), fornecendo os arquivos JPEG ou JPG (STANLEY *et al.*, 2018) e scanners intraorais (IOS), fornecendo os arquivos STL, PLY e OBJ (MANGANO *et al.*, 2017).

No tomógrafo de feixe cônico, uma série de reações físicas baseadas na emissão de raios X nos fornece como produto final o arquivo DICOM. Os raios X são gerados em um tubo contendo dois eletrodos de cargas opostas separados por vácuo. A alta tensão entre esses componentes libera elétrons que são direcionados, formando um feixe em forma de cone, que nomeia o aparelho (PAUWELS *et al.*, 2015). Aliado a isso, nos últimos anos, o desenvolvimento da tomografia computadorizada de alta resolução vem aprimorando consideravelmente a qualidade da imagem e a assertividade dos diagnósticos, principalmente no que se refere ao aumento da matriz de voxels e das técnicas de redução de artefatos (REUETTERS *et al.*, 2022).

As fotografias sempre foram grandes aliadas para os cirurgiões-dentistas para fins de documentações, diagnósticos e planejamentos. Por meio delas, é possível reconhecer padrões, analisar o rosto do paciente e proporcionar restaurações que se aproximem cada vez mais da estética ideal para cada paciente (COACHMAN, 2016). Apesar do uso da fotografia estar diminuindo devido aos novos arquivos de imagem disponíveis, ainda sim a técnica permanece fácil e acessível, permitindo interrupções mínimas no fluxo de trabalho do consultório (KALPANA *et al.*, 2018). As principais vantagens do uso da fotografia odontológica digital são: o diagnóstico e planejamento, a melhor comunicação com o paciente e com laboratórios, a documentação legal, a possibilidade do uso no *marketing* e aperfeiçoamento das condutas clínicas (BENGEL, 2006).

Com os primeiros relatos de uso do CAD/CAM na odontologia, a necessidade de tecnologias tridimensionais para digitalizações de arcadas levou ao desenvolvimento e ao aumento do uso de scanners intraorais (ASWANI *et al.*, 2020). A possibilidade de análise e design digital proporcionada pelos IOSs acentuou a precisão das opções protéticas convencionais e também permitiu o planejamento virtual das condutas clínicas. Com isso, o escaneamento digital intraoral pode ser

utilizado como uma técnica mais rápida e conveniente, provendo mais agilidade, conforto e qualidade, tanto para o cirurgião-dentista quanto para o paciente (KIM; PARK; SHIM, 2018).

Através dos arquivos resultantes, torna-se possível o trabalho de forma integrada no fluxo digital tanto no laboratório de prótese quanto no consultório odontológico, resultando em inlays, onlays, laminados, coroas, próteses fixas, pilares de implantes, reconstrução total de arcadas e até mesmo procedimentos mais complexos (DAVIDOWICZ; KOTICK, 2011).

### 3.2.2 CAD (*Computer aided design*)

O planejamento do caso assistido por computador a partir dos arquivos do CAI formam o conjunto conhecido como paciente virtual, obtido através da etapa CAD (VANDENBERGHE, 2018). As tecnologias de design e manufatura do CAD-CAM eliminaram etapas antes analógicas e que permitiam falhas e desperdícios de materiais. Atualmente contamos com produções digitais, levando a uma maior precisão e menor custo em comparação com as técnicas convencionais (MIYAZAKI *et al*, 2009). Além disso os materiais cerâmicos utilizados estão evoluindo fortemente com cada vez mais evidências de desenvolvimento de materiais e de estudos clínicos de longo prazo (LI; CHOW; MATINLINNA, 2014).

### 3.2.3 CAM (*Computer aided manufacture*)

O uso de manufaturas projetadas pelo CAD com o uso de impressoras 3D e fresadoras constituem, dessa forma, o conjunto conhecido como paciente real, obtido através da etapa de manufatura ou produção conhecida como CAM (VANDENBERGHE; 2018). Para isso, podem ser usadas as fresadoras e impressoras 3D, que diferem no seu método de reprodução das estruturas projetadas: enquanto as fresadoras retiram material de um bloco pré-fabricado, as impressoras 3D adicionam material para a criação das estruturas. (TIAN *et al*, 2021).

### 3.3 APLICAÇÕES NAS ESPECIALIDADES

Na dentística, uma técnica introduzida pelo CAD/CAM que vale ser citada é o Digital Smile Design (DSD), idealizado pelo brasileiro Christian Coachman, que consiste no uso de softwares especializados, como Photoshop e até mesmo PowerPoint para criar um modelo 3D dos dentes e gengivas do paciente de forma simulada (COACHMAN; PARAVINA, 2016). Além disso, o fluxo de trabalho das restaurações foi alterado com o uso de técnicas de planejamento virtual a partir do escaneamento intraoral para criar restaurações através do planejamento reverso (STANLEY, 2018).

A colocação de implantes utilizando a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) para planejamento de posição e tamanho não só vem sendo extensamente utilizada na implantodontia, mas também foi uma técnica precursora para o desenvolvimento da odontologia digital que conhecemos atualmente (BJELICA *et al.* 2015). Os softwares, cada vez mais interdisciplinares e precisos contemplam o cirurgião-dentista com a análise de parâmetros e a anatomia óssea do paciente para ao planejamento cirúrgico e até mesmo para a confecção de guias impressas para que o implante seja inserido na posição ideal planejada, respeitando as medidas e estruturas de importância. (STANLEY, 2018).

Na prótese, a introdução dos IOSs resultou na crescente substituição das moldagens convencionais pelos escaneamentos intraorais, gerando arquivos STL para fins protéticos, dispensando o uso de materiais de moldagem, agilizando a comunicação entre cirurgião dentista e protético, trazendo mais conforto e agilidade o paciente (GOODACRE *et al.* 2012). Além disso, a confecção de próteses enceradas e fabricadas digitalmente recebe avanços contínuos e melhorias nas técnicas e materiais utilizados. Tudo isso, aliado ao planejamento reverso, promove o benefício da assertividade e da melhoria função-estética (SANINO *et al.* 2015).

Estudos relacionados ao desenvolvimento da TCFC revelaram uma significativa vantagem da técnica comparada às outras modalidades radiográficas levando em consideração as estruturas periodontais (MOL; BALASUNDARAM, 2008). Dessa forma, o CAD/CAM aplicado por meio do auxílio da TCFC para medição e análise do periodonto representa uma técnica adequada e segura para o planejamento de cirurgias periodontais (CHOI *et al.* 2018). A grande necessidade

estética e a delicadeza relacionada aos tecidos periodontais levaram à necessidade de confecção de guias impressas para gengivoplastias, gengivectomias e osteotomias, ajudando a melhorar sorrisos de forma mais segura (SOARES *et al.* 2017).

Na ortodontia atual, pode ser notado um crescente aumento pela busca de tratamentos menos traumáticos, mais confortáveis e que propiciem uma estética mais satisfatória, tanto no final do tratamento ortodôntico quanto durante o mesmo (ROSSINI *et al.* 2015). Uma vantagem que o scanner intraoral trouxe para a ortodontia foi o uso de alinhadores ortodônticos ou alinhadores invisíveis. Essa técnica de tratamento ortodôntico apresenta diversas vantagens e as suas aplicabilidades só aumentam. O CAD/CAM é parte fundamental nesse âmbito pois é através dele que serão gerados os alinhadores, cada vez aproximando-se mais do resultado final esperado (WEIR, 2017). As técnicas tomográficas aliadas aos softwares radiológicos melhoraram o diagnóstico ortodôntico possibilitando análises cada vez mais completas (KAPILA; NERVINA, 2015), utilizando inteligência artificial e cefalometrias tridimensionais para a evidenciação das medidas e referências faciais de importância (VAN LEEUWEN *et al.* 2022).

A endodontia é uma das especialidades que recebe avanços mais significativos com o aprimoramento dos programas de manipulação de imagem aliados à incorporação da TCFC de alta resolução (CONNERT; WEIGER; KRSTL, 2022). Fraturas radiculares, canais laterais, istmos, condutos atrésicos e cavos interradiculares são cada vez mais relatados, localizados e visualizados, contribuindo para a melhoria das endodontias e a resolução de casos mais complexos (SETZER; LEE, 2021). A confecção de guias para acesso e instrumentação dos condutos por meio da tecnologia CAD/CAM promove menos desgaste das estruturas dentária e mais precisão na instrumentação, tornando-se uma alternativa muito relevante para o prognóstico da endodontia. (DECURCIO *et al.* 2021).

A cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial consiste na área da odontologia que mais encontra situações de risco, onde a vida do paciente está em perigo ou onde o tratamento consiste de procedimentos invasivos para sanar as suas necessidades. Nesse âmbito, também é de fundamental importância a capacidade do profissional de exercer o diagnóstico e realizar as técnicas adequadas na sequência correta

(ELNAGAR; ARONOVICH; KUSNOTO, 2020). Como tratamentos que essa área oferece, podem ser citadas as correções de traumas e fraturas da cabeça e pescoço e as cirurgias ortognáticas, sendo que a pesquisa de fraturas na região média da face está entre os três principais motivos de solicitação de TCFC, de acordo com estudo publicado em 2015 (STUTZKI *et al*, 2015). Vale ressaltar que o planejamento digital é uma base importante da cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial, contribuindo para o diagnóstico e resolução de diversos casos cirúrgicos.

O estudo e resolução de casos de disfunções temporomandibulares foi contemplado com a melhoria dos diagnósticos e qualidade dos exames de imagem que podem ser indicados, contribuindo para reduzir os tempos de operação, diminuir a isquemia, melhorar a simetria e a consolidação óssea e a função na reconstrução mandibular microvascular (MURPHY *et al*, 2013). Recentemente, pudemos também observar o uso inovador de várias técnicas digitais de precisão para a reabilitação protética de casos extensos envolvendo mandibulectomias e outras situações que necessitem do projeto e confecção de estruturas anatômicas personalizadas, devolvendo a estética e função aos pacientes (GOVONI *et al*, 2023).

#### 4. DISCUSSÃO

O CAD/CAM mostrou crescimento em utilidade e popularidade na odontologia nos últimos anos. Com isso, nota-se uma curva crescente de agilidade e previsibilidade dos tratamentos odontológicos (DAVIDOWICZ; KOTICK, 2011). A criação de imagens digitais precisas do paciente por meio do CAI permite o planejamento reverso e o uso do projeto e manufatura assistidos por computador nas diferentes especialidades (KIM; PARK; SHIM, 2018). As três grandes esferas do fluxo digital na odontologia podem ser divididas em CAI, CAD E CAM, sendo o CAI definido como o paciente digital, o CAD como o paciente virtual e o CAM como o paciente real. (VANDENBERGHE, 2018). O uso da Tomografia Computadorizada para planejamentos de implante nos anos noventa criou novas possibilidades, constituindo o início da popularização da tecnologia CAD/CAM, visto que foi comprovado que essa prática diminui o risco de complicações (VERSTREKEN *et al.*, 1996).

Diante de todas as possibilidades apresentadas, os principais formatos de arquivos que precisam ser reconhecidos pelo profissional para que sua prática seja efetiva são o DICOM, JPEG ou JPG e o STL. O DICOM é o formato de arquivo padrão da radiologia digital, principalmente para os arquivos radiográficos e tomográficos. JPEG ou JPG é o formato utilizado para visualização e manipulação de imagens bidimensionais comumente geradas através de câmeras fotográficas digitais. Por fim, STL pode ser definido como uma imagem de objeto tridimensional. Na odontologia, eles são gerados através dos scanners intraorais (KAMIO *et al.*, 2020). Estes, por sua vez, contribuem para o aumento do conforto e da qualidade dos tratamentos, tanto para o cirurgião-dentista quanto para o paciente (KIM; PARK; SHIM, 2018).

Visto que as aplicabilidades da tecnologia CAD/CAM alcançam todas as especialidades odontológicas, agregando principalmente aos tratamentos da dentística, implantodontia, prótese, periodontia, ortodontia, endodontia, cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial e disfunções temporomandibulares e dor orofacial, diversas vantagens foram apresentadas para promover e incentivar a busca por informações e técnicas que incorporem o fluxo digital à prática clínica. Dentre elas, podemos citar: a melhor comunicação com o paciente quanto às suas expectativas estéticas e funcionais do paciente (COACHMAN; PARAVINA, 2016), o aumento do cuidado com as estruturas de importância na cirurgia e a busca pelo melhor resultado

final (STANLEY, 2018), a diminuição do uso das moldagens, contribuindo para a promoção de maior conforto e agilidade ao paciente (GOODACRE *et al.* 2012), menos desgastes em estruturas sadias do órgão dentário e melhores prognósticos na endodontia (DECURCIO *et al.* 2021).

Com isso, a adoção de medidas que insiram o consultório odontológico ao fluxo digital prioriza vantagens importantes, como as melhorias no diagnóstico e o uso do planejamento reverso, o ganho de qualidade e agilidade nos tratamentos odontológicos, a resolução de casos cada vez mais complexos e, por consequência, a geração de maior satisfação para os pacientes, maior rentabilidade para o cirurgião-dentista e promovendo a constante busca pela excelência da conduta clínica.

## **5.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os avanços tecnológicos dos últimos anos foram responsáveis pela introdução de diversas possibilidades na rotina do cirurgião dentista, dividindo o fluxo de trabalho em três esferas distintas: CAI, CAD E CAM. Pensando na maior agilidade, qualidade e segurança dos tratamentos odontológicos, o cirurgião-dentista deve estar apto para os novos fluxos de trabalho, tanto para fins de diagnóstico e documentação, quanto para fins de planejamento e execução de cada caso. De acordo com as necessidades de cada paciente, a indicação correta dos exames de imagem, seguidos a uma sequência lógica de análise e trocas de informações entre o cirurgião-dentista, o paciente e o protético, promove uma melhor conduta clínica, um tratamento ideal e uma maior satisfação para o paciente.

## REFERÊNCIAS

DAVIDOWITZ, G; KOTICK, P.G. **The use of CAD/CAM in dentistry.** Dental Clinics of North America, Jul. 2011. v.55 n.3: 559-570.

VANDENBERGHE, B. **The digital patient - Imaging science in dentistry.** J Dent. Jul. 2018. v74 n.1: 21-26.

KIM, R.J.; PARK, J. M.; SHIM J. S. **Precisão de nove scanners intraorais para aquisição de imagem de arco completo: uma avaliação qualitativa e quantitativa.** J Prosthet Dent. 2018.

FERNANDEZ, M.A.; NIMO, A.; BEHAR-HORENSTEIN, L.S. **Fabricação de dentaduras digitais na educação pré e pós-doutoral: uma pesquisa das escolas de odontologia dos EUA.** J. Prosthodont. 2016, v.25: 83-90.

GOODACRE, C.J.; GARBACEA, A.; NAYLOR, W.P.; DAHER, T.; MARCHACK, C.B.; LOWRY, J. **CAD/CAM fabricated complete dentures: concepts and clinical methods of obtaining required morphological data.** J Prosthet Dent. 2012 Jan; v.107: 34-46.

DURET, F.; PRESTON, J.D.; **CAD CAM imaging in dentistry.** Curr Opin Dent 1991. v.1(2): 150-154.

MORMANN, W.H.; BRANDESTINI, M.; LUTZ, F.; BARBAKOW, F. **Chairside Computer Aided Direct Ceramic Inlays.** Quintessence Int. 1989. v.20: 329-339.

MOL, A.; BALASUNDARAM, A.; **Imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico in vitro do osso periodontal.** Dentomaxillofac Radiol. 2008 v.37: 319-324.

SANNINO, G.; GERMANO, F.; ARCURI, L.; BIGELLI, E.; ARCURI, C.; BARLATTANI, A. **CEREC CAD/CAM Chairside System.** Oral Implantol (Roma). Abr. 2015. v.13 n.7(3): 57-70.

SUESE, K.; **Progress in digital dentistry: The practical use of intraoral scanners.** Dent Mater J. Jan 2020. v.31 n.39(1): 52-56.

ZIMMERMANN, M.; MEHL, A.; MÖRMANN, W.H.; REICH, S. **Sistemas de escaneamento intraoral - uma visão geral atual.** Int J Comput Dent. 2015. v.18(2): 101-129.

VERSTREKEN, K.; VAN CLEYNENBREUGEL, J.; MARCHAL, G.; NAERT, I.; SUETENS, P.; VAN STEENBERGHE, D. **Planejamento assistido por computador de cirurgia de implantes orais: uma abordagem tridimensional.** J. Oral Maxillofac. Implants. 1996. v.11: 806-810.

LANIS, A.; ÁLVAREZ DEL CANTO, O. **A combinação de scanners de superfície digital e tecnologia de tomografia computadorizada de feixe cônico para**

**cirurgia de implante guiada usando o software 3Shape Implant Studio: um relato de caso clínico.** J. Prostodont. 2015. v.28:169-178.

KAMIO, T.; SUZUKI, M.; ASAUMI, R.; KAWAI, T. **DICOM segmentation and STL creation for 3D printing: a process and software package comparison for osseous anatomy.** 3D Print Med. Jul 2020. V.31; n.6(1):17.

BJELICA, R.; VISKIĆ, J.; BATINJAN, G.; FILIPOVIĆ ZORE, I. **Implantoprosthodontic Rehabilitation by Computer-guided Implant Surgery (M-Guide): Case report.** Acta Stomatol Croat. Mar 2022; v.56(1): 89-94.

STANLEY, M.; PAZ, A.G.; MIGUEL, I.; COACHMAN, C. **Fully digital workflow, integrating dental scan, smile design and CAD-CAM: case report.** BMC Oral Health. Ago 2018. V.18(1): 134.

MANGANO, F.; GANDOLFI, A.; LUONGO, G.; LOGOZZO, S. **Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature.** BMC Oral Health. Dez 2017. v.12;n.17(1): 149.

PAUWELS, R.; ARAKI, K.; SIEWERDSEN, J.H.; THONGVIGITMANEE, S.S. **Technical aspects of dental CBCT: state of the art.** Dentomaxillofac Radiol. 2015. v.44(1).

REUETTERS, M.; SEN, S.; GEHRIG, H.; BRUCKNER, T.; KIM, T.S.; LUX, C.J.; SCHLEMMER, H.P.; HEINZE, S.; MAIER, J.; KACHELRIEß, M.; SAWALL, S. **Dental imaging using an ultra-high resolution photon-counting CT system.** Sci Rep. Mai 2022. V.3;n.12(1): 7125.

COACHMAN, C.; PARAVINA, R.D. **Digitally Enhanced Esthetic Dentistry - From Treatment Planning to Quality Control.** J Esthet Restor Dent. Mar 2016. V.28;n 1: 3-4.

KALPANA, D.; RAO, S.J.; KURAPATI, S.K.R. **Digital dental photography.** Indian J Dent Res. 2018. v.29(4): 507-512.

BENGEL, W. **Dominando a Fotografia Dentária Digital.** New Maiden: Quintessence Publishers; 2006. v.01.

ASWANI, K.; WANKHADE, S.; KHALIKAR, A.; DEOGADE, S. **Accuracy of an intraoral digital impression: A review.** J Indian Prosthodont Soc. 2020. V.20(1): 27-37.

CHOI, I.G.G.; CORTES, A.R.G.; ARITA, E.S.; GEORGETTI, M.A.P. **Comparison of conventional imaging techniques and CBCT for periodontal evaluation: A systematic review.** Imaging Sci Dent. Jun 2018. V.48(2): 79-86.

SOARES, P.B.F.; BRAGANÇA, G.F.; BORGES, J.S.; VERISSIMO, C.; SOARES, C.J. **Estética do sorriso: Planejamento digital, cirurgia periodontal e procedimento restaurador.** ImplantNewsPerio. 2017. v.2(5): 895-909.

ROSSINI, G.; PARRINIA, S.; CASTROFLORIO, T.; DEREGIBUS, A.; DEBERNARDI, C.L. **Eficácia dos alinhadores transparentes no controle do movimento dentário ortodôntico: uma revisão sistemática.** Angle Orthod. 2015. v.85: 881-889.

VAN LEEUWEN, K.G.; SCHALEKAMP, S.; RUTTEN, M.J.C.M.; VAN GINNEKEN, B.; DE ROOIJ, M. **Artificial intelligence in radiology: 100 commercially available products and their scientific evidence.** Eur Radiol. Jun 2021. v.31(6): 3797-3804.

KAPILA, S.D.; NERVINA, J.M. **CBCT in orthodontics: assessment of treatment outcomes and indications for its use.** Dentomaxillofac Radiol. 2015. v.44(1).

WEIR, T. **Clear aligners in orthodontic treatment.** Aust Dent J. Mar 2017. v.62;1: 58-62.

CONNERT, T.; WEIGER, R.; KRSTL, G. **Present status and future directions - Guided endodontics.** Int Endod J. Out 2022. v.55;4: 995-1002.

SETZER, F.C.; LEE, S.M. **Radiology in Endodontics.** Dent Clin North Am. Jul 2021. v.65(3): 475-486.

DECURCIO, D.A.; BUENO, M.R.; SILVA, J.A.; LOUREIRO, M.A.Z.; DAMIÃO SOUSA-NETO, M.; ESTRELA, C. **Digital Planning on Guided Endodontics Technology.** Braz Dent J. 2021. v.32(5): 23-33.

STUTZKI, M.; JAHNS, E.; MANDAPATHIL, M.M.; DIOGO, I.; WERNER, J.A.; GÜLDNER, C. **Indications of cone beam CT in head and neck imaging.** Acta Otolaryngol. 2015. v.135(12): 1337-43.

ELNAGAR, M.H.; ARONOVICH, S.; KUSNOTO, B. **Digital Workflow for Combined Orthodontics and Orthognathic Surgery.** Oral Maxillofac Surg Clin North Am. Fev 2020. v.32(1): 1-14.

FLÜGGE, T.; KRAMER, J.; NELSON, K.; NAHLES, S.; KERNEN, F. **Digital implantology - a review of virtual planning software for guided implant surgery. Part II: Prosthetic set-up and virtual implant planning.** BMC Oral Health. Jan 2022. v.30;22(1): 23.

MIYAZAKI, Y.; HOTTA, J.; KUNII, S.; KURIYAMA, Y.; TAMAKI, Y. **“Uma revisão de CAD/CAM dental: status atual e perspectivas futuras de 20 anos de experiência”** Dental Materials Journal. 2009. v.28;1: 44–56.

LI, R.W.; CHOW, T.W.; MATINLINNA, J.P. **Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art.** J Prosthodont Res. Out 2014. v.58(4):208-16.

TIAN, Y.; CHEN, C.; XU, X.; WANG, J.; HOU, X.; LI, K.; LU, X.; SHI, H.; LEE, E.S.; JIANG, H.B. **A Review of 3D Printing in Dentistry: Technologies, Affecting Factors, and Applications.** Scanning. Jul 2021. v.17:9950131.

MURPHY, M.K.; MACBARB, R.F.; WONG, M.E.; ATHANASIOU, K.A. **Temporomandibular disorders: a review of etiology, clinical management, and tissue engineering strategies.** Int J Oral Maxillofac Implants. Nov 2013. v.28(6): 393-414.

GOVONI, F.A.; FELICI, N.; ORNELLI, M.; MARCELLI, M.A.; MIGLIANO, E.; PESUCCI, B.A.; PISTILLI, R. **Total mandible and bilateral TMJ reconstruction combining a customized jaw implant with a free fibular flap: a case report and literature review.** Maxillofac Plast Reconstr Surg. Jan 2023 v.23 n.45(1): 6.

