

**UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP  
ODONTOLOGIA**

**CAMILA GARCIA DE ALVARENGA**

**ODONTOLOGIA NA ERA DIGITAL**

**Nota 10**

**SÃO PAULO  
2026**

**CAMILA GARCIA DE ALVARENGA**

**ODONTOLOGIA NA ERA DIGITAL**

Trabalho de conclusão de curso para obtenção do título de graduação em odontologia apresentado á Universidade Paulista - UNIP.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Araujo Noro Filho

**SÃO PAULO**

**2026**

CIP - Catalogação na Publicação

Alvarenga, Camila Garcia de.

ODONTOLOGIA NA ERA DIGITAL / Camila Garcia de Alvarenga. –  
2026.

52 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) apresentado ao  
Instituto de Ciência da Saúde da Universidade Paulista, São Paulo, 2026.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Araujo Noro Filho.

1. CAD/CAM. 2. Escanemento intraoral. 3. Exames complementares. I.  
Filho, Gilberto Araujo Noro (orientador). II. Título.

**CAMILA GARCIA DE ALVARENGA**

**ODONTOLOGIA NA ERA DIGITAL**

Trabalho de conclusão de curso para  
obtenção do título de graduação em  
odontologia apresentado á Universidade  
Paulista - UNIP.

Aprovado em:

**BANCA EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_/ \_\_/ \_\_

Prof.

Universidade Paulista - UNIP

\_\_\_\_\_/ \_\_/ \_\_

Prof.

Universidade Paulista - UNIP

Prof.

Universidade Paulista – UNIP

\_\_\_\_\_/ \_\_/ \_\_

Dedico este trabalho aos meus pais, Luis e Marcia, e às minhas irmãs, Stephanie e Luisa, que sempre estiveram ao meu lado, oferecendo amor, apoio e compreensão nas decisões difíceis que tomei ao longo dessa trajetória, sempre acreditando no meu potencial e me incentivando a ser melhor, contribuindo de forma essencial para a profissional que me tornei hoje.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, Luis e Marcia, por tornarem este sonho possível, não apenas pelo apoio incondicional, mas também por todo o esforço, incentivo e suporte financeiro que me permitiram chegar até aqui. Às minhas irmãs, Stephanie e Luisa, pelo carinho, apoio e incentivo durante toda essa trajetória acadêmica.

À minha namorada, Débora, por estar ao meu lado em todos os momentos, compreendendo minhas ausências, a rotina intensa e todas as exigências que o curso de Odontologia impõe, sempre me apoiando com paciência, amor e companheirismo.

À minha dupla Tatiane. Sem você eu não teria conseguido superar todos os desafios que são impostos ao longo dessa trajetória e, principalmente, na clínica. Para além da ajuda prática, foi você quem me mostrou que eu era capaz de realizar procedimentos que, para mim, pareciam impossíveis, e quem me inspirou a me tornar a dentista que sou hoje.

Aos professores que me acolheram como aluna vinda de outra faculdade, meu sincero agradecimento pela compreensão, paciência e apoio durante esse período de adaptação, que foi um dos momentos mais desafiadores da minha trajetória acadêmica.

Em especial, agradeço ao professor Gilberto, meu orientador, por toda a calma, dedicação e orientação ao longo deste trabalho. Sua forma de conduzir e ensinar tornou esse processo mais leve e possível, sendo fundamental para a realização deste TCC.

## RESUMO

A Odontologia contemporânea vem sendo transformada pelos avanços tecnológicos que caracterizam a era digital, impactando diretamente a prática clínica ao oferecer maior precisão, agilidade e melhor comunicação entre profissional e paciente. Entre os principais recursos incorporados ao cotidiano odontológico, destacam-se os escaneamentos intraorais e de bancada, as impressões 3D e o sistema CAD/CAM, que permitem a produção rápida e eficiente de modelos e peças protéticas. Somam-se a esses avanços os exames de imagem, como radiografias digitais e a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), que ampliam a acurácia diagnóstica e possibilitam planejamentos mais seguros. Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo, discutir as principais tecnologias que têm moldado a era digital na Odontologia, incluindo os métodos de escaneamento, softwares CAD/CAM e os exames de imagem utilizados no diagnóstico. Deste modo, as tecnologias digitais consolidam-se como ferramentas essenciais na Odontologia, aumentando a eficiência e a agilidade nos atendimentos, além de reduzir falhas cotidianas. Contudo, o alto custo dos equipamentos e a necessidade de capacitação profissional específica ainda representam os principais desafios para que tais recursos sejam amplamente integrados à rotina clínica odontológica.

**Palavras-chave:** CAD/CAM; Tomografia computadorizada de feixe cônico; Escaneamento intraoral; Odontologia; Inteligência artificial.

## ABSTRACT

Contemporary dentistry is being transformed by the technological advancements that characterize the digital era, directly impacting clinical practice by offering greater precision, speed, and improved communication between professional and patient. Among the main resources incorporated into daily dental practice are intraoral and benchtop scans, 3D printing, and CAD/CAM systems, which allow for the rapid and efficient production of models and prosthetic pieces. Added to these advancements are imaging exams, such as digital radiographs and cone-beam computed tomography (CBCT), which increase diagnostic accuracy and enable safer treatment planning. Given this scenario, this work aims to discuss the main technologies that have shaped the digital age in dentistry, including scanning methods, CAD/CAM software, and imaging exams used in diagnosis. Thus, digital technologies are consolidating themselves as essential tools in dentistry, increasing efficiency and speed in patient care, as well as reducing everyday errors. However, the high cost of equipment and the need for specific professional training still represent the main challenges to the widespread integration of such resources into routine dental clinical practice.

**Keywords:** CAD/CAM; Cone beam computed tomography; Intraoral scanning; Dentistry; Artificial intelligence.

## SUMÁRIO

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                         | <b>9</b>  |
| <b>2 OBJETIVO .....</b>                                           | <b>11</b> |
| <b>3 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>                              | <b>12</b> |
| 3.1 Escaneamento intraoral .....                                  | 12        |
| 3.2 Escaneamento de modelos.....                                  | 14        |
| 3.3 Sistema CAD/CAM.....                                          | 15        |
| 3.3.1 Software DSD (Digital Smile Design).....                    | 18        |
| 3.4 Diagnóstico por imagem.....                                   | 18        |
| 3.4.1. Radiografia periapical e panorâmica.....                   | 20        |
| 3.4.2 Tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC).....      | 22        |
| 3.4.3 Inteligência artificial como ferramenta de diagnóstico..... | 23        |
| 3.4.4 Fotografia digital odontológica .....                       | 25        |
| <b>4 DISCUSSÃO .....</b>                                          | <b>26</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                           | <b>45</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A Odontologia tem passado por constantes transformações impulsionadas pelos avanços tecnológicos, acompanhando as demandas da chamada era digital. Essa evolução tem impactado diretamente a prática clínica, tornando-se cada vez mais presente no cotidiano dos consultórios. Os recursos digitais proporcionam maior precisão nos procedimentos, auxiliam no diagnóstico, otimizam o tempo clínico e ainda favorecem a comunicação entre profissional e paciente.

Entre os avanços mais relevantes, destacam-se os escaneamentos, podendo ser feitos com scanners intraorais ou scanner de bancada, e as impressões 3D, que possibilitam a confecção de modelos e peças protéticas de forma rápida e eficiente através do sistema CAD/CAM. Além disso, destacam-se os exames complementares como as radiografias e a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), que ampliam a precisão diagnóstica e favorecem um planejamento clínico mais seguro.

Em relação às diferentes modalidades de escaneamento, o scanner do tipo intraoral, capta diretamente as dimensões na boca do paciente, já o scanner de bancada, capta as informações de um modelo de gesso pré-existente, sendo assim uma técnica de menor praticidade em relação à primeira, visto que a etapa da moldagem e confecção do modelo em gesso é necessária.

O escaneamento intraoral consolidou-se como uma alternativa inovadora às técnicas convencionais de moldagem, representando um avanço que proporciona maior eficiência dos procedimentos e oferece maior conforto, beneficiando tanto os pacientes quanto os profissionais da odontologia (REKOW, 2020).

O sistema CAD/CAM, desenvolvido desde a década de 1970 e continuamente aprimorado, integra softwares de Desenho Assistido por Computador (CAD) e de Fabricação Assistida por Computador (CAM), permitindo a criação de projetos tridimensionais com elevada precisão e fidelidade às dimensões originais. Dessa forma, tornou-se uma ferramenta indispensável para o cirurgião-dentista, sendo aplicada em diferentes especialidades odontológicas (ARAÚJO *et al.* 2024).

Os exames radiográficos e a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) são muito difundidos como exames complementares, os quais permitem a um diagnóstico por imagem. Tem-se como benefício desse tipo de diagnóstico, a visualização de estruturas pouco visíveis no exame clínico, favorecendo um

diagnóstico mais preciso e um correto plano de tratamento, podendo executá-lo com segurança (SANTOS *et al.* 2020).

O exame radiográfico é um dos principais exames complementares na odontologia, fazendo parte da rotina clínica e muitas vezes sendo indispensável no planejamento e diagnóstico de caso, por ser capaz de proporcionar o máximo de informação com a menor dose de radiação possível (HAITER NETO, 2018).

Embora ambos os exames utilizem radiação, as radiografias convencionais são imagens bidimensionais de estruturas tridimensionais enquanto a tomografia computadorizada de feixe cônico permite reprodução de uma secção do corpo humano em quaisquer uns dos três planos do espaço, sendo assim um exame de maior complexidade e precisão diagnóstica (GARIB *et al.* 2007).

Dentre artifícios que podem ser utilizados na análise de exames de imagem, destacam-se as ferramentas de inteligência artificial, as quais são capazes de identificar doenças como cáries e lesões periodontais com alto grau de precisão, contribuindo para diagnósticos mais rápidos e tratamentos mais eficazes. Esse tipo de análise automatizada não só reduz o tempo necessário para a tomada de decisões clínicas, mas também minimiza os erros humanos, proporcionando uma maior segurança para os pacientes e profissionais envolvidos no tratamento (SAVEGNAGO *et al.* 2024).

Desta forma, o presente trabalho consiste em uma revisão narrativa da literatura, com abordagem qualitativa, que tem como objetivo discorrer sobre as principais tecnologias que vem moldando era digital da odontologia, dentre elas os escaneamentos, softwares CAD/CAM e o diagnóstico por intermédio dos exames de imagem.

## 2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre as tecnologias digitais emergentes na Odontologia, com ênfase nos sistemas de escaneamento intraoral, no uso de softwares de planejamento estético, como o Digital Smile Design (DSD), e nas tecnologias CAD/CAM aplicadas à confecção de próteses e reabilitações. Além disso, aborda o avanço dos exames de imagem digital utilizados no diagnóstico odontológico, todos inseridos no contexto da era digital que tem transformado significativamente a prática clínica e laboratorial da Odontologia moderna.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Escaneamento intraoral

Os scanners digitais intraorais vêm conquistando cada vez mais espaço na odontologia moderna, atuando como grandes facilitadores não apenas por proporcionarem maior conforto ao paciente, mas também por otimizarem os fluxos de trabalho clínico e laboratorial. Por meio dessa tecnologia, realiza-se o escaneamento diretamente na cavidade oral do paciente, gerando uma representação tridimensional precisa no computador. Essa imagem digital pode ser utilizada tanto para fins diagnósticos quanto para o planejamento de casos de forma integrada, personalizada e previsível (ALBDOUR *et al.* 2018).

Os modelos digitais obtidos por meio de scanners intraorais e posteriormente impressos em 3D proporcionam maior precisão, praticidade e segurança no registro e armazenamento das informações. Esses modelos apresentam excelente fidelidade na reprodução das estruturas dentárias, além de possibilitarem armazenamento eletrônico ilimitado, o que favorece tanto o compartilhamento remoto entre profissionais e laboratórios quanto a redução do espaço físico necessário para guardar moldes convencionais. A impressão 3D desses modelos amplia suas aplicações clínicas, sendo utilizada em ortodontia, implantodontia, reabilitações protéticas e até na confecção de guias cirúrgicos personalizados. Entretanto, ainda se destacam como principais limitações os custos de aquisição dos equipamentos e a curva de aprendizado exigida para o domínio das tecnologias envolvidas (JACOMO *et al.* 2021).

Com a crescente valorização da estética do sorriso, os pacientes têm buscado alternativas que proporcionem resultados naturais, resistência e durabilidade. Nesse contexto, os escaneamentos intraorais vêm ganhando destaque por possibilitarem planejamentos precisos e de compreensão visual eficiente para o paciente em reabilitações estéticas e funcionais. Uma das opções para a reabilitações estéticas é o uso de laminados cerâmicos associado ao escaneamento digital intraoral. Essa tecnologia reduz erros comuns das moldagens convencionais, melhora a adaptação e a precisão das peças protéticas e aumenta a previsibilidade clínica. Dessa forma, a associação entre o escaneamento digital e as cerâmicas de alto desempenho configura uma estratégia eficaz para alcançar resultados estéticos de excelência,

promovendo maior satisfação do paciente e longevidade da reabilitação (GOMES *et al.* 2021).

Dentre as utilizações do escaneamento intraoral estão a confecção de próteses totalmente digitais, o planejamento virtual de cirurgias para implante, utilização para ortodontia e odontopediatria, a criação de guias cirúrgicos personalizados e a visualização prévia de resultados estéticos e reabilitações orais. Além disso é inegável o ganho em conforto para o paciente, visto que a tecnologia dos scanners evita sensações indesejáveis como náusea, falta de ar, gosto desagradável e até mesmo ansiedade para alguns pacientes (VIEIRA; VINHA 2022).

Segundo o estudo realizado em 2023, o qual teve como objetivo comparar o escaneamento intraoral para confecção de próteses dentárias, com a moldagem convencional, o escaneamento intraoral proporcionou próteses com adaptação e funcionalidade clínica iguais ou superiores às obtidas por técnicas tradicionais, além de reduzir o desconforto do paciente, diminuir o tempo de cadeira e acelerar o fluxo laboratorial. Assim a digitalização consolida-se como ferramenta promissora, oferecendo vantagens em precisão, conforto e eficiência, embora exija treinamento adequado para seu uso (SAMPAIO *et al.* 2023).

O scanner intraoral destaca-se como um método eficiente de documentação odontológica por combinar registros bidimensionais e tridimensionais com precisão. O dispositivo, composto por uma unidade de captura e um sistema de processamento, gera um objeto tridimensional em um arquivo de estereolitografia permitindo visualização, edição e compartilhamento digital entre profissionais. Entre as vantagens, estão a facilidade de armazenamento e a possibilidade de análise detalhada dos modelos digitais. Para uma boa digitalização, é essencial o preparo prévio do campo clínico, evitando interferências de saliva que podem comprometer a captura das imagens. O processo de escaneamento baseia-se na sobreposição contínua de imagens, sendo fundamental manter o scanner próximo às superfícies dentárias e realizar movimentos contínuos para garantir a precisão da reconstrução. A primeira varredura deve abranger o máximo possível do arco dentário, fornecendo uma base de referência para as capturas subsequentes, que utilizam esse modelo inicial como guia para completar os detalhes (JARDIM *et al.* 2023).

Com o avanço das tecnologias digitais, a confecção de próteses parciais removíveis (PPR) também passou por transformações. É possível confeccionar PPR totalmente digitais sem a necessidade de modelos de gesso, com relatos de maior

satisfação dos pacientes e simplificação dos procedimentos laboratoriais, embora ainda limitadas a casos específicos (Kennedy Classe III/IV) (FUEKI *et al.* 2022).

A busca por previsibilidade e eficiência sempre foi uma prioridade nos tratamentos reabilitadores, e a Odontologia digital surge como alternativa capaz de transformar esse processo. A digitalização das arcadas por meio de scanners substitui moldagens convencionais, reduzindo o desconforto do paciente e aumentando a fidelidade das informações coletadas. Softwares específicos permitem simulações estéticas e funcionais detalhadas, favorecendo o planejamento prévio de implantes e próteses, além de permitir melhor comunicação com o paciente ao apresentar o resultado antes da execução. Já a impressão 3D mostrou-se eficaz para a confecção de protótipos, modelos e guias cirúrgicos que auxiliam na previsibilidade das cirurgias e reabilitações. Sendo assim a Odontologia digital representa um recurso essencial no planejamento das reabilitações orais, permitindo maior segurança, eficiência e previsibilidade dos resultados, mas sua incorporação exige preparo técnico e acesso a tecnologias modernas (SILVA *et al.* 2024).

O escaneamento digital tem se destacado na odontologia por otimizar processos clínicos e laboratoriais, reduzindo etapas tradicionais como a confecção e a troquelização manual de modelos, o que agiliza a produção das peças e torna o fluxo de trabalho mais eficiente. Além disso, proporciona maior conforto ao paciente, evitando os desconfortos comuns das moldagens convencionais, como náuseas e dificuldade respiratória. Os recursos digitais também aprimoram a comunicação entre cirurgião-dentista, laboratório e paciente, permitindo visualizar virtualmente o planejamento e facilitando a compreensão do tratamento. No entanto, a incorporação dessa tecnologia ainda enfrenta barreiras, especialmente os altos custos de aquisição e manutenção dos equipamentos e softwares, além da necessidade de treinamento específico para seu uso adequado. Mesmo com esses desafios, o escaneamento digital representa um avanço significativo, oferecendo precisão, rapidez e uma experiência mais confortável e integrada no atendimento odontológico (ARAÚJO *et al.* 2024).

### **3.2 Escaneamento de modelos**

A moldagem convencional ainda ocupa grande espaço na odontologia e sua indicação permanece ampla e muito utilizada. Diante disso enfrenta-se obstáculos que envolvem não somente as desvantagens já apresentadas neste trabalho, mas

também as dificuldades enfrentadas após a moldagem, como o armazenamento dos modelos de gesso, o qual além de necessitarem de um amplo espaço para armazenamento, podem sofrer danos comprometendo o trabalho clínico e dificultando comunicação com pacientes e laboratórios. Diante disso, temos como alternativa, escaneamento de modelos de gesso, através dos scanners de bancada, para que ocorra a digitalização de arcadas, de modo a integrar a odontologia digital com a convencional (JACOMO *et al.* 2021).

Segundo o estudo realizado em 2021 para avaliar diferentes estratégias de varredura em scanners intraorais que poderiam gerar alterações dimensionais em relação à técnica recomendada pelo fabricante, comparando-as ainda com um scanner de mesa, no qual conclui-se que a modificação das estratégias de escaneamento recomendadas pelos fabricantes compromete a precisão e a confiabilidade dos modelos digitais obtidos com scanners intraorais, enquanto o scanner de mesa mostrou maior estabilidade e melhor qualidade de malha, reforçando a importância de seguir protocolos específicos para minimizar distorções e garantir acurácia clínica (CECHELERO *et al.* 2021).

### **3.3 Sistema CAD/CAM**

A tecnologia CAD/CAM é definida como um sistema de Desenho Assistido por Computador (CAD) e de Fabricação assistida por computador (CAM) a qual revolucionou a odontologia permitindo maior qualidade e refinamento nas reabilitações orais como a confecção de peças protéticas (próteses fixas e removíveis), restaurações indiretas, guias cirúrgicas, planejamentos ortodônticos e reabilitações sobre implantes. O sistema CAD/CAM destaca-se pela rapidez, previsibilidade, menor invasividade e alta satisfação dos pacientes. As principais vantagens são a qualidade estética e funcional das restaurações, padronização dos processos e maior conforto para o paciente. Como desvantagens tem-se o custo elevado, curva de aprendizado do cirurgião dentista e possíveis imprecisões em casos complexos. Sendo assim, o sistema CAD/CAM representa uma alternativa moderna e prática para procedimentos clínicos. (ALVES *et al.* 2022).

Os sistemas CAD/CAM podem ser classificados em dois tipos principais quanto ao compartilhamento de dados: sistemas fechados e sistemas abertos. No sistema fechado, o compartilhamento de dados é restrito a uma única empresa, o que exige que todas as etapas do processo sejam realizadas dentro do mesmo ecossistema

tecnológico, desde a aquisição dos dados virtuais até a fabricação da peça protética. Em contrapartida, o sistema CAD/CAM aberto permite o livre compartilhamento de dados entre diferentes softwares, equipamentos e empresas, possibilitando maior flexibilidade ao operador e integração entre distintas tecnologias. Devido a essa interoperabilidade, os sistemas abertos têm se destacado como uma das principais tendências no cenário atual da odontologia digital (BORGES *et al.* 2020; SILVA *et al.* 2024).

De modo geral, o fluxo de trabalho do sistema CAD/CAM é realizado em três etapas principais. A primeira consiste na digitalização da arcada do paciente e na criação de um modelo digital. Em seguida, realiza-se o planejamento por meio de um software CAD (Computer-Aided Design), responsável pelo desenho e detalhamento da peça protética. Por fim, ocorre a etapa de manufatura com o uso do software CAM (Computer-Aided Manufacturing), na qual a peça é efetivamente produzida, podendo ser confeccionada em diferentes materiais, como zircônia, resina ou metal (FILGUEIRAS *et al.* 2018; SILVA *et al.* 2024).

A análise da oclusão dentária é fundamental para o diagnóstico e planejamento de uma reabilitação protética bem-sucedida, visto que uma oclusão harmônica tem íntima ligação com a longevidade da peça protética, diante disso as novas tecnologias digitais vêm sendo aplicadas nesse contexto. Os sistemas computadorizados de análise oclusal fornecem um método confiável para medir as áreas de contato oclusal em máxima intercuspidação no entanto, os métodos convencionais de registro oclusal parecem fornecer a técnica de maior confiabilidade e validade para medir a área de contato oclusal. Assim as tecnologias digitais oferecem ferramentas poderosas para integrar registros oclusais aos softwares de CAD/CAM, mas ainda enfrentam limitações quanto à acurácia na análise dinâmica da oclusão e ausência de um padrão-ouro, exigindo aperfeiçoamento para garantir confiabilidade clínica ampla (ZEITLER *et al.* 2023).

Em 2023 foi realizado um estudo o qual analisou diferentes composições como cerâmicas vítreas, zircônia e resinas híbridas, comparando suas indicações, resistência e durabilidade. Os resultados mostraram que cada material apresenta vantagens específicas: cerâmicas vítreas com estética superior, zircônia com alta resistência e resinas com versatilidade e menor custo. A conclusão foi que os materiais CAD-CAM oferecem soluções confiáveis para diferentes demandas clínicas,

mas a escolha deve ser individualizada conforme o caso, considerando aspectos funcionais, estéticos e biomecânicos (SANTILLI *et al.* 2023).

A digitalização de arcadas associada ao desenho de peças assistido por computador para posterior impressão 3D consolidou-se como uma das principais inovações aplicadas à Odontologia, trazendo novas perspectivas para a reabilitação oral. Através de impressão 3D a confecção de modelos de estudo, coroas provisórias, próteses parciais, alinhadores, guias cirúrgicos tornou-se mais rápida e precisa, reduzindo tempo clínico e laboratorial. A integração com scanners intraorais e softwares de design digital permitiu que o processo seja mais ágil e previsível, favorecendo soluções personalizadas que se adaptam às necessidades de cada paciente. Já em relação a propriedades biomecânicas, as resinas fotopolimerizáveis apresentaram estética satisfatória e resistência mecânica adequada quando submetidas a impressão 3D (GAUCH *et al.* 2023).

Os retentores intrarradiculares são fundamentais para a estabilidade e longevidade de restaurações em dentes tratados endodonticamente. Tradicionalmente confeccionados por técnicas indiretas, esses retentores podem apresentar falhas relacionadas a moldagem e fundição. O CAD/CAM surge como alternativa para confecção de retentores intrarradicular, permitindo maior precisão de adaptação, agilidade na execução dentre os materiais que podem ser utilizados para esse tipo de confecção temos a zircônia e fibra de vidro, que oferecem melhor estética e biocompatibilidade. Além disso, com o advento dessa tecnologia, reduz-se a necessidade de etapas manuais e possíveis erros de distorção. Desta maneira, o sistema CAD/CAM integra essa nova era da odontologia de modo a melhorar a previsibilidade e qualidade dos retentores intrarradiculares, especialmente em casos de reabilitações complexas (LOPES *et al.* 2024).

A prótese total continua sendo amplamente utilizada na reabilitação de pacientes edêntulos, porém enfrenta dificuldades como a necessidade de uma parcela de sessões para sua confecção e, fator o qual para uma reabilitação de demanda tão estética e funcional como a prótese total, torna-se extremamente desvantajoso. Diante disso, a incorporação do fluxo digital CAD/CAM trouxe alternativas à técnica tradicionais, com próteses confeccionadas por CAD/CAM as quais necessitam menor número de consultas em relação à técnica tradicional, alta precisão na adaptação e boa reprodutibilidade dos resultados, além de serem bem aceitas pelos pacientes pela estética e conforto. Deste modo a tecnologia CAD/CAM tende a se consolidar como

alternativa preferencial em prótese total, mas o custo ainda é um fator limitante em comparação à técnica convencional (FREITAS *et al.* 2025).

### **3.3.1 Software DSD (Digital Smile Design).**

A busca pela estética do sorriso é uma das maiores demandas dos pacientes atualmente, o que levou ao desenvolvimento de ferramentas digitais que auxiliam o cirurgião-dentista a planejar e prever resultados. O Digital Smile Design (DSD) é um protocolo digital de planejamento estético odontológico que utiliza fotografias, vídeos e escaneamentos digitais para analisar, planejar e simular o sorriso do paciente antes do início do tratamento. Dentre suas vantagens, temos: uma melhor comunicação entre a equipe interdisciplinar, fortalece a relação com o paciente, que pode visualizar o resultado antes do início do tratamento, e aumenta a previsibilidade clínica. Além disso, o DSD possibilita a detecção de discrepâncias gengivais e harmonia dentária que poderiam passar despercebidas em métodos convencionais de planejamento. Sendo assim essa tecnologia representa um importante avanço para as reabilitações estéticas, pois facilita o diagnóstico, reduz erros no planejamento, integra aspectos funcionais e emocionais, e contribui para maior satisfação e confiança do paciente (ROSSI *et al.* 2020).

O design digital do sorriso (DSD) vem transformando a odontologia estética, unindo funcionalidade e estética em um planejamento personalizado. O DSD melhora a comunicação entre dentista e paciente, reduz tempo clínico, minimiza erros e aumenta a previsibilidade estética e funcional dos tratamentos, além de elevar a satisfação e a confiança dos pacientes. Assim o DSD vem se consolidando como ferramenta eficaz e confiável para reabilitação estética, representando uma evolução no planejamento odontológico, embora ainda seja necessário padronizar protocolos clínicos e ampliar as evidências científicas (JAIN *et al.* 2024).

### **3.4 Diagnóstico por imagem**

Existem vários tipos de radiografias dentárias, cada uma servindo a uma finalidade diferente no exame da boca. As radiografias interproximais ou bitewing, realizada com o paciente em oclusão na região dos dentes posteriores, são indicadas para diagnosticar cáries nas superfícies proximais, avaliar adaptação de restaurações e próteses, e verificar o nível da crista óssea alveolar. Já radiografias periapicais permitem a visualização do dente propriamente dito e das estruturas abaixo da linha

da gengiva, como as raízes dos dentes e a região de periápice. As radiografias panorâmicas, capturadas com uma máquina rotativa, fornecem uma visão abrangente de toda a mandíbula e de todos os dentes em uma única imagem (MARK, 2019).

A radiologia como exame complementar para diagnóstico por imagem é de suma importância na odontologia, sempre associada ao exame clínico. A radiografia trata-se de uma ferramenta complementar que proporciona o máximo de informações com a menor dose de radiação possível e sua disponibilidade é indispensável para um correto diagnóstico e tratamento do paciente. As imagens digitais podem ser utilizadas para avaliação de cárie dentária e patologia oral, bem como avaliação de tratamento pré-cirúrgico e pré-ortodôntico, sendo indispensável a associação do exame de imagem ao clínico para obter o diagnóstico mais assertivo. Com as radiografias digitais é possível utilizar uma dosagem de radiação até noventa por cento inferior quando comparados aos sistemas convencionais. É formado um documento através das imagens do tratamento, permitindo um acompanhamento cauteloso do caso, além da comparação da evolução, facilitando a visualização dos benefícios proporcionados pelo tratamento. Dentre os avanços tecnológicos no diagnóstico por imagem em Odontologia incluem-se filmes mais rápidos e sensíveis, processadores automáticos e aparelhos que dispensam radiação ionizante. A digitalização trouxe a possibilidade de manipulação e processamento das imagens em computador, oferecendo maior qualidade na detecção de informações e auxiliando no diagnóstico odontológico (PEREIRA; AMORIM, 2022).

A cárie dentária é uma das doenças mais prevalentes no mundo e, mesmo com a redução de sua incidência em algumas populações, ainda representa um problema de saúde pública relevante. Dentre os exames complementares para diagnóstico precoce de lesões cariosas, a radiografia convencional é utilizada com frequência, mas apresenta limitações como tempo de processamento, possibilidade de erros e necessidade de armazenamento físico. Já as radiografias digitais superam essas barreiras, oferecendo imagens de maior qualidade, menor dose de radiação, facilidade de manipulação e arquivamento, além de possibilitar ajustes que aumentam a sensibilidade diagnóstica. A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) fornece imagens tridimensionais úteis em casos de lesões complexas, mas deve ser usada com cautela pela alta dose de radiação. Outros métodos secundários como a ressonância magnética surge como opção sem radiação, mas é cara e pouco acessível; já a ultrassonografia demonstrou eficiência na identificação de lesões

iniciais, apesar de ainda ser pouco difundida. Deste modo, fica evidente que os exames de imagem são indispensáveis para o diagnóstico precoce e preciso das lesões cariosas, devendo ser associados ao exame clínico para garantir maior confiabilidade e indicar tratamentos menos invasivos e mais eficazes (MAZZAROLO *et al.* 2022).

A escolha do formato digital pode impactar a qualidade da imagem radiográfica e, conseqüentemente, a acurácia diagnóstica. Os formatos de imagem radiográfica com compressão excessiva reduzem a qualidade diagnóstica, podendo comprometer a detecção de alterações sutis, enquanto formatos sem compressão preservam melhor os detalhes anatômicos. Torna-se fundamental uma seleção adequada do formato digital para garantir diagnósticos confiáveis, devendo ser considerada de acordo com a finalidade clínica e as necessidades de armazenamento e compartilhamento (VIANA *et al.* 2024).

#### **3.4.1. Radiografia periapical e panorâmica**

A radiografia odontológica sempre desempenhou papel essencial no diagnóstico e no planejamento clínico, pois possibilita a visualização de estruturas não acessíveis ao exame clínico, como raízes, osso alveolar e lesões ocultas. Com o avanço tecnológico, a radiografia digital passou a oferecer maior precisão diagnóstica, imagens imediatas e menor exposição à radiação, tornando-se recurso indispensável em áreas como ortodontia, implantodontia e cirurgia. As radiografias permitem diagnósticos mais precoces e eficazes, ampliam a transparência na comunicação com o paciente e otimizam o planejamento terapêutico. Seu uso enfrenta ainda dificuldades em relação ao alto custo dos equipamentos, restringindo sua utilização em clínicas menores, além disso é importante ressaltar a necessidade de profissionais qualificados para correta interpretação desses exames de imagem. Radiografia digital representa importante evolução na odontologia atual, devendo ser cada vez mais integrada à prática clínica para melhorar a qualidade assistencial e os resultados terapêuticos (COSTA; VIDIGAL, 2024).

Desde a modernização das radiografias na odontologia, dois métodos principais se destacam nos sistemas de radiografia digital. O primeiro, conhecido como método direto, utiliza o sistema CCD (Dispositivo de Carga Acoplada), no qual a transmissão da imagem ocorre de forma imediata do sensor para o computador por meio de cabos, permitindo a visualização instantânea da radiografia na tela. O

segundo método é o PSP (Placa de Fósforo Fotoestimulável), considerado um sistema indireto, no qual a placa sensora é posteriormente levada a um scanner específico que realiza a leitura e o processamento da imagem, convertendo-a em formato digital (MAZZAROLO *et al.* 2022; COSTA; VIDIGAL, 2024).

A extração do terceiro molar inferior demanda planejamento criterioso, e a radiografia panorâmica é um exame amplamente utilizado nesse contexto. Em vista desse planejamento criterioso, pode-se utilizar artifícios como classificações de terceiros molares pré-estabelecidas tais quais Winter, Pell & Gregory e Félez-Gutiérrez, auxiliando o cirurgião-dentista. A classificação de Winter baseia-se na angulação do dente quanto ao grau de impactação. Os terceiros molares inferiores podem encontrar-se nas posições: vertical, mesioangulado, horizontal e distoangulado. Já a classificação de Pell & Gregory relaciona a margem anterior do ramo ascendente da mandíbula (Classe 1: fora do ramo mandibular; Classe 2: parcialmente fora do ramo mandibular; Classe 3: totalmente dentro do ramo mandibular.) e o plano oclusal com segundo molar inferior (Posição A: está na mesma ou acima da altura do plano oclusal do segundo molar; Posição B: entre o plano oclusal e a cervical do segundo molar; Posição C: abaixo da cervical do segundo molar.). Por último, a classificação de Félez-Gutiérrez relaciona o risco de comprometimento do nervo alveolar inferior e as imagens da interação entre os ápices dentários dos terceiros molares inferiores e o canal mandibular numa radiografia panorâmica (I. Escurecimento dos ápices radiculares; II) deflexão radicular; III. estreitamento das raízes; IV. ápices velados ou bífidos; V. interrupção da(s) linha(s) branca(s); VI. desvio do canal; VII. estreitamento do canal mandibular.) A correta aplicação dessas classificações permite identificar a posição do dente em relação às estruturas adjacentes, como o canal mandibular, além de prever dificuldades cirúrgicas. Deste modo, é fundamental que o cirurgião-dentista tenha conhecimento dessas classificações para um planejamento cirúrgico seguro, padronizado e minimizando riscos ao paciente (PETERSON *et al.* 2004; GOMES *et al.* 2004; SILVA *et al.* 2024).

Os exames complementares de imagem são recursos fundamentais na prática odontológica, possibilitando a visualização de estruturas que não podem ser examinadas clinicamente, permitindo diagnósticos mais completos e seguros. Dentre as modalidades de exames utilizados na odontologia, temos radiografia panorâmica e

periapical, tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e ultrassonografia. As radiografias são amplamente utilizadas na rotina, mas sofrem limitações relacionadas à sobreposição de estruturas e à interpretação bidimensional de estruturas tridimensionais. Já a TCFC oferece imagens tridimensionais de alta precisão, especialmente úteis em implantodontia e na avaliação de defeitos ósseos, porém está associada à maior custo e maior exposição à radiação. Já a ultrassonografia surgiu como uma alternativa interessante, por não utilizar radiação ionizante e apresentar boa aplicabilidade em avaliação de tecidos moles e fluxo sanguíneo. Portanto, o uso de exame de imagem é indispensável para a odontologia contemporânea e que, com o desenvolvimento de novas tecnologias digitais e a integração com inteligência artificial, tende a oferecer diagnósticos cada vez mais rápidos e confiáveis, embora ainda sejam necessários estudos para reduzir riscos de radiação e ampliar a padronização das técnicas (ARAÚJO *et al.* 2025).

### **3.4.2 Tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC)**

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), também conhecida como Cone Beam, é um exame de imagem amplamente utilizado na odontologia moderna para a visualização 3D de maior precisão das estruturas maxilofaciais. Diferentemente das radiografias convencionais utilizadas na odontologia (periapicais, interproximais e panorâmicas) que fornecem imagens bidimensionais, a TCFC capta três dimensões dos tecidos ósseos, dentes e estruturas anatômicas adjacentes, proporcionando maior precisão no diagnóstico e no planejamento de tratamentos. Essa tecnologia tem sido especialmente empregada em áreas como implantodontia, cirurgia bucomaxilofacial, endodontia e periodontia pois possibilita a análise mais detalhada de lesões, relações anatômicas e estruturas complexas do sistema estomatognático. Dessa forma, a tomografia de feixe cônico se destaca como uma ferramenta importante na odontologia, contribuindo para diagnósticos mais precisos, planejamento terapêutico mais seguro e melhor previsibilidade dos procedimentos clínicos (ARAÚJO *et al.* 2025).

A furca corresponde a uma região anatômica presente em dentes com mais de uma raiz, localizada no ponto em que essas raízes se dividem a partir do tronco radicular. Quando a doença periodontal progride até essa área, ocorre o chamado envolvimento de furca, caracterizado pela perda óssea e pela redução da inserção periodontal no espaço inter-radicular. Entre os métodos de diagnóstico por imagem

empregados em odontologia — como radiografias intraorais e panorâmicas, ressonância magnética e tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) — esta última demonstra maior concordância com os achados clínicos relacionados ao comprometimento de furca, enquanto as radiografias tradicionais apresentam sensibilidade mais limitada. Ainda assim, é importante destacar que, embora a CBCT seja considerada o recurso mais preciso para essa avaliação, nenhum exame isolado constitui um padrão-ouro absoluto, sendo indispensável a correlação entre evidências clínicas e radiográficas (JOLIVET *et al.* 2022).

O avanço das tecnologias de imagem tem impactado profundamente a Odontologia, oferecendo diagnósticos cada vez mais rápidos, precisos e personalizados. Ferramentas como a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT), a inteligência artificial (IA), os biossensores e os métodos de diagnóstico molecular, quando aliados a profissionais devidamente capacitados e a uma adequada correlação clínico-radiográfica, elevam significativamente a acurácia diagnóstica e minimizam erros decorrentes das limitações humanas. Esses recursos favorecem a detecção precoce de alterações complexas, contribuindo para um manejo mais eficaz das patologias. Embora ainda existam obstáculos relacionados aos custos, à necessidade de treinamento especializado e às desigualdades de acesso, às tecnologias emergentes apresentam grande potencial para transformar a prática diagnóstica odontológica, tornando-a mais precisa, eficiente e centrada no paciente (MAGALHÃES; SANTOS, 2025).

### **3.4.3 Inteligência artificial como ferramenta de diagnóstico**

O diagnóstico diferencial pode ser definido como processo de avaliação de patologias com características semelhantes, a fim de obter o diagnóstico correto, e a radiologia é uma ferramenta fundamental em conjunto com a avaliação clínica para esse diagnóstico correto. Entretanto, apenas a avaliação por radiografias panorâmicas muitas vezes é inconclusiva para tal diagnóstico. Nesse contexto, técnicas de inteligência artificial, como redes neurais convolucionais (CNN), vêm sendo exploradas para melhorar a acurácia diagnóstica. Foi desenvolvido e avaliado em um estudo em 2021, um algoritmo baseado em aprendizado profundo (deep learning), utilizando transferência de aprendizado e estrutura paralela de redes neurais convolucionais, para diferenciar ameloblastoma de queratocisto odontogênico em radiografias panorâmicas. O algoritmo desenvolvido demonstrou elevada precisão no

diagnóstico diferencial entre ameloblastoma e queratocisto odontogênico em radiografias panorâmicas, oferecendo suporte confiável para o planejamento cirúrgico em odontologia. Portanto o uso de aprendizado profundo (deep learning) com transferência de aprendizado consolida-se como um aliado na prática clínica, apresentando maior eficiência do que os métodos tradicionais (LIU *et al.* 2021).

A inteligência artificial (IA) tem se mostrado uma ferramenta promissora dentro da odontologia, possibilitando maior precisão diagnóstica, otimização de processos clínicos e suporte ao planejamento terapêutico. A inteligência artificial apresenta grande potencial no diagnóstico por imagem, com desempenho comparável ou superior ao de especialistas como detecção de lesões em radiografias panorâmicas e tomografias, classificação de imagens para diferenciar tipos de lesões odontológica e no auxílio no diagnóstico precoce de cárie dentária e periodontite. Além disso, pode contribuir para maior padronização e redução de tempo em processos clínicos. No entanto, limitações como a necessidade de grandes bases de dados, questões éticas e integração prática ainda são desafios para sua implementação no dia a dia. É notório que a inteligência artificial tem potencial para transformar a odontologia, principalmente no suporte ao diagnóstico e na tomada de decisão clínica. Contudo, sua aplicação exige cautela, padronização metodológica e desenvolvimento contínuo, para que possa ser incorporada de forma segura e eficaz na prática profissional (JARDIM *et al.* 2023).

O crescimento da demanda por exames de imagem em odontologia exige métodos mais rápidos e precisos para auxiliar os profissionais no diagnóstico. Em um estudo realizado em 2023, foram avaliadas técnicas de processamento digital em radiografias panorâmicas e desenvolvido um sistema de IA para classificar imagens de TCFC. Na primeira etapa, foram aplicados algoritmos com o objetivo de segmentar estruturas de interesse, como dentes e implantes. Já na segunda etapa, foi desenvolvido um sistema de classificação automática com redes neurais profundas, o qual auxiliou na detecção de lesões periapicais em molares da maxila. Por meio de tal estudo, fica evidente o potencial da inteligência artificial como ferramenta de apoio ao diagnóstico, capaz de reduzir erros humanos e otimizar o tempo do profissional. Deste modo, a integração entre processamento digital de imagens e aprendizado profundo representa um avanço importante na odontologia, proporcionando diagnósticos mais confiáveis, acessíveis e com grande aplicabilidade clínica em breve (CALAZANS *et al.* 2023).

A inteligência artificial está moldando a odontologia moderna tanto no planejamento quanto na execução dos tratamentos. A IA é capaz de identificar patologias com precisão comparável ou até superior à de especialistas, sugerindo diagnósticos precoces e previsões clínicas mais seguras. Além disso, sua integração com scanners intraorais e softwares CAD/CAM possibilita fluxos digitais completos, desde a coleta de dados até a produção de próteses personalizadas, otimizando tempo e recursos. Contudo, assim como toda tecnologia emergente, os altos custos de aquisição e implementação são desafios a serem superados, além da obrigatoriedade de preparo técnico dos profissionais para interpretar e utilizar corretamente essas ferramentas. Deste modo torna-se crucial investimentos em pesquisa, infraestrutura e educação continuada para que a IA na odontologia seja amplamente difundida (TOLEDO, 2024).

#### **3.4.4 Fotografia digital odontológica**

Atualmente, os registros fotográficos têm ganhado destaque não apenas pelo impacto das redes sociais, mas também por seu valor comparativo na prática profissional, auxiliando no registro e no acompanhamento clínico de casos. As fotografias digitais realizadas antes, durante e após os procedimentos tornaram-se ferramentas essenciais para a avaliação diagnóstica, a comunicação com o paciente e o laboratório, a comparação de resultados e o aprimoramento técnico. Assim, constituem um recurso indispensável na rotina odontológica, embora exijam conhecimento técnico e padronização para evitar registros inadequados que possam comprometer a análise clínica (DALAFINI *et al.* 2022).

## 4 DISCUSSÃO

A Odontologia tem passado por uma significativa transformação impulsionada pela era digital, que vem se consolidando como elemento central na prática clínica e no futuro da profissão. Conforme discutido ao longo deste trabalho, embora cada etapa do processo de modernização tenha sido apresentada separadamente, é fundamental compreender que scanners intraorais, sistemas CAD/CAM e exames de imagem digitais devem atuar de forma integrada, promovendo maior precisão, previsibilidade e eficiência nos tratamentos. Essa integração tecnológica possibilita uma abordagem mais ágil e personalizada, alinhada às demandas contemporâneas. Contudo, apesar do avanço expressivo dessas ferramentas, as técnicas tradicionais ainda possuem grande relevância e não devem ser substituídas, mas sim associadas às inovações, considerando que muitas dessas tecnologias ainda são recentes e permanecem em constante aperfeiçoamento, reforçando a importância do equilíbrio entre conhecimento convencional e modernização digital na prática odontológica (ARAÚJO *et al.* 2024).

A obtenção de modelos digitais por meio do escaneamento intraoral exige a adoção de uma metodologia adequada para garantir maior precisão e confiabilidade dos registros. Inicialmente, recomenda-se a calibração do equipamento antes do início do procedimento, bem como treinamento prévio do operador, podendo ser realizado em modelos de gesso e até mesmo em membros da equipe clínica para aprimorar a habilidade e obter feedback sobre o processo. Durante o preparo para a digitalização, é importante controlar a presença de saliva, visto que a umidade pode provocar reflexão da luz da câmera e comprometer a captura das imagens; por isso, sugere-se secar as superfícies dentárias com gaze, algodão ou seringa tríplice imediatamente antes da aquisição. Além disso, manter a câmera próxima à superfície dental e realizar movimentos lentos favorece a continuidade do escaneamento e a correta formação do modelo tridimensional (JARDIM, *et al* 2023).

Outra estratégia relevante consiste na aquisição inicial de um arcabouço abrangente do arco dentário, registrando o maior número possível de estruturas logo no início do escaneamento. Esse registro inicial funciona como uma referência espacial para o software, permitindo que as digitalizações subsequentes sejam adicionadas com maior facilidade e precisão. Após essa etapa, recomenda-se seguir um padrão de varredura que inclua as superfícies oclusais, seguido pelas faces lingual ou palatina e, posteriormente, vestibulares. Caso o software perca a referência

durante o processo, ou seja, não acompanha os movimentos da câmera, orienta-se retornar a uma região previamente digitalizada, geralmente uma superfície oclusal, para que o sistema recupere a orientação antes de continuar a captura. Ao final da digitalização, é fundamental manipular o modelo no software para verificar possíveis falhas e, se necessário, realizar a complementação do escaneamento em áreas incompletas (JARDIM *et al.* 2023).

Apesar das vantagens da tecnologia, alguns desafios ainda podem interferir na qualidade da digitalização. A perda de sincronização entre o scanner e o software é uma ocorrência relativamente comum, especialmente quando há movimentos rápidos ou grande distância entre a câmera e os dentes. A presença de saliva no momento da formação do arcabouço inicial também pode dificultar o reconhecimento da anatomia dental pelo software, sendo indicado repetir o escaneamento após secagem adequada. Outros fatores, como respiração bucal do paciente, a qual pode causar embaçamento da lente do scanner; superfícies edêntulas com pouca referência anatômica e possíveis obstruções na câmera do equipamento, podem comprometer a aquisição das imagens. Além disso, condições ambientais e operacionais, como iluminação do consultório, extensão da área escaneada, modelo do scanner utilizado e experiência do operador, exercem influência significativa na acurácia do modelo digital obtido, sendo em relação a primeira, sugerida uma iluminação ambiente moderada de 1000 lux para favorecer a captura de arcadas completas (JARDIM *et al.* 2023; MA *et al.* 2024).

Foi realizada uma análise comparativa das técnicas de escaneamento intraoral através de um estudo *in vitro* utilizando dois scanners intraorais e um scanner de mesa. Segundo o estudo, fatores como a saliva e o movimento dos tecidos moles, associados à presença de restaurações metálicas, podem levar à alteração do padrão de varredura do scanner. Além disso, não foram relatados problemas inerentes ao scanner quando a obtenção do modelo ocorre de forma extraoral, sendo mencionadas apenas dificuldades relacionadas ao modelo previamente obtido, o qual será utilizado no escaneamento extraoral com scanner de bancada, podendo influenciar o resultado final em decorrência de falhas no modelo convencional. O estudo também apontou alterações dimensionais na varredura quando a técnica de escaneamento indicada pelo fabricante é modificada pelo operador. Entretanto, as diferentes técnicas de varredura propostas por cada fabricante não demonstraram diferenças significativas na precisão dos modelos digitais em sextantes. Ademais, verificou-se que o scanner

de bancada fornece maior quantidade de pontos para a construção da superfície escaneada quando comparado ao escaneamento intraoral direto (CECHELERO *et al.* 2021).

A análise de oclusão por meio de escaneamentos intraorais já é uma realidade na odontologia; contudo, a precisão da articulação estática pode ser influenciada por diversos fatores, como a técnica de articulação, as características dos registros oclusais virtuais (número, dimensão e localização), o comprimento dos arcos digitalizados, a presença de áreas edêntulas (posição e tamanho) e a tecnologia do scanner intraoral. Segundo dois estudos, houve consenso nas revisões de literatura de que os scanners obtêm medidas das articulações estáticas de modo semelhante ao método tradicional. Entretanto, em uma das revisões constatou-se que a articulação virtual estática apresenta precisão comparável à técnica convencional apenas em situações específicas, como em arcos completos, contatos oclusais estáveis, preparo de um único dente ou arcos com ausência de apenas um dente posterior. Além disso, verificou-se que registros oclusais bilaterais envolvendo quatro dentes apresentaram maior precisão maxilomandibular quando comparados a registros com menos de quatro dentes. Por fim, embora os sistemas computadorizados de análise oclusal possam ser considerados confiáveis para a medição do ângulo de contato oclusal em máxima intercuspidação, os métodos convencionais ainda fornecem a técnica de maior confiabilidade e validade para essa mensuração (ZEITLER *et al.* 2023).

Os scanners intraorais, quando associados à impressão 3D de modelos virtuais, apresentaram diversas vantagens em relação ao método tradicional de moldagem, destacando-se pela maior precisão e rapidez na obtenção de dados clínicos, o que favorece o diagnóstico e o planejamento terapêutico. Além disso, promovem significativa facilidade de armazenamento, uma vez que os modelos passam a ser digitais, eliminando a necessidade de espaço físico para estocagem e permitindo seu arquivamento em dispositivos eletrônicos, como HDs ou serviços em nuvem, bem como o compartilhamento ágil de informações por meios de comunicação virtual. Outro benefício relevante é a eliminação da duplicação de modelos, prática comum no fluxo convencional, que demanda maior tempo clínico e laboratorial, além de maior consumo de materiais. No que diz respeito ao método de obtenção, os scanners intraorais também se destacaram por simplificarem o processo, ao suprimirem etapas como a escolha e adaptação de moldeiras, a manipulação e

utilização de materiais de moldagem, a desinfecção dos moldes, o vazamento do gesso, o recorte dos modelos e o envio ao laboratório, reduzindo, consequentemente, o tempo de trabalho e a susceptibilidade a falhas técnicas. Dessa forma, há uma diminuição significativa de erros inerentes aos métodos convencionais, como a formação de bolhas, distorções dimensionais, rupturas e rasgamentos do material de moldagem e fraturas dos modelos de gesso. Entretanto, apesar dessas vantagens, algumas limitações ainda são apontadas na literatura, como o maior custo envolvido na confecção e implementação do fluxo digital, a dificuldade ou impossibilidade de montagem em articuladores convencionais e a dependência do armazenamento digital, uma vez que os arquivos podem sofrer danos ou ser perdidos na ausência de cópias de segurança adequadas, o que exige maior cuidado na gestão desses dados (JACOMO *et al.* 2021, POLIDO, 2010)

Assim como a precisão das moldagens tradicionais são influenciadas por diversos fatores como manipulação do material, correta indicação, técnica de moldagem, correto armazenamento do molde e entre outros, o escaneamento intraoral também possui fatores que influenciam na sua precisão. Dentre eles podem ser citados a experiência do operador, tempo de digitalização, tipo de scanner utilizado, condições de iluminação e tamanho da área escaneada. Segundo estudo, os escaneamentos menores apresentaram melhores resultados, além disso, outro estudo mostrou que a luz moderada e estável favorece a acurácia do escaneamento. Além disso presença de saliva, movimentação do paciente e limitações de acesso na cavidade oral podem interferir na qualidade das imagens (ARAKIDA *et al.* 2018; REVILLA-LEÓN *et al.* 2020; SHIGUEMOTO *et al.* 2025).

No que se refere à acurácia, a moldagem convencional com alginato pode apresentar margens de erro de até 75 µm, enquanto os métodos digitais tendem a apresentar valores inferiores a 50 µm, evidenciando maior precisão na obtenção dos modelos. Além disso, a moldagem digital possibilita a captura de maior riqueza de detalhes anatômicos e melhor definição das estruturas dentárias; contudo, pode apresentar limitações na reprodução de margens subgengivais profundas, especialmente na presença de sangue e saliva, que interferem na qualidade da imagem. Nesse contexto, os scanners intraorais (IOS) buscam contornar tais limitações por meio de recursos tecnológicos, como pontas de escaneamento anguladas, que facilitam o acesso a regiões de difícil visualização, bem como a

capacidade de captura em diferentes profundidades, contribuindo para maior precisão das margens (SILVA; PINHO, 2023).

Atualmente, diversos sistemas estão disponíveis no mercado, como TRIOS (3Shape), iTero (Align Technology), CEREC e Omnicam (Dentsply Sirona), Emerald (Planmeca), True Definition (3M), Medit i500 (Medit), Carestream e CS 3600 (Carestream Dental), e Zfx IntraScan (Zfx), cada um com características próprias, sendo a escolha dependente da finalidade clínica, da precisão desejada e da facilidade de uso. De modo geral, uma revisão sistemática apontou que os scanners intraorais apresentam maior precisão, eficiência e conforto ao paciente, além de otimizarem o fluxo de trabalho do cirurgião-dentista, permitindo a visualização virtual dos arcos dentários e a realização de diagnóstico e planejamento por meio de softwares específicos. Entretanto, o alto custo desses equipamentos ainda representa uma limitação importante para sua ampla adoção. Ademais, apesar das vantagens do fluxo digital, a moldagem convencional ainda mantém relevância na prática clínica devido ao seu baixo custo, facilidade de manipulação, confiabilidade e ampla familiaridade entre os profissionais. Em contrapartida, os métodos tradicionais estão mais sujeitos a falhas técnicas, como expansão e deformação dos materiais, que podem resultar em retrabalhos e necessidade de ajustes protéticos. Nesse sentido, os IOS se destacam por eliminarem essas etapas susceptíveis a erros, além de possibilitarem visualização imediata das imagens, favorecendo o diagnóstico, a compreensão do paciente e a manipulação tridimensional dos modelos. Ainda assim, apresentam limitações, como dificuldade na captura de regiões profundas do sulco gengival, superfícies altamente reflexivas ou metálicas, acesso restrito a regiões posteriores e a necessidade de controle rigoroso da umidade durante o escaneamento (SILVA; PINHO, 2023).

A literatura aponta que a moldagem por escaneamento intraoral tem se destacado por proporcionar resultados mais precisos e eficientes, além de ser um procedimento não invasivo e de fácil repetição quando necessário. Entretanto, também são descritas limitações associadas ao fluxo digital, uma vez que fatores como a condição periodontal do paciente, o volume de saliva e a dificuldade de acesso à região a ser escaneada podem interferir diretamente na qualidade da imagem obtida. Em outro estudo, foi analisada a adaptação marginal de coroas dentárias confeccionadas a partir de diferentes scanners intraorais (Sirona CEREC AC Omnicam, Heraeus Cara TRIOS e 3M Lava True Definition), comparando-os ao

método convencional de moldagem com posterior digitalização em scanner de bancada (3Shape D700). Os resultados indicaram desempenho satisfatório para a maioria dos dispositivos intraorais, com exceção do Sirona CEREC AC Omnicam, que apresentou desempenho inferior nesse aspecto. Adicionalmente, um estudo que comparou o Lava Chairside Oral Scanner com a técnica convencional de moldagem intraoral, no que se refere à adaptação de coroas, demonstrou que o escaneamento digital proporcionou melhor adaptação marginal e maior precisão nos contatos interproximais. Ainda assim, ambas as abordagens apresentaram resultados considerados clinicamente aceitáveis (GOMES, et al 2022; FREIRE *et al.* 2019; BOEDDINGHAUS et al 2015; SYERK et al 2010).

Adentrando outras ferramentas muito utilizadas na odontologia digital, destaca-se o Digital Smile Design (DSD), que, além das vantagens já citadas neste trabalho, apresenta boa acessibilidade, uma vez que as fotografias utilizadas podem ser obtidas por câmeras não profissionais e não há exigência obrigatória de softwares específicos. Quanto à sua funcionalidade, o método permite a inserção de linhas e desenhos digitais sobre fotografias do paciente, possibilitando a avaliação da relação estética entre dentes, gengiva, sorriso e face. Ademais, embora não dependa necessariamente de um software específico, o DSD pode ser associado aos sistemas CAD/CAM, promovendo uma integração de grande valor para o planejamento e a execução de reabilitações orais estéticas. Entretanto, o DSD não deve ser utilizado de forma isolada, sendo fundamental associá-lo a outras etapas do planejamento, como a montagem dos modelos do paciente em articulador, a análise facial, o estudo detalhado do caso e a realização do enceramento diagnóstico, obtendo assim um resultado tanto funcional quanto estético (ROSSI *et al.* 2020).

Estudos recentes indicam que a pré-visualização dos resultados estéticos pode ser significativamente aprimorada com o uso do planejamento digital do sorriso em três dimensões (3D-DSP), tal qual o Digital Smile Design (DSD) citado anteriormente. Essa tecnologia contribui para uma comunicação mais eficaz com o paciente, além de reduzir o tempo clínico e minimizar falhas frequentemente associadas às etapas manuais tradicionais da prótese. De forma complementar, evidências apontam que a utilização de instrumentos auxiliares para seleção de cor, em associação às escalas visuais convencionais, aumenta a precisão e a reprodutibilidade na escolha de tonalidades em restaurações dentárias. Ademais, a literatura destaca o potencial dos métodos digitais em otimizar a interação entre cirurgiões-dentistas e técnicos de

laboratório, favorecendo mensurações cromáticas mais acuradas e melhores desfechos clínicos. Em conjunto, esses achados sugerem que os métodos digitais de seleção de cor apresentam desempenho superior quando comparados às abordagens convencionais (JAIN *et al.* 2024; VIVEK *et al.* 2013; LIBERATO *et al.* 2019; CATTONI *et al.* 2021).

Diversos softwares têm sido aplicados na odontologia digital, cada um com funcionalidades e benefícios específicos. O 3Shape Dental System destaca-se por permitir a análise, sobreposição e processamento de arquivos STL e imagens clínicas, favorecendo a avaliação estética e a comparação entre métodos convencionais e digitais. Em complemento, o 3Shape 3D Viewer possibilita a visualização e análise de planejamentos tridimensionais, sendo útil na verificação de medidas lineares e na validação clínica de facetas, o que o torna mais direcionado à conferência do resultado final. Por outro lado, o Adobe Photoshop CS5 apresenta uma abordagem bidimensional, sendo empregado para análise estética com base em conceitos como a proporção áurea e o retângulo áureo, diferindo dos softwares 3D por seu foco visual e não volumétrico. Já o Smile Lynx CAD é voltado ao planejamento de implantes com carga imediata, destacando-se por sua aplicação clínica direta e associação com menor desconforto ao paciente em comparação aos métodos tradicionais. Por fim, o Exocad Dental CAD 2.2 Valletta oferece recursos avançados de modelagem CAD, permitindo a criação de facetas personalizadas a partir de pré-visualizações digitais em 2D, combinando precisão técnica com planejamento estético. Em conjunto, observa-se que, enquanto alguns softwares priorizam análise e visualização, outros se destacam pelo planejamento clínico e execução protética, evidenciando diferentes aplicações dentro do fluxo digital odontológico (JAIN *et al.* 2024; ORTENSIO *et al.* 2022; CATTONI *et al.* 2021; VARGHESE *et al.* 2021; CHISNOIU *et al.* 2023).

A incorporação dos sistemas CAD/CAM à prática odontológica representa uma das principais transformações tecnológicas na reabilitação protética contemporânea. Dentre as diversas utilidades desse sistema, a confecção de próteses dentárias, especialmente coroas unitárias personalizadas, é a que mais se sobressai. A utilização do desenho assistido por computador (CAD) para a criação de modelos digitais precisos, seguida da fabricação por fresagem ou impressão 3D (CAM), proporciona maior controle dimensional e adaptação marginal mais previsível. Nesse contexto, observa-se uma mudança significativa no fluxo clínico-laboratorial, com

redução de etapas convencionais suscetíveis a falhas, como moldagem, vazamento de gesso e fundição (ABREU *et al.* 2024).

Dentre as inúmeras utilizações do sistema CAD/CAM, no escopo da reabilitação oral destacam-se a confecção de modelos de estudo e de trabalho, moldeiras individuais, placas interoclusais e guias cirúrgicos altamente precisos e individualizados. As vantagens desse sistema resumem-se à maior precisão das peças, reduzindo a necessidade de ajustes após sua confecção; à maior agilidade no processo de produção quando comparado aos métodos tradicionais; maior qualidade dos materiais, por fim, ao maior conforto do paciente, devido à eliminação ou redução das moldagens convencionais. Entretanto, também são apontadas algumas desvantagens, como o alto custo inicial dos equipamentos e a chamada barreira intelectual, uma vez que se faz necessária a presença de profissionais capacitados para compreender e operar plenamente a tecnologia CAD/CAM e aceitação por parte dos cirurgiões-dentistas e técnicos de laboratório, configurando-se como fatores limitantes para sua ampla adoção, especialmente em clínicas de menor porte (ABREU *et al.* 2024; SILVA *et al.* 2024).

Para além da barreira financeira, o sistema CAD/CAM apresenta limitações mecânicas, em especial na área protética, como a dificuldade enfrentada em copiar fielmente preparos subgengivais e reproduzir bordas irregulares como onlays e facetas laminadas. Devido a esse fator citado, a adaptação marginal destas restaurações produzidas em sistema CAD/CAM é comprometida, tornando-se inferior em relação às de confeccionadas, embora dentro dos limites clinicamente aceitáveis (VANLIOGLU, 2012).

Outro ponto relevante refere-se à ampliação das possibilidades de uso de materiais cerâmicos anteriormente considerados de difícil manipulação, como a zircônia. Por conta do processamento digital tornou-se possível um maior controle sobre a usinagem da zircônia, favorecendo sua popularização devido à elevada resistência mecânica e biocompatibilidade. A fabricação assistida por computador também eliminou imprecisões relacionadas à técnica de fundição convencional, aumentando a confiabilidade das estruturas protéticas. Entretanto, embora a fabricação pelo sistema CAD/CAM tenha possibilitado o uso da zircônia como material protético, foram relatados maior desgaste do esmalte em estruturas de zircônia com revestimento de porcelana. Desta maneira surge-se como alternativa o dissilicato de lítio, o qual além de ter uma translucidez melhor que a zircônia, comporta-se de

maneira menos agressiva, gerando menor desgaste do esmalte (OUZER, 2015; ROH *et al.* 2023).

Em relação às propriedades mecânicas dos sistemas cerâmicos CAD/CAM, a padronização industrial dos blocos cerâmicos utilizados nos sistemas CAD/CAM resultou em menor incidência de porosidades e defeitos estruturais. Além disso, a zircônia CAD/CAM apresenta os maiores valores de resistência flexural acima da dentina e esmalte, sendo indicada para regiões posteriores, já o dissilicato de lítio (CAD/CAM) mostrou boa resistência. As Cerâmicas feldspáticas foram as menos resistentes, sendo adequadas apenas para facetas ou revestimento estético. Estudos mostraram que o polimento pós-usinagem aumenta significativamente a resistência, reduzindo defeitos superficiais. As taxas de fratura clínica em 5 anos variaram de 18,4% (feldspática), 5,5% (cerâmica vítrea reforçada) até 1,7% (zircônia densamente sinterizada). Em próteses parciais fixas, a zircônia monolítica apresentou nenhuma falha em 3,5 anos, enquanto a zircônia recoberta por dissilicato teve 3,93% de falhas. Conclui-se que os blocos monolíticos CAD/CAM apresentam menos defeitos e maior confiabilidade mecânica que os métodos convencionais. A resistência flexural das cerâmicas CAD/CAM (exceto feldspática) é comparável ou superior à do complexo dentina-esmalte. Conclui-se por fim que a tecnologia CAD/CAM se mostra adequada para diversas indicações clínicas, com estética satisfatória e alta taxa de sucesso (LIMA *et al.* 2020; ABREU *et al.* 2024).

No que se refere às próteses fixas, diversos estudos compararam a confecção de coroas pelo método convencional com aquelas produzidas por meio do fluxo digital. Em relação à adaptação marginal das coroas, os resultados apresentados na literatura foram, em geral, satisfatórios para ambas as técnicas. A avaliação dessa adaptação foi realizada por diferentes métodos, como sondagem clínica das coroas, evidenciação de contatos dentários ou mensuração do desajuste marginal (gap) em micrômetros, com valores variando entre 29 e 170,9  $\mu\text{m}$ . De modo geral, muitos autores consideraram aceitável um desajuste marginal de até 150  $\mu\text{m}$ ; entretanto, esse limite não é consensual, havendo estudos que sugerem que valores ideais não deveriam ultrapassar 100  $\mu\text{m}$ . Um dos principais desafios na avaliação do fluxo digital é a ausência de padronização nos métodos de mensuração da adaptação marginal, além da variabilidade entre os diferentes scanners utilizados, o que pode influenciar nos resultados obtidos. (AHLHOLM *et al.* 2018; MARQUES *et al.* 2021; SAMPAIO *et al.* 2023).

Em relação aos materiais, a zircônia demonstrou apresentar adaptação marginal igual ou superior quando confeccionada por meio do fluxo digital, especialmente na região do ombro do preparo. Por outro lado, na região oclusal, coroas confeccionadas pelo método convencional mostraram desempenho superior, necessitando de menor quantidade de ajustes clínicos. Apesar dessas diferenças técnicas, o fluxo digital tem se destacado na prática clínica principalmente por proporcionar maior conforto ao paciente durante o procedimento, além de reduzir a ocorrência de ansiedade e náusea associadas aos métodos convencionais de moldagem. Dessa forma, embora a superioridade do fluxo digital não esteja necessariamente relacionada apenas à precisão da técnica, seus benefícios em relação à experiência do paciente representam um fator relevante para sua crescente adoção na odontologia (BENIC *et al.* 2019; SAMPAIO *et al.* 2023).

Outra aplicação do sistema CAD/CAM na área protética é a confecção de pinos intrarradiculares fresados. Esses pinos podem ser fabricados por diferentes abordagens dentro do fluxo digital. Entre as principais técnicas descritas na literatura estão: o escaneamento de um padrão em resina quimicamente ativada ou de um modelo obtido por meio da moldagem do conduto radicular; a obtenção do pino e núcleo a partir do escaneamento do modelo previamente confeccionado, preparado com auxílio de um scanbody específico para conduto; o escaneamento direto do conduto radicular com o uso do scanbody; e, ainda, o escaneamento intraoral direto do conduto sem a utilização desse dispositivo (DANTAS *et al.* 2020; LOPES *et al.* 2024).

Estudos comparativos entre pinos pré-fabricados e pinos confeccionados por meio da tecnologia CAD/CAM demonstram que os pinos obtidos pelo fluxo digital apresentam desempenho biomecânico superior, principalmente em razão da melhor adaptação ao canal radicular. Essa adaptação mais precisa favorece o aumento da retenção friccional e reduz a presença de espaços vazios entre o pino e as paredes do canal, o que, conseqüentemente, resulta em uma menor espessura da camada de agente adesivo ou de cimento resinoso (COSTA 2016; LOPES *et al.* 2024).

Além disso, a personalização dos pinos por meio do sistema CAD/CAM mostrou não interferir negativamente na resistência à fratura dos remanescentes dentários. Pelo contrário, alguns estudos indicam que os pinos fresados apresentam maior resistência à fratura quando comparados aos pinos pré-fabricados, reforçando

o potencial dessa tecnologia para melhorar o desempenho clínico e a longevidade das restaurações protéticas (NOVAIS *et al.* 2016; COSTA 2016; LOPES *et al.* 2024).

Ainda no contexto de prótese, a tecnologia CAD/CAM possibilitou a confecção de próteses totais através desse sistema, sendo possível ser realizada por quatro sistemas diferentes, sendo eles por manufatura subtrativa (Weiland digital denture, Avadent e Ceramill full denture system) e por manufatura aditiva (Dentca), e o diferencial de cada sistema consiste no tipo de fresagem. Dentre as vantagens que podem ser citadas nesse processo de confecção via CAD/CAM, tem-se a diminuição de etapas clínicas e laboratoriais, consequentemente diminuindo risco de falhas como por exemplo a retração da polimerização da base dentária, permitindo uma melhor previsibilidade, alta precisão no ajuste e facilidade na duplicação dessas próteses se necessário (FREITAS *et al.* 2025).

As próteses digitais apresentam vantagens significativas, como a redução do tempo de produção e maior previsibilidade no controle do design, permitindo padronização e precisão durante as etapas laboratoriais. Em contrapartida, as próteses convencionais ainda demonstram consistência quanto às propriedades mecânicas, especialmente em virtude da polimerização realizada sob condições controladas e estáveis. Além disso, a tecnologia CAD/CAM aplicada à confecção de próteses totais ainda enfrenta limitações importantes. Entre os principais desafios estão a complexidade das etapas clínicas, como a moldagem, o registro da dimensão vertical de oclusão e a correta transferência da relação maxilomandibular, que permanecem semelhantes às exigidas no método convencional. Soma-se a isso a dificuldade na determinação precisa do plano oclusal mandibular e o elevado custo dos materiais e equipamentos envolvidos, fatores que podem aumentar significativamente os custos laboratoriais, tornando-os, em muitos casos, comparáveis aos das técnicas tradicionais (SMITH *et al.* 2021).

Apesar da crescente popularidade dos sistemas CAD/CAM e dos materiais cerâmicos de alta performance, observa-se ainda escassez de estudos que avaliem o comportamento dessas restaurações em longo prazo. Assim, embora os resultados iniciais sejam promissores, torna-se fundamental a realização de pesquisas com acompanhamento clínico prolongado para consolidar evidências quanto à durabilidade, estabilidade estética e impacto biológico dessas reabilitações. Dessa forma, a tecnologia CAD/CAM se apresenta como um avanço significativo na odontologia restauradora, mas sua consolidação definitiva depende do avanço

científico e da democratização do acesso aos recursos tecnológicos (ABREU *et al.* 2024).

Outra área que vem se beneficiando com o advento do sistema CAD/CAM é a ortodontia, no qual modelos criados digitalmente auxiliam no processo de diagnóstico de maloclusões, apinhamentos, overbite, overjet, discrepâncias de tamanhos dentários, simulação de tratamento, posicionamento de braquetes e estudo de sítio para mini-implantes, utilizados na ancoragem ortodôntica. Já em relação ao modelo de estudo propriamente dito, os modelos digitais podem ser usados na documentação assim como os tradicionais, obtendo-se os mesmos diagnósticos (HILGERT *et al.* 2009; BÓRIO; DEL SANTO; JACOB, 2017).

Segundo uma revisão sistemática relacionada à acurácia dos modelos digitais na ortodontia, a literatura aponta que estes podem ser utilizados na maioria dos casos ortodônticos, uma vez que os diagnósticos obtidos a partir desses modelos se mostram semelhantes aos realizados em modelos tradicionais de gesso. Além disso, estudos demonstram que as mensurações de espaço realizadas em modelos digitais por meio de softwares apresentam resultados clinicamente aceitáveis e reproduzíveis, quando comparadas às análises convencionais. Por outro lado, há evidências de que a acurácia dos modelos digitais pode ser superior quando obtida por meio da técnica indireta, ou seja, pelo escaneamento de um modelo físico previamente confeccionado, em comparação à técnica direta intraoral. Essa diferença é atribuída a fatores clínicos como a movimentação do paciente, o espaço intrabucal limitado e a presença de umidade e saliva, que podem interferir no processo de captura das imagens. Ainda assim, a técnica direta apresenta níveis satisfatórios de acurácia e estabilidade, sendo considerada uma alternativa viável ao uso de modelos em gesso na prática clínica (JACOMO *et al.* 2021).

A radiografia dentária panorâmica apresenta-se como um exame amplamente utilizado na prática odontológica por fornecer uma visão abrangente da anatomia maxilomandibular, permitindo a avaliação simultânea de diversas estruturas em uma única tomada radiográfica. Além disso, caracteriza-se por apresentar uma exposição relativamente baixa à radiação quando comparada a outros exames de imagem e de fácil realização por precisar de pouca abertura bucal, o que a torna uma ferramenta útil para triagem e diagnóstico de condições comuns, como cárie, doença periodontal e patologias como cistos e tumores na região maxilo-mandibular. Entretanto, apesar de sua ampla aplicabilidade, tem como desvantagens a perda em detalhes

anatômicos quando comparados a radiografias periapicais intrabuciais, grande sobreposição de estruturas, dificultando ou até mesmo mascarando patologias e distorção de imagem. Ainda corroborando com suas desvantagens, estudos demonstraram que exposição à radiação ionizante pode estar associada ao desenvolvimento de doenças hereditárias em descendentes e aumento do risco de câncer a longo prazo, como cérebro e tireoide, sendo esse risco mais relevante em crianças e jovens, cujos tecidos apresentam maior radiosensibilidade. Dessa forma, a probabilidade de efeitos adversos está diretamente relacionada à dose recebida, reforçando que não apenas a radiografia panorâmica, mas todos os exames que utilizam radiação ionizante devem ser criteriosamente indicados e realizados apenas quando realmente necessários (ALIASGHARZADEH *et al.* 2020; TAMAM *et al.* 2021; SCHULZE, 2020; ARAÚJO *et.* 2025; COSTA; VIDIGAL, 2024).

As radiografias intrabuciais, como periapicais e interproximais, são amplamente utilizadas como apoio no diagnóstico de lesões de cárie, especialmente em regiões proximais e margens de restaurações, embora ainda apresentem limitações decorrentes da sobreposição de estruturas, como cúspides e contatos dentários. Uma revisão sistemática mostrou que cerca de 60% dos dentistas utilizam radiografias para diagnosticar cárie proximal, 79% para lesões em margens restauradoras e 64% recorrem ao exame clínico para identificar cárie oclusal, evidenciando a importância da associação entre métodos clínicos e radiográficos. Além da correta indicação do exame, o cirurgião-dentista deve ser capaz de interpretar adequadamente as imagens, podendo se guiar por métodos de classificação radiográfica baseada na profundidade da desmineralização (E0 a D3), que permite avaliar o estágio da lesão e orientar a conduta clínica. Segundo essa mesma revisão, com auxílio de radiografias interproximais, foram feitas a identificação de cerca de 25% das lesões de cárie proximais posteriores, evidenciando sua contribuição no processo diagnóstico. No entanto, aproximadamente 33% das superfícies analisadas não puderam ser avaliadas adequadamente devido à sobreposição de estruturas dentárias, o que limita a interpretação das imagens (MAZZAROLO *et al.* 2022).

Em relação aos sistemas radiográficos, tanto os métodos convencionais quanto os digitais apresentam acurácia diagnóstica semelhante, porém os sistemas digitais oferecem vantagens importantes, como redução de até 80% na exposição de radiação dos pacientes, ferramentas de zoom e contraste, facilidade de armazenamento, transmissão das imagens e eliminação dos erros de processamento dos filmes,

reduzindo o tempo de obtenção e aumentando a qualidade da análise. Comparações entre sistemas digitais direto e indireto (placas de fósforo) indicam que ambos fornecem imagens adequadas para diagnóstico, sendo as placas de fósforo mais confortáveis ao paciente por serem finas e flexíveis, enquanto o sistema direto permite visualização imediata e menor custo operacional. Outros autores citam como desvantagem do sistema digital radiográfico a dependência de um computador, alto custo inicial e de manutenção do sistema digital, a necessidade de aprendizado específica do sistema e no caso do sistema direto, sensores maiores e mais rígidos quando comparados ao filme radiográfico (MAZZAROLO *et al.* 2022; COSTA; VIDIGAL, 2024).

No contexto da digitalização de imagens, a análise digital dos exames radiográficos representa um avanço significativo para a odontologia, eliminando a necessidade de filmes e facilitando o armazenamento, o compartilhamento e a comunicação entre profissionais e pacientes. Além disso, as radiografias digitais permitem o uso de ferramentas que auxiliam na visualização e interpretação das imagens, contribuindo para diagnósticos mais precisos e eficientes. Outro benefício importante é a redução da dose de radiação ao paciente, uma vez que os sensores digitais apresentam maior sensibilidade quando comparados aos sistemas convencionais. Segundo uma revisão sistemática sobre formatos de arquivos radiográficos, os formatos mais utilizados em radiografias digitais diretas são JPEG e TIFF. Em relação à qualidade da imagem, não foram encontradas diferenças significativas que impactem a capacidade diagnóstica, mesmo formatos com maior taxa de compressão podem ser empregados sem comprometer a qualidade radiográfica, sem prejuízos na interpretação das imagens. Avançando ainda mais nesse cenário tecnológico, a inteligência artificial tem contribuído para tornar o processo diagnóstico mais rápido e eficiente, auxiliando na identificação de alterações e na interpretação das imagens. No entanto, é fundamental ressaltar que essas novas tecnologias devem ser integradas à prática odontológica de forma complementar, sempre associadas à atuação de profissionais capacitados, garantindo maior segurança, precisão e qualidade no fluxo de diagnóstico (MACIEL *et al.* 2021; SCHULZE, 2020; VIANA *et al.* 2024; ARAÚJO *et al.* 2025).

Os avanços na radiologia odontológica também incluem o desenvolvimento de sistemas radiográficos portáteis movidos a bateria, que podem ser transportados para regiões com acesso limitado a equipamentos convencionais, ampliando o uso desses

exames complementares em diferentes contextos clínicos e permitindo a realização de procedimentos odontológicos em áreas onde anteriormente não seria possível, contribuindo para a expansão do atendimento e do diagnóstico. Paralelamente, alternativas aos exames que utilizam radiação ionizante vêm sendo estudadas, como a ressonância magnética, que oferece uma opção altamente segura por não utilizar radiação, embora seu alto custo ainda seja um fator limitante. O ultrassom também se destaca como uma alternativa promissora na odontologia, por ser um exame indolor, não invasivo, acessível e livre de radiação ionizante, sendo o ultrassom Doppler capaz de avaliar o fluxo sanguíneo na região bucal e facial, auxiliando na detecção de bloqueios, estreitamentos, tumores e malformações congênitas vasculares (STAM, 2021; ARAÚJO *et al.* 2025).

Em relação às questões jurídicas, as radiografias digitais ainda geram inseguranças quanto à possibilidade de adulteração de imagens e à validade dos documentos eletrônicos. Nesse contexto, uma revisão sistemática destacou a importância dos Certificados Digitais, que consistem em ferramentas eletrônicas capazes de garantir autenticidade, integridade e segurança jurídica aos arquivos digitais. Assim, é fundamental que o cirurgião-dentista tenha conhecimento sobre esse recurso e o utilize na prática clínica, sendo sua adoção altamente recomendada por razões éticas e legais, pois contribui para a confiabilidade dos exames e para a proteção profissional e do paciente (COSTA; VIDIGAL, 2024).

Como já citado anteriormente neste trabalho, a sobreposição de estruturas pertinente aos exames radiográficos pode comprometer a visualização adequada de determinadas regiões. Nesse contexto, exames tridimensionais, como a tomografia computadorizada de feixe cônico, apresentam grande valor na odontologia diagnóstica devido à sua maior acurácia e detalhamento anatômico, embora não sejam considerados necessários para diagnósticos rotineiros, devendo sua indicação ser restrita a casos específicos. Ainda assim, as radiografias panorâmicas mantêm sua relevância clínica por serem menos invasivas, realizadas em uma única tomada e possibilitarem a visualização da cavidade bucal como um todo e estruturas como mandíbula, fossa nasal e vértebras cervicais, oferecendo uma visão geral importante para o planejamento odontológico (TAMAM *et al.* 2021; ARAÚJO *et al.* 2025).

Segundo um estudo comparativo entre detecção de lesão de furca em molares através da tomografia computadorizada de feixe cônico, análise clínica e cirúrgica, a avaliação clínica e a TCCB não apresentaram alta concordância com o padrão-ouro

(avaliação intraoperatória – ISE), com valores de acurácia inferiores a 80% para a detecção de lesões de furca, indicando a necessidade de cautela na prescrição e interpretação desse exame para essa finalidade. Já outros estudos demonstraram que as medidas de lesões de furca obtidas por TCCB são semelhantes às encontradas na avaliação intraoperatória, embora haja tendência de subestimação, como observado nos envoltimentos de furca, que apresentaram subestimação de 14,2% pela TCCB, sendo esse resultado também relatado por outros autores (3, 5 e 10). Observou-se ainda que o sítio distal foi melhor diagnosticado ( $p < 0,05$ ) quando comparado aos sítios vestibular e mesial, e que a concordância geral entre a TCCB e a avaliação intraoperatória foi moderada para o envolvimento de furca ( $k = 0,519$ ) e fraca para a perda óssea horizontal ( $k = 0,367$ ). Apesar de apresentar alta sensibilidade na detecção da presença de lesões de furca (92,7%), a TCCB mostrou-se menos eficaz na exclusão de falsos positivos, o que deve ser considerado na interpretação dos exames. Além disso, em relação às análises de perda óssea horizontal e vertical, a TCCB não se mostrou um método preciso para lesões incipientes, reforçando que a avaliação clínica permanece fundamental para o diagnóstico precoce. Dessa forma, a indicação da TCCB deve ser criteriosa e restrita a situações de real necessidade, uma vez que envolve exposição à radiação e, em muitos casos de avaliação de lesões de furca, o risco pode superar o benefício (OLIVEIRA *et al.* 2021; CARNEVALE *et al.* 1998; PAJNIGARA *et al.* 2016).

Já a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) não apresenta superioridade significativa em relação à radiografia convencional para detecção de cáries proximais, embora seja mais precisa na avaliação da profundidade das lesões; devido ao maior custo e a exposição quatro vezes maior à radiação em relação às radiografias, sua indicação deve ser restrita a situações em que os exames radiográficos convencionais não atendam às necessidades diagnósticas (MAZZAROLO *et al.* 2022; CALAZANS *et al.* 2023).

A inteligência artificial (IA) tem se consolidado como uma importante ferramenta na odontologia, podendo ser aplicada desde a análise de imagens até o diagnóstico de condições bucais e o auxílio em procedimentos cirúrgicos complexos. Estudos demonstram que a IA apresenta alta precisão na detecção de cáries, lesões periodontais, tumores orais e outras patologias, permitindo diagnósticos mais rápidos e eficazes, especialmente quando essas condições são identificadas em estágios iniciais, o que favorece tratamentos menos invasivos e com melhores prognósticos.

Além disso, por meio de redes neurais convolucionais, torna-se possível acompanhar a progressão de doenças e auxiliar no planejamento terapêutico, reduzindo o tempo clínico e minimizando erros humanos, o que contribui para maior segurança e eficiência no atendimento odontológico (TOLEDO, 2024).

O ameloblastoma e o queratocisto odontogênico estão entre as lesões odontogênicas mais comuns na mandíbula e apresentam aspectos clínicos e radiográficos semelhantes, como lesões radiolúcidas uni ou multiloculares, reabsorção de raízes adjacentes e expansão da cortical óssea, o que dificulta o diagnóstico diferencial em radiografias panorâmicas e pode comprometer o planejamento terapêutico considerando que o ameloblastoma apresenta comportamento mais agressivo e requer remoção cirúrgica com margem de segurança, já o queratocisto pode ser tratado de forma mais conservadora; nesse contexto, foi realizado um estudo, desenvolvendo algoritmo da inteligência artificial associada ao deep learning, por meio do uso de redes neurais convolucionais (CNN), que permitem a extração automática de características das imagens radiográficas, capturando padrões objetivos e características de alto nível devido à profundidade da rede, sendo observado em estudos experimentais que estruturas paralelas de CNN apresentam desempenho superior a modelos pré-treinados isolados e que o uso de transfer learning tende a ser mais eficaz do que o treinamento do modelo do zero, alcançando acurácia superior à de estudos anteriores e fornecendo recomendações mais confiáveis aos especialistas em cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial antes da intervenção cirúrgica, contribuindo para um diagnóstico mais preciso e para uma tomada de decisão clínica mais segura (LIU *et al.* 2021).

Outro aspecto relevante é a personalização dos tratamentos, uma vez que a IA permite analisar grandes volumes de dados prévios dos pacientes e sugerir condutas terapêuticas mais individualizadas, ajustadas às necessidades e particularidades de cada caso. Essa aplicação é especialmente evidente na ortodontia, onde a tecnologia pode prever o movimento dentário e otimizar o uso de alinhadores, bem como na odontologia estética e reabilitadora, auxiliando no planejamento de facetas, coroas e implantes, garantindo resultados mais previsíveis e esteticamente satisfatórios. Além da prática clínica, a IA também tem sido aplicada na odontologia legal, permitindo a identificação humana por meio da comparação de imagens dentárias com alta precisão, contribuindo para a resolução de casos forenses (TOLEDO, 2024).

A aplicação da inteligência artificial também se estende à pesquisa acadêmica e ao desenvolvimento de novos materiais e técnicas odontológicas. A análise de grandes conjuntos de dados possibilita prever o comportamento de materiais dentários sob diferentes condições, acelerando o processo de pesquisa e desenvolvimento e contribuindo para a criação de produtos mais eficientes e duradouros, como cimentos, resinas e cerâmicas. Por meio de simulações preditivas, a IA pode identificar padrões de falhas e sugerir ajustes na composição dos materiais, tornando os ajustes mais precisos. Na área da epidemiologia, a tecnologia permite analisar padrões de doenças bucais em diferentes populações, identificar fatores de risco e prever surtos de doenças, contribuindo para uma gestão mais eficiente da saúde pública e para o direcionamento de estratégias preventivas baseadas em dados coletados em larga escala. Além disso, a IA pode otimizar triagens, agendamentos e acompanhamentos em regiões carentes, superando barreiras logísticas e geográficas e ampliando o acesso aos serviços odontológicos (TOLEDO, 2024).

Apesar dos inúmeros benefícios, a utilização da inteligência artificial na odontologia ainda enfrenta desafios importantes, principalmente relacionados a questões éticas e legais, como a segurança e a privacidade dos dados dos pacientes e a definição de responsabilidade em casos de erros do sistema. Outro fator limitante é o custo e a recente introdução dessas tecnologias, o que ainda dificulta o acesso para muitos profissionais. Dessa forma, torna-se crucial que o uso da IA seja acompanhado por rigoroso controle ético e regulamentar, garantindo que os avanços tecnológicos sejam utilizados de forma segura e responsável, sempre priorizando a proteção dos pacientes e a qualidade do atendimento. Assim, a inteligência artificial se apresenta como uma ferramenta promissora para a odontologia moderna, desde que sua implementação seja realizada de maneira consciente, equilibrando inovação tecnológica com responsabilidade ética e profissional (TOLEDO, 2024).

## 5 CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que a odontologia digital representa um importante avanço na prática odontológica, contribuindo para a modernização dos processos clínicos e laboratoriais. As tecnologias digitais não substituem o cirurgião-dentista, mas atuam como ferramentas auxiliares que ampliam a capacidade diagnóstica, terapêutica e de planejamento, sendo fundamental a atuação de profissionais capacitados para garantir o uso seguro e eficiente desses recursos.

No que se refere ao escaneamento intraoral, aos sistemas CAD/CAM e às radiografias digitais, observa-se que, embora os resultados técnicos sejam semelhantes aos das técnicas convencionais, as ferramentas digitais apresentam vantagens significativas, como maior agilidade nos processos, melhor organização do fluxo de trabalho, maior conforto ao paciente, facilidade de armazenamento e aprimoramento da comunicação clínica. Além disso, a inteligência artificial surge como um recurso promissor no diagnóstico por imagem, na pesquisa e na saúde pública, devendo ser utilizada com cautela e sempre em conjunto de profissionais capacitados.

Portanto, as tecnologias digitais consolidam-se como ferramentas essenciais na odontologia contemporânea, promovendo maior eficiência e praticidade na rotina clínica. Contudo, o alto custo dos equipamentos e manutenção, somados à necessidade de capacitação profissional ainda representam desafios para sua ampla implementação na odontologia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Elizangela Andrade de; GALDINO, Jade; BAEDER, Fernando Martins; ZAFFALON, Gabriela Traldi; BAPTISTA, Ricardo dos Santos; CORAZZA, Paola Fernanda Leal. Uso do sistema Computer Aided Design–Computer Aided Manufacturing (CAD-CAM) com suas indicações, vantagens e desvantagens: uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 9, 2024.

AHLHOLM, P.; SIPILÄ, K.; VALLITTU, P.; JAKONEN, M.; KOTIRANTA, U. Digital versus conventional impressions in fixed prosthodontics: a review. **Journal of Prosthodontics**, v. 27, n. 1, p. 35-41, jan. 2018.

AHLOM P, SIPILÄ K, VALLITTU P, JAKONEN M, KOTIRANTA U. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. **J Prosthodont**, v. 27, n. 1, p. 35-41, Jan, 2018.

ALBDOUR, E. A.; SHAHEEN, E.; VRANCKX, M.; MANGANO, F. G.; POLITIS, C.; JACOBS, R. A novel in vivo method to evaluate trueness of digital impressions. **BMC Oral Health**, v. 18, n. 1, p. 117, jul. 2018.

ALIASGHARZADEH, Akbari; KHEZERLOO, Davood; FARHOOD, Bagher; MOHSENI, Mehran; MORADI, Habiballah; MORTEZAZADEH, Tohid. Measuring the dose–width product and proposing the local diagnostic reference level in panoramic dental radiography: a multi-center study from Iran. **Oral Radiology**, v. 37, p. 80-85, 2021.

ALVES, Carla Luiza de Oliveira; MAIA, Carolayne Fernandes Lopes; MOURA, Jucielle Batista de; ANDRADE, Karina Lane Campos; RODRIGUES, Ricardo Antônio Alpino. Sistema Cad/Cam: Uma Ferramenta Digital na Odontologia Atual. **Revista Saúde em Foco**, v. 9, n. 2, p. 40-57, mai./ago. 2022

ANGÉLICO, Giovanna Letícia; JACOMO, Beatriz; QUIUDINI JÚNIOR Paulo Roberto. Modelos Digitais em Impressão 3d. **Revista Interciência – IMES Catanduva**, v. 1, n. 5, 2021.

ARAKIDA T; KANAZAWA M; IWAKI M; SUZUKI T; MINAKUCHI S. Evaluating the influence of ambient light on scanning trueness, precision, and time of intraoral scanner. **J Prosthodont Res**, v.62, n.3, p. 324-329, jul. 2018.

ARAÚJO, A. L. S.; SILVA, J. M.; BRANDÃO, K. S. M.; FREITAS, M. L. A.; SALES, M. L.; FERREIRA, S. K. R.; MELO, E. L.; FREIRE, W. P. Avanços na Odontologia com o Advento das Tecnologias Digitais. **Archives of Health Investigation**, v. 13, n. 6, p. 1935-1940, jun. 2024.

ARAÚJO, Lucyula Conceição Pimentel; POLONIATO, Mariana Pimentel; SIMIÃO, Bruno Ricardo Huber. A eficácia da radiologia na precisão diagnóstica na prática odontológica: uma revisão sistemática. **Contemporary Journal** v.5, n. 5, p. 01-21, 2025.

BENIC GI, SAILER I, ZELTNER M, GÜTERMANN JN, ÖZCAN M, MÜHLEMANN S. Randomized controlled clinical trial of digital and conventional workflows for the fabrication of zirconia-ceramic fixed partial dentures. Part III: Marginal and internal fit. **J Prosthet Dent**, v. 121, n. 3, p. 426-431, Mar, 2019.

BOEDDINGHAUS, M.; BRELOER, E. S.; REHMANN, P.; WÖSTMANN, B. Accuracy of single-tooth restorations based on intraoral digital and conventional impressions in patients. **Clinical Oral Investigations**, v. 19, p. 2027-2034, 2015.

BORGES L, LIMA EMCX, CARVALHO A. O uso do sistema CAD/CAM para confecção de próteses fixas: aplicações e limitações. **Journals Bahiana**, v. 11, n. 2, p. 159-166, 2020.

BÓSIO, José Antônio.; DEL SANTO, Marinho; JACOB, Helder Baldi; Odontologia Digital Contemporânea – Scanners Intraorais Digitais. **Rev Orthod. Sci. Pract**, v. 10, n. 39, p.355-362, jan-2017.

CALAZANS, Maria Alice Andrade; ALCOFORADO, Maria de Lourdes Melo Guedes; MADEIRO, Francisco. Técnicas de Processamento Digital de Imagens e Inteligência Artificial Aplicadas ao Diagnóstico Odontológico. **Simpósio brasileiro de computação aplicada à saúde (SBCAS)**, p. 132-137, 2023.

CARMO, Larissa Cunha do; CRESCENCIO, Livia Ramalho; LOURENÇO, Emanuelle Stellet; SILVA, Luma Barbara Moreira da; OLIVEIRA, Gustavo; CASADO, Priscila Ladeira; MACHADO, Aldir Nascimento; PEREIRA, Carlos Henrique Sardenberg. O emprego da moldagem digital na prática odontológica - relato de caso. **Rev. Flum. Odontol. (Online)** , v.1, n.66, p. 144-154, jan-abr.2025

CARNEVALE, G.; PONTORIERO, R.; DI FEBBO, G. Long-term effects of root-resective therapy in furcation-involved molars: a 10 year longitudinal study. **Journal of Clinical Periodontology**, v. 25, p. 209-214, 1998.

CATTONI, F.; CHIRICO, L.; MERLONE, A.; MANACORDA, M.; VINCI, R.; GHERLONE, E. F. Digital smile designed computer-aided surgery versus traditional workflow in “all on four” rehabilitations: a randomized clinical trial with 4-years follow-up. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, p. 3449, 2021.

CATTONI, F.; MASTRANGELO, F.; GHERLONE, E. F.; GASTALDI, G. A new total digital smile planning technique (3D-DSP) to fabricate CAD-CAM mockups for esthetic crowns and veneers. **International Journal of Dentistry**, v. 2016, p. 6282587, 2016.

CECHELERO, Eduarda Bianchini; BELLAN, Mariá Cortina; BISI, Maurício André. Análise comparativa de técnicas de escaneamento digital: estudo in vitro. **Archives of Health Investigation**, v. 10, n. 2, p. 248–254, 2020.

CHISNOIU, A. M.; STAICU, A. C.; KUI, A.; CHISNOIU, R. M.; IACOB, S.; FLUERAȘU, M.; BUDURU, S. Smile design and treatment planning: conventional versus digital – a pilot study. **Journal of Personalized Medicine**, v. 13, p. 1028, 2023.

COACHMAN, Christian; BOHNER, Lauren; JREIGE, Camila Sales; SESMA, Newton; CALAMITA, Marcelo. Interdisciplinary guided dentistry, digital quality control, and the “copy-paste” concepts. **Journal of Esthetic & Restorative Dentistry**, v. 33, n. 7, p. 982-991, out, 2021.

COSTA RG, CORRER GM, RACHED RN. Efeito de retentores intrarradiculares personalizados em CAD/CAM na micromorfologia do filme de cimentação e na força de fratura de dentes tratados endodonticamente. **Tese: Pontifícia Universidade Católica Do Paraná**, 2016.

DALAFINI, Lucas Medeiros; VINHA, Thais da Costa; SANTOS, Andrezza Cristina Moura. A importância da fotografia digital para o diagnóstico e aperfeiçoamento das técnicas em procedimentos odontológicos. **Revista Científica Unilago**, v. 1, n. 1, 2022.

DANTAS RA, DELGADO LA, ROLIM AKA, MARTINS JN, ORTEGA VL, RAMOS GG. Comparação da resistência de pino intrarradicular de fibra de vidro com pino experimental confeccionado pela tecnologia CAD/CAM. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, 2020.

FILGUEIRAS A, MAIOR BSS, PINTO DG, FERRAREZ LL, OLIVEIRA MF, FREITAS TAC. Aplicabilidade clínica dos avanços da tecnologia CAD-CAM em Odontologia. **HU Revista**, 2019.

FREIRE, Y.; GONZALO, E.; LOPEZ-SUAREZ, C.; SUAREZ, M. J. Marginal fit of CAD/CAM monolithic ceramic and metal-ceramic crowns. **Journal of Prosthodontics**, v. 28, n. 3, p. 299-304, 2019.

FREITAS L. C.; MARTINS L. B. C.; CAPUTO R. S.; OLIVEIRA F. B. DE; COSTA T. E.; ROSAL. H.; FALABELLA M. E. V.; MIRANDA J. S.; CARVALHO R. L. A. DE; LEITE F. P. P. Tecnologia CAD/CAM versus técnica de prótese total convencional: uma revisão sistemática. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 25, n. 6, Jun. 2025.

FUEKI K, INAMOCHI Y, WADA J, ARAI Y, TAKAICHI A, MURAKAMI N, UENO T, WAKABAYASHI N. A systematic review of digital removable partial dentures. Part I: Clinical evidence, digital impression, and maxillomandibular relationship record. **J Prosthodont Res**, v. 66, n.1, p.40-52, Jan, 2022.

GARIB, D. G.; RAYMUNDO JÚNIOR, R.; RAYMUNDO, M. V.; RAYMUNDO, D. V.; FERREIRA, S. N. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 12, n. 2, p. 139-156, mar./abr. 2007.

GAUCH, Gabriela Lustosa; LIMA, Marcos Alexandre Albuquerque; OLIVEIRA, Alessandra Reis Bastos de. Odontologia Digital: uma opção para planejamento das reabilitações orais. **REAL: Repositório Institucional**, v. 2, n. 2, 2023.

GOMES, A. C. A.; VASCONCELOS, B. C. E.; SILVA, E. D. O.; ALBERT, D. G. M. Verificação dos sinais radiográficos mais frequentes da relação do terceiro molar inferior com o canal mandibular. **Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial**, v. 4, n. 4, p. 252-257, out./dez. 2004.

GOMES, B. A.; ALMEIDA, I. N. T.; SILVA, E. V. F.; LIRA, A. F.; LÉON, B. L. T. Reabilitação Oral com Laminados Cerâmicos utilizando Escaneamento Digital: Relato de Caso. **Archives of Health Investigation**, v. 11, n. 3, p. 469-475, 2021.

HAITER NETO, Francisco; KURITA, Lucio M.; CAMPOS, Paulo S. **Diagnóstico por imagem em odontologia**. 1. ed. São Paulo: Napoleão, 2018.

HILGERT, L.A. et al. Odontologia Restauradora com Sistemas CAD/CAM: o Estado Atual da Arte Parte 1 – Princípios de Utilização Clínica. **International Journal of Brazilian Dentistry**. v. 5, n. 3, p. 294-303, 2009.

HUSAIN, A. A.-H.; Lie, S. A. N.; Sandhu, S.; WAGNER, M. E. H.; et al. Magnetic resonance imaging in dental, oral and maxillofacial trauma: a systematic review. **Journal of Craniomaxillofacial Surgery**, v. 53, n. 9, p. 1438-1454., 2025.

ILVA, D. S.; CARDOSO, F. B.; FERNANDES, A. S. Odontologia digital: impressão 3D e sua aplicabilidade na reabilitação oral. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 7, n. 9, p. 1-10, 2024.

JAIN, A.; BHUSHAN, P.; MAHATO, M.; SOLANKI, B. B.; DUTTA, D.; HOTA, S.; RAUT, A.; MOHANTY, A. K. The Recent Use, Patient Satisfaction, and Advancement in Digital Smile Designing: A Systematic Review. **Cureus**, v. 16, n. 6, 2024.

JARDIM, Jerusa; DIAS DA SILVEIRA, Heraldo Luís; DA SILVEIRA TIECHER, Priscila Fernanda; BOESSIO VIZZOTTO, Mariana; ASSEIN ARÚS, Nádia. Inteligência artificial aplicada aos exames de imagem odontológicos: uma revisão da literatura. **Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre**, v. 64, 2023.

JOLIVET, G., HUCK O, PETIT C. Evaluation of furcation involvement with diagnostic imaging: a systematic review. **Dentomaxillofacial Radiology**, v.52, n.8 2022.

LIBERATO, W. F.; BARRETO, I. C.; COSTA, P. P.; DE ALMEIDA, C. C.; PIMENTEL, W.; TIOSSI, R. A comparison between visual, intraoral scanner, and spectrophotometer shade matching: a clinical study. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 121, p. 271-275, 2019.

LIMA, A.E.C.; FALCÃO FILHO, H.B.L.; PARANHOS, H.F.O. Evaluation of mechanical properties of CAD/CAM ceramic systems: literature review. RGO – **Revista Gaúcha de Odontologia**, out. 2020.

LIMA, V.; PINHO, L. C. Odontologia Digital. **Revista Cathedral**, v. 5, n. 3, p. 47-57, Set, 2023.

LIU, Zijia; LIU, Jiannan; ZHOU, Zijie; ZHANG, Qiaoyu; WU, Hao; ZHAI, Guangtao; HAN, Jing. Differential diagnosis of ameloblastoma and odontogenic keratocyst by

machine learning of panoramic radiographs. **International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery**, v. 16, n. 3, p. 415-422, Mar. 2021.

LOPES JL, RODRIGUES W, FRASQUETTI K, MORAES GF, MANFRON ANT. O uso da tecnologia CAD-CAM na confecção de retentores intrarradiculares: revisão de literatura. **Revista Gestão e Saúde**, v.26, n.1, p.450-458, 2024.

MA, Y.; GUO, Y. Q.; SALEH, M. Q.; YU, H. Influence of ambient light conditions on intraoral scanning: a systematic review. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 68, n. 2, p. 237–245, Apr. 2024

MACIEL, E. R. C.; NASCIMENTO, E. H. L.; GAÊTA-ARAUJO, H.; PONTUAL, M. L. A.; PONTUAL, A. A.; RAMOS-PEREZ, F. M. M. Automatic exposure compensation in intraoral digital radiography: effect on the gray values of dental tissues. **BMC Medical Imaging**, v. 22, p. 1-7, 2022.

MAGALHÃES, Ana Amélia; SANTOS, Ana Teresa. Advancements in Diagnostic Methods and Imaging Technologies in Dentistry: A Literature Review of Emerging Approaches. **Journal of Clinical Medicine**, v. 14, n. 4, p. 1277, Fev. 2025.

MARQUES S, RIBEIRO P, FALCÃO C, LEMOS BF, RÍOS-CARRASCO B, RÍOS-SANTOS JV, HERRERO-CLIMENT M. Digital Impressions in Implant Dentistry: A Literature Review. **Int J Environ Res Public Health**, v. 18, n. 3, p. 1020, Jan, 2021.

MAZZAROLO, Gabriella; KREICH, Eliane Maria; FERNANDES, Ângela; COSTA, Thays Regina Ferreira da. Diagnóstico de lesões de cárie por imagem: revisão de literatura. **Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 28, n. 1, p. 6-21, jan./jun. 2022

MIRANDA-VIANA, Murilo; SAMPAIO-OLIVEIRA, Matheus; FONTENELE, Rocharles Cavalcante; FREITAS, Deborah Queiroz; HAITER-NETO, Francisco. Influence of the digital file format on radiographic image diagnosis in dentistry: scoping review. **Brazilian Oral Research**, 2024.

NOVAIS VR, RODRIGUES RB, SIMAMOTO JÚNIOR PC, LOURENÇO CS, SOARES CJ. Correlation between the Mechanical Properties and Structural Characteristics of Different Fiber Posts Systems. **Braz Dent J**, v. 27, n. 1, p. 46-51, Jan-Feb, 2016.

OCHOA-LÓPEZ G; CASCOS R; ANTONAYA-MARTÍN J L; REVILLA-LEÓN M; GÓMEZ-POLO M. Influence of ambient light conditions on the accuracy and scanning time of seven intraoral scanners in complete-arch implant scans. **J Dent**, v. 121, abr. 2022.

OLIVEIRA, Paula Rd; SOUSA, Thiago O; VALLADARES-NETO, José; SOUZA, João Antônio C; SILVA, Maria Ag; RORIZ, Virgílio M. Comparison of cone-beam computed tomography, clinical and surgical analysis for detection of maxillary molar furcation. **Acta Odontológica Latinoamericana**, v. 34, n. 3, p. 240-248, dez. 2021.

ORTENSI, L.; SIGARI, G.; LA ROSA, G. R.; FERRI, A.; GRANDE, F.; PEDULLÀ, E. Digital planning of composite customized veneers using digital smile design: evaluation of its accuracy and manufacturing. **Clinical and Experimental Dental Research**, v. 8, p. 537-543, 2022.

OUZER A. The Evolution and Fabrication of Implant-supported Full-arch Hybrid Prostheses: From Conventional Casted Metal to an All-Ceramic Zirconia. **N Y State Dent J**, v. 81, n. 6, p. 44-49, Nov, 2015.

PAJNIGARA, N.; KOLTE, A.; KOLTE, R.; PAJNIGARA, N.; LATHIYA, V. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography in identification and postoperative evaluation of furcation defects. **Journal of Indian Society of Periodontology**, v. 20, p. 386-390, 2016.

PEREIRA, B. N. M.; AMORIM, J. S. O diagnóstico por imagem em benefício da Odontologia atual – revisão de literatura. **Revista Cathedral**, v. 4, n. 1, p. 92-98, 2022.

PETERSON, L. J.; ELLIS III, E.; HUPP, J. R.; TUCKER, M. R. **Contemporary oral & maxillofacial surgery**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

POLIDO, Waldemar Daudt. Moldagens digitais e manuseio de modelos digitais: o futuro da odontologia. **Revista Dental Press Journal of Orthodontics**, Porto Alegre, v. 15, n. 5, p. 18-22, set./out. 2010.

REKOW, Dianne E. Digital dentistry: the new state of the art – is it disruptive or destructive?. **Dental Materials**, v. 36, n. 1, p. 9-24, 2020.

REVILLA-LEÓN, M.; JIANG, P.; SADEGHPOUR, M.; PIEDRA-CASCÓN, W.; ZANDINEJAD, A.; ÖZCAN, M.; KRISHNAMURTHY, V. R. Intraoral digital scans – part 1: influence of ambient scanning light conditions on the accuracy (trueness and precision) of different intraoral scanners. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 124, n. 3, p. 372-378, 2020.

ROH YH, KANG T, LIM C, NAM KW. Metal ion release according to leg length discrepancy in ceramic-on-metal hip arthroplasty. **Acta Ortop Bras**, v. 31, 2023.

ROSSI, N. R.; SILVA, J. F. G.; RODRIGUES, M. R.; KUKULKA, E. C.; GRANGEIRO, M. T. V.; PAES JUNIOR, T. J. A.. Aplicabilidade do digital smile design em reabilitações estéticas: revisão de literatura. **Journal of Dentistry & Public Health**, v. 11, n. 2, p. 139–147, 2020.

SAMPAIO, Mônica Prado; SANTOS, Ana Clara de Jesus; RODRIGUES, Giovanna Bessa. Fluxo digital na odontologia através do escaneamento intraoral em próteses fixas: revisão integrativa. **Revista Fluminense de Odontologia**, v. 3, n. 62, p. 75-87, set./dez. 2023.

SANTILLI, M.; REXHEPI, I.; D'ADDAZIO, G.; TAFURI, G.; MANCIOCCHI, E.; CAPUTI, S.; SINJARI, B. Clinical Applications and Mechanical Properties of CAD-CAM

Materials in Restorative and Prosthetic Dentistry: A Systematic Review. **Journal of Functional Biomaterials**, v. 14, n. 8, p. 431, Aug. 2023.

SANTOS, L. T. O.; OLIVEIRA, P. S. A.; CARVALHO, L. P.; SANTOS, L. O.; SANTANA CASTRO, K. M. A.; FRANÇA, M. M. C. Exames de imagens como diagnóstico complementar na odontologia. **Scientia Generalis**, v. 1, p. 57-57, 2020.

SAVEGNAGO, Gleica Dal'Ongaro; PINTO, Guilherme Vaz; SNOVARESKI, Carolina Fiorenza; HAMAD, Nathan de Oliveira; SERPA, Geraldo Fagundes; LIEDKE, Gabriela Salatino. Inteligência artificial na odontologia: uma revisão narrativa de literatura. **Revista da Faculdade de Odontologia - UPF (RFO)**, v. 29, n. 1, 2024

SCHULZE, R. K. W. Dentomaxillofacial Radiology in 2020—exciting developments ahead. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 49, n. 1, 2020.

SHIGUEMOTO, Camila S.; PACHECO, Leandro E.; BONA, Vitor S. Factors influencing the accuracy of intraoral scanning. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 14, n. 1, Jan, 2025

SILVA, Gracileyde Pinheiro; SOUSA NETO, Aluisio Cruz; PEREIRA, Adriana de Fátima Vasconcelos; ALVES, Claudia Maria Coelho; PEREIRA, Antônio Luis Amaral; SERRA, Liana Linhares Lima. Classificação e tratamento de lesões de furca. **Revista de Ciências da Saúde**, v. 16, n. 2, jul./dez. 2014.

SILVA, Natanael Ricardo de Araújo; TEIXEIRA NETO, Olegário Antônio; REGES, Rogério Vieira; PEREIRA, Claudio Maranhão. Classificações aplicadas no diagnóstico por imagem na radiografia panorâmica para extração do terceiro molar inferior. **Revista Ciências & Odontologia**, v. 8, n. 2, 2024.

SILVA, Virna Andejara Lima da; PINHO, Larissa Cristine Ferreira de. Odontologia digital: scaneamento intraoral como uma opção de substituir materiais de moldagens convencionais. **Revista Cathedral**, v. 5, 2023.

SMITH PB, PERRY J, ELZA W. Economic and Clinical Impact of Digitally Produced Dentures. **J Prosthodont**, v. 30, p. 108-112, 2021.

STAMM, A. D. B.; LA PASTA, A. A.; MÜLLER, A. S.; ROLÓN LARA, M. C.; PUJOL, M. H.; VÁZQUEZ, D. J. Aplicación forense de tecnología radiográfica dental portátil en Argentina: estado actual y perspectivas futuras. **Revista de la Facultad de Odontología de la Universidad de Buenos Aires**, v. 36, n. 82, p. 49-55, 2021.

SYREK, A.; REICH, G.; RANFTL, D.; KLEIN, C.; CERNY, B.; BRODESSER, J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. **Journal of Dentistry**, v. 38, p. 553-559, 2010.

SYREK, A.; REICH, G.; RANFTL, D.; KLEIN, C.; CERNY, B.; BRODESSER, J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on

the principle of active wavefront sampling. **Journal of Dentistry**, v. 38, n. 7, p. 553-559, 2010.

TAISEER, S. Materials in digital dentistry-A review. **J Esthet Restor Dent**, v. 32, n. 2, p. 171-181, 2020.

TAKAICHI A, FUEKI K, MURAKAMI N, UENO T, INAMOCHI Y, WADA J, ARAI Y, WAKABAYASHI N. A systematic review of digital removable partial dentures. Part II: CAD/CAM framework, artificial teeth, and denture base. **J Prosthodont Res**, v. 66, n.1, p.53-67, Jan, 2022.

TAMAM, Nissren; ALMUQRIN, Aljawhara H.; MANSOUR, Soad; ELNOUR, Abdelrahman; MUSA, Mustafa; OMER, Hiba; SULIEMAN, Abdelmoneim; BRADLEY, D. A. Occupational and patients effective radiation doses in dental imaging. **Applied Radiation and Isotopes**, v. 177, 2021.

TOLEDO, A.P.C. Como a inteligência artificial está moldando o futuro da odontologia, com foco em diagnósticos bucais, desenvolvimento de materiais dentários e saúde pública. **Journal of Multidisciplinary Dentistry**, v. 10, n. 3, 2024.

VANLIOGLU, Burcin Akoglu; EVREN, Buket; YILDIZ, Coskun; ULUDAMAR, Altay; OZKAN, Yasemin Kulak. Internal and marginal adaptation of pressable and computer-aided design/computer-assisted manufacture onlay restorations. **The International Journal of Prosthodontics**, v. 25, n. 3, p. 262-264, maio/jun. 2012.

VARGHESE, P.; CHERIAN, B.; SUKUMARAN, B.; ANU, S.; JACOB, B. M.; RAJA, V. V. Analysis of geometric proportions on maxillary anterior teeth for esthetic smile design: an in vivo study. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences**, v. 13, p. S778-S782, 2021.

VEIGA JARDIM, Alexandre Fausto da; LIMA, Tainá Itana Coelho; ARAÚJO ESTRELA, Lucas R.; ESTRELA, Carlos. Metodologia para o uso de scanner intraoral em odontologia. **ROBRAC**, v. 32, n. 91,dez, 2023.

VIEIRA, Jaqueline Lino; VINHA, Thais da Costa. Odontologia Digital Contemporânea. **Revista Científica Unilago**, v. 1, n. 1, 2022.

VIVEK, R.; SINGH, A.; SONI, R.; SINGH, S. V.; CHATURVEDI, T. P. Conventional and digitally assisted shade matching: a comparative study. **Indian Journal of Dentistry**, v. 4, p. 191-199, 2013.

ZEITLER JM, REVILLA-LEÓN M, KOIS DE, ATT W, KOIS JC. An overview of the digital occlusion technologies: Intraoral scanners, jaw tracking systems, and computerized occlusal analysis devices. **J Esthet Restor Dent**. 2023, v.35, n,5, p.735-744, Abril 2023.