REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

USO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA ODONTOLOGIA: TENDÊNCIAS E DESAFIOS NA PRÁTICA PROFISSIONAL

USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN DENTISTRY: TRENDS AND CHALLENGES IN PROFESSIONAL PRACTICE

Ciências da Saúde • 22/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/795176266

Anilto Delise Donin
Roberta Tavares Marques
Thalita Xavier da Silva

RESUMO

O avanço das tecnologias digitais tem promovido transformações significativas na odontologia, modificando os processos de diagnóstico, planejamento e execução dos tratamentos. O presente estudo teve como objetivo analisar o uso das tecnologias digitais na odontologia contemporânea, abordando suas principais aplicações, benefícios, desafios e tendências na prática profissional. Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, com abordagem qualitativa e caráter descritivo, fundamentada em estudos científicos relacionados à odontologia digital. Foram abordadas tecnologias como scanners intraorais, sistemas CAD/CAM, radiologia digital, inteligência artificial e impressão tridimensional. A literatura analisada evidencia que essas ferramentas podem contribuir para a precisão de determinadas etapas clínicas, a otimização dos fluxos de trabalho, a comunicação entre profissionais e a personalização dos tratamentos. Entretanto, foram identificados desafios relacionados aos custos dos equipamentos, à necessidade de capacitação profissional, às limitações técnicas e às questões éticas. Conclui-se que as tecnologias digitais representam importantes instrumentos de apoio à prática odontológica, desde que utilizadas de maneira criteriosa, fundamentada em evidências científicas e associada ao conhecimento e ao julgamento clínico do cirurgião-dentista.

Palavras-chave: Odontologia digital; Tecnologia odontológica; CAD/CAM; Inteligência artificial; Impressão tridimensional.

ABSTRACT

The advancement of digital technologies has promoted significant transformations in dentistry, modifying diagnostic, treatment planning, and clinical procedures. This study aimed to analyze the use of digital technologies in contemporary dentistry, addressing their main applications, benefits, challenges, and trends in

professional practice. This is a narrative literature review with a qualitative and descriptive approach, based on scientific studies related to digital dentistry. Technologies such as intraoral scanners, CAD/CAM systems, digital radiology, artificial intelligence, and three-dimensional printing were addressed. The literature analyzed indicates that these tools can contribute to the accuracy of certain clinical procedures, workflow optimization, communication among professionals, and treatment personalization. However, challenges related to equipment costs, professional training, technical limitations, and ethical issues were identified. It is concluded that digital technologies represent important tools for supporting dental practice, provided that they are used carefully, based on scientific evidence, and combined with the knowledge and clinical judgment of the dental surgeon.
Keywords: Digital dentistry; Dental technology; CAD/CAM; Artificial intelligence; Three-dimensional printing.

1. INTRODUÇÃO

A odontologia contemporânea tem passado por transformações significativas em decorrência do desenvolvimento científico e da crescente incorporação de tecnologias digitais aos procedimentos clínicos e laboratoriais. Historicamente, a prática odontológica esteve fundamentada em métodos convencionais de diagnóstico, planejamento e execução de tratamentos, frequentemente dependentes de moldagens físicas, registros bidimensionais, modelos de gesso e processos laboratoriais predominantemente manuais (Joda et al., 2017).

Embora essas técnicas permaneçam relevantes e apresentem resultados clínicos satisfatórios quando adequadamente executadas,

o avanço dos recursos computacionais possibilitou o desenvolvimento de novas estratégias destinadas a aprimorar a precisão dos procedimentos, a comunicação entre profissionais e a previsibilidade dos tratamentos. Nesse contexto, a odontologia digital consolidou-se como um campo de inovação que integra sistemas de aquisição, processamento e fabricação, promovendo mudanças na maneira como os cirurgiões-dentistas coletam informações, elaboram planejamentos terapêuticos e executam intervenções clínicas (Joda et al., 2017).

A transição dos métodos analógicos para os sistemas digitais representa uma mudança que ultrapassa a simples substituição de equipamentos convencionais por dispositivos informatizados. Trata-se de uma reorganização dos fluxos de trabalho odontológicos, caracterizada pela possibilidade de obtenção, armazenamento, compartilhamento e manipulação de //informações clínicas em ambientes virtuais. Entre os recursos que contribuíram para essa transformação, destacam-se os scanners intraorais, os sistemas de desenho e fabricação assistidos por computador (CAD/CAM), a radiologia digital, a tomografia computadorizada de feixe cônico, os softwares de planejamento tridimensional e as tecnologias de manufatura aditiva. A integração dessas ferramentas permite a construção de modelos digitais das estruturas bucais e a elaboração de planejamentos individualizados, favorecendo a comunicação entre consultórios, laboratórios de prótese dentária e diferentes especialidades odontológicas. Entretanto, a utilização desses recursos exige compreensão de suas características técnicas, indicações clínicas e limitações operacionais, uma vez que a digitalização dos procedimentos não garante, isoladamente, resultados superiores aos obtidos por métodos convencionais (Mangano et al., 2017).

No âmbito da prática profissional, a incorporação das tecnologias digitais tem produzido repercussões importantes sobre a organização dos atendimentos, a execução de procedimentos restauradores e a relação estabelecida entre o cirurgião-dentista e o paciente. Os sistemas CAD/CAM, por exemplo, possibilitam o planejamento virtual de restaurações e próteses, enquanto os scanners intraorais oferecem alternativas às moldagens convencionais em determinadas situações clínicas (Alghazzawi, 2016; Mangano et al., 2017).

Paralelamente, as ferramentas de planejamento digital permitem a visualização prévia de propostas terapêuticas e facilitam a comunicação sobre as possibilidades e limitações dos tratamentos. Esses avanços podem contribuir para a otimização do tempo clínico, a redução de determinadas etapas laboratoriais e a padronização dos processos de produção. Contudo, os resultados dependem de fatores como a qualidade da aquisição dos dados, a experiência do operador, as características dos materiais empregados e a adequação dos protocolos utilizados (Alghazzawi, 2016; Mangano et al., 2017).

Outro aspecto relevante refere-se à ampliação das aplicações da inteligência artificial na odontologia, especialmente no processamento de imagens, na identificação de padrões e no desenvolvimento de sistemas de apoio ao diagnóstico. Por meio de algoritmos de aprendizado de máquina e aprendizado profundo, essas ferramentas podem ser treinadas para reconhecer determinadas características em exames radiográficos e auxiliar na identificação de alterações dentárias e estruturas anatômicas.

Apesar de seu potencial, a utilização clínica da inteligência artificial requer avaliação criteriosa da qualidade dos dados empregados, da capacidade de generalização dos modelos e da confiabilidade dos resultados apresentados. Além disso, questões relacionadas à transparência dos algoritmos, à proteção das informações dos pacientes e à responsabilidade profissional tornam necessária uma análise que considere não apenas o desempenho tecnológico, mas também suas implicações éticas e clínicas (Schwendicke; Samek; Krois, 2020).

Embora a expansão da odontologia digital apresente oportunidades de aprimoramento da assistência, sua implementação ainda enfrenta obstáculos que podem comprometer a adoção ampla e equitativa dessas ferramentas. Os investimentos necessários para aquisição e manutenção dos equipamentos, os custos de atualização dos softwares, a necessidade de treinamento especializado e as dificuldades de integração entre diferentes sistemas constituem fatores que influenciam a incorporação das tecnologias à rotina profissional.

Além disso, a disponibilidade de recursos digitais não elimina a necessidade de avaliação clínica individualizada, interpretação dos exames e seleção criteriosa das alternativas terapêuticas. Dessa forma, torna-se fundamental compreender que a eficiência dos sistemas digitais está relacionada não somente às suas características tecnológicas, mas também à capacidade do profissional de utilizá-los de maneira crítica, ética e fundamentada em evidências científicas.

Diante desse cenário, estabelece-se o seguinte problema de pesquisa: quais são as principais tecnologias digitais utilizadas na

odontologia contemporânea e de que maneira suas aplicações, benefícios e desafios influenciam a prática clínica e a atuação profissional do cirurgião-dentista? A investigação dessa problemática justifica-se pela necessidade de reunir e discutir conhecimentos científicos sobre as transformações tecnológicas no campo odontológico, considerando tanto suas contribuições para a qualidade dos serviços quanto as limitações que condicionam sua utilização.

Assim, o presente estudo tem como objetivo analisar o uso das tecnologias digitais na odontologia, abordando suas principais aplicações, benefícios, desafios e tendências, com ênfase nas repercussões para a prática profissional. Busca-se, sobretudo, evidenciar que a inovação tecnológica deve ser compreendida como instrumento de aperfeiçoamento da assistência, cuja efetividade permanece vinculada ao conhecimento científico, à competência técnica e ao julgamento clínico do cirurgião-dentista.

1.1. Objetivo Geral

Analisar o uso das tecnologias digitais na odontologia, abordando suas tendências, aplicações, benefícios e desafios na prática profissional.

1.2. Objetivos Específicos

- Identificar as principais tecnologias digitais utilizadas na odontologia contemporânea.

- Descrever suas aplicações na prática clínica.

- Avaliar os benefícios proporcionados ao profissional e ao paciente.

- Analisar os desafios e limitações na incorporação dessas tecnologias.

- Discutir as tendências futuras da odontologia digital.

1.3. Justificativa

O avanço das tecnologias digitais tem promovido mudanças significativas na Odontologia, transformando a forma como os profissionais realizam diagnósticos, planejam tratamentos e executam procedimentos clínicos. A incorporação de recursos digitais na prática odontológica tem ampliado as possibilidades de atuação clínica, favorecendo fluxos de trabalho mais integrados, precisos e previsíveis (Spagnuolo; Sorrentino, 2020; Tallarico, 2020).

Ferramentas como scanners intraorais, softwares de planejamento digital, sistemas CAD/CAM e impressão 3D têm contribuído para maior precisão, agilidade e previsibilidade nos tratamentos odontológicos. Os scanners intraorais, por exemplo, permitem a obtenção de imagens digitais da cavidade bucal, reduzindo etapas convencionais e proporcionando maior conforto ao paciente (Suese, 2020; Siqueira et al., 2021).

Além disso, o uso de tecnologias CAD/CAM e de impressão 3D tem possibilitado a confecção de restaurações, próteses, guias cirúrgicos e modelos odontológicos com maior padronização e eficiência (Costa et al., 2021; Suganna et al., 2022; Jeong et al., 2024).

Entretanto, apesar dos benefícios proporcionados por essas inovações, ainda existem desafios relacionados ao alto custo dos equipamentos, à necessidade de constante atualização profissional e à adaptação dos profissionais às novas tecnologias. Estudos apontam que a adoção da Odontologia Digital depende não apenas da disponibilidade de equipamentos, mas também do preparo técnico dos cirurgiões-dentistas, do domínio dos softwares e da aceitação das novas ferramentas no ambiente clínico (Hall et al., 2023; Gawali et al., 2024; Gebhardt et al., 2025).

Diante desse contexto, torna-se relevante discutir as tendências e os desafios do uso das tecnologias digitais na Odontologia, a fim de compreender seu impacto na prática clínica e sua contribuição para a evolução da área e para a melhoria da qualidade do atendimento aos pacientes. Assim, a Odontologia Digital representa uma importante tendência contemporânea, pois associa inovação tecnológica, planejamento individualizado e maior previsibilidade dos resultados clínicos (Watanabe; Fellows; An, 2022; Yildirim, 2024).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Odontologia Digital: Conceito E Evolução

A odontologia digital compreende a utilização integrada de tecnologias computacionais, sistemas de imagem, dispositivos de aquisição de dados e equipamentos de fabricação automatizada para auxiliar no diagnóstico, planejamento, execução e acompanhamento dos tratamentos odontológicos. Sua consolidação está relacionada à evolução da informática aplicada à saúde, ao aprimoramento dos métodos de digitalização

tridimensional e ao desenvolvimento de sistemas capazes de transformar informações anatômicas em modelos virtuais.

Diferentemente da abordagem convencional, caracterizada pela utilização predominante de registros físicos e procedimentos laboratoriais manuais, a odontologia digital possibilita que diferentes etapas do atendimento sejam realizadas mediante a aquisição, o processamento e o compartilhamento eletrônico de informações. Essa transformação tem contribuído para a reorganização dos processos clínicos, particularmente nas áreas de prótese dentária, implantodontia, ortodontia e odontologia restauradora (Alghazzawi, 2016).

A evolução tecnológica na odontologia ocorreu de maneira progressiva, acompanhando o desenvolvimento dos sistemas de desenho assistido por computador e fabricação computadorizada, conhecidos pela sigla CAD/CAM. Inicialmente, esses recursos apresentavam aplicações mais restritas à produção de determinadas restaurações indiretas, exigindo equipamentos específicos e conhecimentos técnicos especializados. Com o aprimoramento dos sistemas ópticos, dos programas de modelagem tridimensional e dos materiais odontológicos, suas possibilidades de utilização foram ampliadas, permitindo a confecção de diferentes tipos de restaurações e estruturas protéticas.

Segundo Alghazzawi (2016), o desenvolvimento dessas tecnologias modificou tanto os métodos de fabricação quanto as possibilidades de planejamento, contribuindo para a integração entre as etapas clínicas e laboratoriais. Entretanto, o autor destaca que a incorporação desses sistemas envolve investimentos elevados e exige treinamento adequado, demonstrando que o

desenvolvimento tecnológico também produz novas demandas para a formação profissional.

Nesse processo evolutivo, os scanners intraorais passaram a representar uma alternativa importante aos métodos tradicionais de moldagem, permitindo a obtenção de registros digitais diretamente das estruturas bucais. Esses equipamentos utilizam princípios ópticos para captar informações da superfície dos dentes e tecidos adjacentes, convertendo-as em representações tridimensionais que podem ser visualizadas e manipuladas em programas específicos. A digitalização permite reduzir determinadas etapas relacionadas à manipulação de materiais de moldagem, vazamento de modelos e transporte físico de registros. Contudo, a qualidade das imagens depende de condições clínicas, características dos equipamentos e habilidade do operador. Mangano et al. (2017), em revisão da literatura que reuniu 132 estudos, identificaram vantagens relacionadas ao conforto do paciente, à comunicação profissional e à organização dos procedimentos, mas também limitações em situações clínicas específicas, especialmente na obtenção de registros extensos e em determinadas aplicações implantodônticas.

A integração tecnológica também modificou a comunicação entre os profissionais envolvidos no tratamento odontológico. Nos procedimentos convencionais, a transferência de informações entre o consultório e o laboratório frequentemente depende do envio de moldagens, modelos físicos e registros complementares. Nos fluxos digitais, parte dessas informações pode ser compartilhada eletronicamente, permitindo que técnicos em prótese dentária e cirurgiões-dentistas participem de diferentes etapas do planejamento virtual.

Essa possibilidade favorece a revisão de projetos restauradores, a identificação antecipada de determinadas inconsistências e a organização dos processos produtivos. Apesar dessas contribuições, a integração efetiva depende da compatibilidade entre arquivos, softwares e equipamentos, sendo necessário considerar as limitações dos sistemas proprietários e os riscos associados à transferência inadequada de informações clínicas (Mangano et al., 2017).

Além das mudanças operacionais, a odontologia digital representa uma transformação nas competências exigidas dos profissionais. O cirurgião-dentista precisa compreender não apenas os fundamentos biológicos e técnicos dos procedimentos, mas também os princípios básicos de funcionamento das ferramentas utilizadas, suas indicações e possíveis fontes de erro. A obtenção de um modelo tridimensional, por exemplo, não elimina a necessidade de avaliação periodontal, análise oclusal, conhecimento dos materiais restauradores e planejamento individualizado.

Da mesma forma, a precisão de um equipamento não garante a adequação de uma intervenção quando o diagnóstico ou a indicação terapêutica são inadequados. Nesse sentido, a digitalização deve ser interpretada como uma ampliação dos recursos disponíveis para a prática profissional, e não como uma substituição dos conhecimentos científicos que fundamentam a assistência odontológica.

Portanto, a evolução da odontologia digital deve ser compreendida a partir de duas dimensões complementares: o aprimoramento dos recursos tecnológicos e a transformação dos processos de trabalho. A primeira envolve o desenvolvimento de equipamentos, programas

computacionais e métodos de fabricação; a segunda refere-se à necessidade de reorganização dos atendimentos, qualificação dos profissionais e integração entre diferentes áreas da odontologia. Essa compreensão é essencial para analisar criticamente a incorporação das inovações, uma vez que os benefícios associados à digitalização dependem das condições de implementação e da capacidade de selecionar as tecnologias mais adequadas às necessidades clínicas de cada paciente.

2.2. Principais Tecnologias Digitais Utilizadas na Odontologia

As tecnologias digitais utilizadas na odontologia podem ser classificadas conforme sua função nos processos de aquisição de informações, processamento computacional e produção de dispositivos ou estruturas odontológicas. Essa classificação permite compreender a maneira como diferentes equipamentos e programas participam de um mesmo fluxo de trabalho, desde a coleta inicial dos dados até a fabricação de restaurações, próteses e guias cirúrgicos.

Embora esses recursos possam ser empregados individualmente, sua integração representa uma das características mais importantes da odontologia digital, pois possibilita que informações obtidas em uma etapa sejam utilizadas nas fases subsequentes do planejamento e da execução clínica. Entre as tecnologias de maior relevância, destacam-se os scanners intraorais, a radiologia digital, os sistemas CAD/CAM, a inteligência artificial e os métodos de fabricação por fresagem e impressão tridimensional (Alghazzawi, 2016; Mangano et al., 2017).

2.2.1. Tecnologias de Aquisição de Dados: Scanners Intraorais e Radiologia Digital

Os scanners intraorais constituem dispositivos destinados à obtenção de impressões ópticas das estruturas bucais, permitindo a criação de modelos tridimensionais digitais. Seu funcionamento envolve a projeção e a captação de luz sobre as superfícies examinadas, seguida do processamento computacional das informações coletadas. Esses modelos podem ser empregados no planejamento de restaurações indiretas, próteses, alinhadores ortodônticos e determinados procedimentos implantodônticos. Uma das principais contribuições dessa tecnologia está na possibilidade de visualizar o registro durante sua obtenção, permitindo identificar áreas insuficientemente digitalizadas e realizar correções antes do encerramento do procedimento. Além disso, a ausência de determinados materiais utilizados nas moldagens convencionais pode favorecer o conforto de pacientes com reflexo nauseoso acentuado ou dificuldades relacionadas à moldagem tradicional (Mangano et al., 2017).

Apesar dessas vantagens, o desempenho dos scanners intraorais não é uniforme em todas as situações clínicas. A presença de saliva, sangue, reflexos luminosos, regiões subgengivais de difícil visualização e extensões amplas de digitalização pode comprometer a qualidade dos registros. A precisão também pode variar conforme o modelo do equipamento, a estratégia de escaneamento e a experiência profissional. Mangano et al. (2017) ressaltam que as impressões digitais apresentam aplicações clínicas relevantes, mas determinadas situações, especialmente envolvendo reabilitações extensas, exigem avaliação cuidadosa das limitações tecnológicas. Assim, a seleção entre moldagens digitais e convencionais deve

considerar as características do caso, os objetivos restauradores e a confiabilidade dos métodos disponíveis, evitando a adoção indiscriminada de uma técnica apenas por seu caráter inovador.

A radiologia digital, por sua vez, constitui um importante recurso de aquisição e armazenamento de imagens utilizadas na avaliação das estruturas dentárias e maxilofaciais. Os sistemas digitais possibilitam a obtenção de imagens que podem ser visualizadas, ampliadas, ajustadas e compartilhadas eletronicamente, contribuindo para a documentação clínica e para o acompanhamento dos tratamentos. No contexto da odontologia digital, a tomografia computadorizada de feixe cônico apresenta relevância particular por permitir a análise tridimensional de estruturas anatômicas, sendo empregada em situações selecionadas da implantodontia, endodontia e cirurgia bucomaxilofacial. Entretanto, sua utilização deve ser justificada pela necessidade clínica, considerando que exames tridimensionais não devem substituir indiscriminadamente métodos convencionais que possam fornecer informações suficientes com menor exposição à radiação.

A associação entre imagens radiográficas e modelos obtidos por escaneamento intraoral amplia as possibilidades de planejamento virtual, especialmente quando informações sobre tecidos dentários, estruturas ósseas e relações anatômicas precisam ser analisadas conjuntamente. Na implantodontia, por exemplo, a integração desses registros permite relacionar o planejamento protético à disponibilidade óssea e à localização de estruturas anatômicas relevantes. Entretanto, erros de aquisição, alinhamento ou interpretação podem comprometer o planejamento e sua transferência para a prática clínica. Dessa maneira, a utilização de diferentes tecnologias de imagem exige conhecimento das

indicações de cada exame, das características dos arquivos digitais e dos fatores que influenciam sua confiabilidade (Dioguardi et al., 2023).

2.2.2. Tecnologias de Processamento: Sistemas CAD e Inteligência Artificial

Os sistemas de desenho assistido por computador, conhecidos como CAD, constituem ferramentas destinadas à elaboração e à modificação de projetos virtuais a partir de informações previamente digitalizadas. Na odontologia, esses programas permitem desenvolver restaurações, estruturas protéticas e dispositivos personalizados, considerando parâmetros anatômicos, relações oclusais e características dos materiais selecionados. Durante o planejamento, o profissional pode visualizar diferentes aspectos do projeto, realizar ajustes e verificar determinadas condições antes da fabricação. Essa possibilidade contribui para a padronização de procedimentos e para a comunicação entre os profissionais envolvidos, embora a qualidade do resultado dependa diretamente da precisão dos registros iniciais e das decisões tomadas durante o planejamento (Alghazzawi, 2016).

A utilização dos sistemas CAD está associada à necessidade de compreender as particularidades dos materiais odontológicos e os princípios biomecânicos envolvidos nas reabilitações. O desenho virtual de uma restauração não deve considerar exclusivamente sua aparência anatômica, mas também aspectos como espessura mínima do material, adaptação marginal, contatos proximais, relações oclusais e características do preparo dentário. Embora determinados programas disponibilizem bibliotecas anatômicas e recursos automatizados de modelagem, essas funcionalidades não

dispensam a revisão profissional. O uso inadequado de parâmetros ou a aceitação de projetos sem análise crítica pode resultar em estruturas incompatíveis com as necessidades clínicas. Assim, a automação deve ser compreendida como instrumento de apoio ao planejamento, permanecendo indispensável a participação do cirurgião-dentista na avaliação da adequação terapêutica.

Paralelamente, a inteligência artificial tem ampliado as possibilidades de processamento de informações na odontologia, especialmente em atividades relacionadas à análise de imagens e ao reconhecimento de padrões. Essa tecnologia compreende métodos computacionais capazes de identificar relações em conjuntos de dados e produzir classificações ou previsões a partir de informações previamente utilizadas no treinamento dos algoritmos. Entre suas aplicações investigadas estão a identificação de alterações radiográficas, o reconhecimento de estruturas anatômicas e o apoio ao planejamento de tratamentos. Schwendicke, Samek e Krois (2020) destacam que a inteligência artificial apresenta potencial para contribuir com o diagnóstico e a tomada de decisão, mas sua aplicação envolve desafios relacionados à qualidade dos dados, à interpretabilidade dos resultados e à necessidade de validação clínica.

A confiabilidade dos sistemas de inteligência artificial constitui uma questão central para sua incorporação responsável à assistência odontológica. Modelos desenvolvidos com bases de dados limitadas podem apresentar desempenho satisfatório em condições experimentais e resultados inferiores quando aplicados a populações ou equipamentos diferentes daqueles utilizados em seu treinamento. Além disso, a presença de vieses nos dados pode influenciar a identificação de alterações e comprometer a

generalização dos resultados. Outro desafio envolve a dificuldade de compreender os mecanismos utilizados por determinados algoritmos para produzir suas conclusões, situação que pode limitar a avaliação crítica das recomendações apresentadas. Por esse motivo, a inteligência artificial deve ser empregada como recurso complementar à avaliação clínica, mantendo-se a responsabilidade do profissional pela interpretação dos resultados e pela definição das condutas terapêuticas (Schwendicke; Samek; Krois, 2020).

2.2.3. Tecnologias de Produção: Fresagem Computadorizada e Impressão Tridimensional

As tecnologias de fabricação assistida por computador, denominadas CAM, são responsáveis pela transformação dos projetos digitais em estruturas físicas. Entre os métodos empregados, destaca-se a fresagem computadorizada, processo de fabricação subtrativa no qual blocos ou discos de materiais são progressivamente desgastados até adquirirem a geometria planejada. Na odontologia, esse procedimento pode ser utilizado na produção de restaurações indiretas, coroas, estruturas protéticas e outros dispositivos, dependendo das características do sistema e do material selecionado. A integração entre CAD e CAM permite que o planejamento virtual seja transferido para equipamentos de fabricação, reduzindo a necessidade de determinadas etapas manuais e favorecendo a padronização dos processos produtivos (Alghazzawi, 2016).

A qualidade das estruturas fresadas depende de diversos fatores, incluindo a resolução dos equipamentos, o número de eixos de movimentação, a geometria das ferramentas, as propriedades dos materiais e os procedimentos posteriores à fabricação. Materiais

cerâmicos, por exemplo, podem exigir etapas específicas de cristalização ou sinterização, enquanto determinadas restaurações necessitam de acabamento e ajustes clínicos antes da instalação. A existência de um processo automatizado não elimina possíveis falhas de adaptação, problemas oclusais ou limitações relacionadas ao desenho da estrutura. Portanto, o emprego da fresagem computadorizada exige conhecimento sobre os sistemas disponíveis e avaliação criteriosa das condições clínicas, de modo que a precisão da fabricação esteja associada à adequação funcional e biológica da restauração.

A impressão tridimensional representa outra importante modalidade de fabricação digital, caracterizada pela produção de objetos mediante a adição sucessiva de material a partir de um modelo virtual. Diferentemente da fresagem, que remove material de um bloco, a manufatura aditiva constrói estruturas por camadas, utilizando diferentes processos e materiais conforme a finalidade pretendida. Na odontologia, essa tecnologia pode ser aplicada à produção de modelos de estudo, guias cirúrgicos, dispositivos ortodônticos e estruturas provisórias, entre outras possibilidades. Sua utilização contribui para ampliar as alternativas de personalização e pode favorecer a fabricação de geometrias complexas, embora o desempenho final dependa da tecnologia de impressão, da orientação da peça, das propriedades dos materiais e das etapas de pós-processamento.

A adoção da impressão tridimensional também apresenta limitações relacionadas à precisão dimensional, à resistência mecânica, à estabilidade dos materiais e à necessidade de protocolos adequados de limpeza, polimerização e acabamento. Além disso, nem todos os materiais disponíveis são indicados para

utilização intraoral prolongada, sendo indispensável observar suas características e indicações específicas. Dessa maneira, a seleção entre fresagem e impressão tridimensional deve considerar o tipo de dispositivo, a finalidade clínica, as propriedades necessárias e a evidência científica disponível. Ambas as tecnologias apresentam contribuições relevantes para a odontologia digital, mas não devem ser interpretadas como métodos universalmente equivalentes ou superiores aos processos convencionais.

2.3. Aplicações das Tecnologias Digitais na Prática Clínica

A aplicação das tecnologias digitais na prática odontológica abrange diferentes especialidades e está relacionada à possibilidade de integrar informações anatômicas, funcionais e estéticas durante o planejamento e a execução dos tratamentos. O desenvolvimento de ferramentas computacionais permitiu que procedimentos anteriormente dependentes de registros físicos passassem a incorporar modelos virtuais, imagens tridimensionais e processos automatizados de fabricação. Entretanto, a contribuição dessas tecnologias varia conforme a complexidade do tratamento, a disponibilidade de equipamentos e a experiência dos profissionais. Assim, a análise de suas aplicações deve considerar não apenas as possibilidades técnicas oferecidas, mas também os resultados clínicos e as condições necessárias para sua utilização adequada.

Na reabilitação oral, os sistemas CAD/CAM apresentam aplicações relevantes na elaboração de restaurações indiretas e estruturas protéticas. A partir de registros digitais das arcadas dentárias, torna-se possível desenvolver projetos restauradores em ambientes virtuais, permitindo avaliar a anatomia, os contatos oclusais e as relações com os dentes adjacentes. Posteriormente, os projetos

podem ser encaminhados para fabricação por fresagem ou outros métodos compatíveis. Essa integração pode reduzir determinadas etapas laboratoriais e facilitar a comunicação entre o consultório e o laboratório. Contudo, a longevidade das restaurações permanece relacionada a fatores como preparo dentário, propriedades dos materiais, adaptação marginal, cimentação e condições funcionais do paciente. Alghazzawi (2016) ressalta que os sistemas CAD/CAM oferecem diferentes possibilidades de aplicação, mas sua implementação exige conhecimento técnico e seleção adequada dos procedimentos.

Na implantodontia, as tecnologias digitais possibilitam a associação de exames tomográficos, modelos virtuais e softwares de planejamento para a definição da posição dos implantes em relação às estruturas anatômicas e às necessidades protéticas. A cirurgia guiada constitui uma das aplicações desse processo, permitindo a elaboração de dispositivos destinados a orientar determinadas etapas da instalação dos implantes. O planejamento virtual pode contribuir para a avaliação pré-operatória e para a transferência das posições planejadas ao procedimento cirúrgico. Entretanto, a precisão da cirurgia guiada depende da qualidade das imagens, da estabilidade dos dispositivos e da execução técnica. Dioguardi et al. (2023), em revisão sistemática, identificaram elevadas taxas de sobrevivência dos implantes em estudos de cirurgia guiada, mas ressaltaram que os resultados são influenciados por diferentes fatores clínicos e que a interpretação das evidências exige cautela.

Na ortodontia, a digitalização das arcadas dentárias e os programas de planejamento tridimensional são utilizados para analisar a posição dos dentes e elaborar propostas de movimentação ortodôntica. Os alinhadores transparentes representam uma

aplicação conhecida desse processo, uma vez que podem ser planejados por meio de modelos virtuais e produzidos a partir de sequências individualizadas de movimentação. A visualização digital permite organizar etapas terapêuticas e apresentar ao paciente uma representação do tratamento proposto. Entretanto, a movimentação dentária depende de princípios biomecânicos e da resposta biológica dos tecidos periodontais, não sendo determinada exclusivamente pela simulação computacional. Dessa forma, o planejamento virtual deve ser acompanhado de avaliação clínica contínua, considerando as limitações de determinadas movimentações e a possibilidade de necessidade de ajustes durante o tratamento.

Na odontologia estética, ferramentas de planejamento digital do sorriso, frequentemente denominadas Digital Smile Design (DSD), possibilitam a utilização de fotografias, registros faciais e modelos digitais para estudar proporções dentárias e relações entre os dentes, os tecidos gengivais e as estruturas faciais. Esses recursos podem auxiliar na comunicação das expectativas estéticas e na elaboração de propostas restauradoras individualizadas. Entretanto, a visualização virtual não deve ser confundida com garantia do resultado clínico, pois fatores biológicos, funcionais e materiais podem limitar a reprodução exata do planejamento. O uso responsável dessas ferramentas exige que o profissional esclareça ao paciente as possibilidades reais do tratamento, evitando expectativas incompatíveis com as condições clínicas.

No campo do diagnóstico, os recursos digitais também apresentam aplicações importantes, particularmente na aquisição, organização e interpretação de imagens. Sistemas de inteligência artificial podem auxiliar na identificação de determinados padrões radiográficos e

contribuir para a análise de informações complexas. Entretanto, os resultados produzidos por algoritmos devem ser interpretados em conjunto com a anamnese, o exame físico e os demais procedimentos diagnósticos. Schwendicke, Samek e Krois (2020) destacam que o desenvolvimento de ferramentas inteligentes apresenta oportunidades para a odontologia, mas sua utilização clínica depende de validação adequada, transparência e supervisão profissional. Dessa maneira, a incorporação desses sistemas deve fortalecer o processo diagnóstico, sem transferir automaticamente aos recursos computacionais a responsabilidade pelas decisões clínicas.

Em conjunto, essas aplicações demonstram que a odontologia digital não constitui uma especialidade isolada, mas um conjunto de recursos que pode ser incorporado a diferentes áreas do atendimento odontológico. Sua contribuição mais relevante está na possibilidade de integrar informações e procedimentos, favorecendo a organização do tratamento e a comunicação entre profissionais. Entretanto, a efetividade clínica depende da indicação adequada, do domínio técnico e da capacidade de reconhecer as situações nas quais os métodos convencionais continuam sendo necessários ou apresentam desempenho equivalente.

2.4. Benefícios das Tecnologias Digitais na Prática Profissional

A incorporação das tecnologias digitais à odontologia tem proporcionado novas possibilidades de organização dos procedimentos clínicos, aprimoramento dos processos laboratoriais e comunicação entre os profissionais envolvidos na assistência. Esses benefícios podem ser analisados a partir de três dimensões principais: clínica, operacional e relacionada à experiência do

paciente. Embora a utilização de equipamentos informatizados seja frequentemente associada à modernização dos serviços, é importante reconhecer que suas contribuições não ocorrem de maneira uniforme em todas as especialidades ou situações clínicas. A magnitude dos benefícios depende das características dos sistemas empregados, da complexidade dos procedimentos e da capacidade do cirurgião-dentista de integrar os recursos tecnológicos ao planejamento terapêutico (Mangano et al., 2017).

No âmbito clínico, uma das principais contribuições da odontologia digital está relacionada à possibilidade de aprimorar a precisão de determinadas etapas dos procedimentos. Os sistemas de escaneamento intraoral, por exemplo, permitem obter representações tridimensionais das estruturas dentárias, enquanto os programas de planejamento virtual possibilitam avaliar aspectos anatômicos e restauradores antes da fabricação dos dispositivos. Essa combinação pode facilitar a identificação de inconsistências nos registros e favorecer a realização de ajustes prévios. Entretanto, a precisão digital deve ser compreendida como uma característica dependente de múltiplas variáveis, incluindo as condições de aquisição dos dados, os algoritmos de processamento e a estabilidade dos equipamentos. Mangano et al. (2017) demonstram que os scanners intraorais apresentam resultados favoráveis em diferentes aplicações, mas também destacam limitações que impedem a generalização de sua superioridade em relação aos métodos convencionais.

Outro benefício clínico refere-se à previsibilidade do planejamento, especialmente em procedimentos que envolvem reabilitações protéticas e intervenções cirúrgicas. A utilização de modelos tridimensionais permite examinar virtualmente determinadas

relações anatômicas e antecipar possíveis dificuldades relacionadas à execução dos tratamentos. Na implantodontia, por exemplo, o planejamento digital pode auxiliar na avaliação da posição dos implantes em relação à futura reabilitação protética. Entretanto, a correspondência entre o planejamento e o resultado clínico depende da transferência adequada das informações para o procedimento. Dioguardi et al. (2023) evidenciam que a cirurgia guiada apresenta resultados clínicos promissores, mas ressaltam a influência de diferentes fatores sobre a sobrevivência dos implantes, demonstrando que a utilização da tecnologia não elimina os riscos inerentes ao tratamento.

Sob a perspectiva operacional, os recursos digitais podem contribuir para a otimização dos fluxos de trabalho, principalmente pela redução de determinadas etapas manuais e pela possibilidade de compartilhamento eletrônico das informações. Em procedimentos restauradores, a integração entre escaneamento, desenho virtual e fabricação computadorizada permite organizar diferentes fases do tratamento em um ambiente digital. Essa integração pode diminuir a necessidade de transporte físico de modelos, facilitar a comunicação com laboratórios e permitir a recuperação de registros para avaliações posteriores. Contudo, os ganhos de eficiência dependem da estrutura disponível, da experiência da equipe e da compatibilidade entre os sistemas utilizados. Alghazzawi (2016) destaca que a tecnologia CAD/CAM apresenta vantagens relacionadas à digitalização e à fabricação de restaurações, mas sua implementação envolve custos e necessidade de qualificação especializada.

A padronização dos processos também representa uma contribuição relevante, uma vez que os sistemas digitais possibilitam

armazenar projetos e parâmetros utilizados em diferentes procedimentos. Esse armazenamento pode favorecer a documentação, a rastreabilidade de determinadas etapas e a reprodução de informações necessárias ao acompanhamento clínico. Entretanto, a padronização não deve ser confundida com automatização integral do atendimento, pois cada paciente apresenta particularidades anatômicas, funcionais e biológicas que exigem decisões individualizadas. Além disso, o armazenamento eletrônico requer medidas de segurança destinadas a preservar a integridade e a confidencialidade dos dados.

Em relação à experiência do paciente, a odontologia digital pode oferecer benefícios associados ao conforto durante determinados procedimentos e à compreensão das propostas terapêuticas. A utilização de scanners intraorais, por exemplo, pode reduzir o desconforto relacionado aos materiais de moldagem convencionais, enquanto os modelos virtuais e as simulações digitais permitem apresentar informações de maneira visualmente acessível. Esses recursos podem facilitar o diálogo entre o profissional e o paciente, contribuindo para o esclarecimento das etapas do tratamento e das alternativas disponíveis. Entretanto, a apresentação de imagens e simulações não substitui o processo de consentimento informado, que deve incluir explicações sobre riscos, limitações, custos e possíveis resultados.

Portanto, os benefícios das tecnologias digitais devem ser interpretados de maneira contextualizada, considerando as evidências disponíveis para cada aplicação. A modernização dos equipamentos não constitui, isoladamente, um indicador de qualidade assistencial, assim como a adoção de métodos convencionais não representa necessariamente uma prática

ultrapassada. A escolha dos recursos deve fundamentar-se nas necessidades clínicas, na relação entre benefícios e riscos e na capacidade de oferecer tratamentos seguros, eficientes e cientificamente sustentados.

2.5. Desafios e Limitações da Odontologia Digital

Apesar dos avanços observados na incorporação das tecnologias digitais à odontologia, sua implementação permanece condicionada a fatores técnicos, econômicos, profissionais e éticos. A disponibilidade de equipamentos modernos não garante sua utilização eficiente, pois a integração desses recursos exige investimentos, conhecimentos especializados e adaptações na organização dos serviços. Além disso, as tecnologias apresentam limitações próprias, relacionadas tanto ao funcionamento dos sistemas quanto às condições clínicas em que são utilizadas. Dessa forma, a análise dos desafios da odontologia digital é fundamental para compreender os fatores que podem restringir sua adoção e comprometer os resultados esperados.

Entre as limitações técnicas, destacam-se as dificuldades relacionadas à aquisição de informações precisas, à compatibilidade entre equipamentos e à integração de diferentes plataformas computacionais. Os scanners intraorais, por exemplo, podem apresentar dificuldades na captura de determinadas regiões anatômicas, especialmente quando existem limitações de acesso, umidade excessiva ou condições desfavoráveis de visualização. Além disso, a precisão dos registros pode variar conforme a extensão da área digitalizada e as características dos equipamentos. Mangano et al. (2017) destacam que, embora os sistemas de escaneamento apresentem vantagens clínicas, sua utilização deve considerar

limitações específicas e diferenças de desempenho entre os dispositivos disponíveis.

As questões econômicas constituem outro obstáculo importante, especialmente para profissionais e serviços que dispõem de recursos financeiros limitados. A aquisição de scanners intraorais, equipamentos de fresagem, impressoras tridimensionais e softwares especializados pode exigir investimentos elevados, aos quais se somam despesas relacionadas à manutenção, atualização e substituição de componentes. Além disso, a incorporação de determinadas tecnologias pode demandar modificações na infraestrutura dos consultórios e contratação de serviços especializados. Alghazzawi (2016) ressalta que os custos de implementação e a necessidade de profissionais capacitados representam limitações importantes para a adoção dos sistemas CAD/CAM.

A avaliação econômica da odontologia digital deve considerar não apenas o investimento inicial, mas também os custos operacionais e a possibilidade de retorno financeiro ao longo do tempo. A viabilidade de determinado equipamento depende de fatores como frequência de utilização, perfil dos procedimentos realizados, produtividade clínica e despesas de manutenção. Dessa maneira, uma tecnologia que apresenta benefícios relevantes em serviços com elevada demanda pode não representar a alternativa economicamente mais adequada para consultórios com menor volume de procedimentos. A decisão de investimento deve, portanto, considerar as características da prática profissional e os benefícios clínicos efetivamente esperados, evitando que a aquisição de equipamentos seja motivada exclusivamente por tendências de mercado.

No campo profissional, a necessidade de capacitação constitui um dos principais desafios da transformação digital. O domínio das ferramentas exige conhecimentos relacionados à aquisição de imagens, utilização de softwares, interpretação de modelos tridimensionais e compreensão dos processos de fabricação. A aprendizagem dessas competências pode demandar tempo e treinamento contínuo, especialmente diante da frequência de atualizações tecnológicas. Além disso, a incorporação de novos sistemas pode exigir alterações nas rotinas de atendimento e na comunicação entre os integrantes da equipe. A resistência à mudança, quando presente, pode estar relacionada a dificuldades de adaptação, insegurança técnica ou ausência de percepção de benefícios proporcionais aos investimentos necessários.

As limitações éticas e clínicas também merecem atenção, sobretudo diante da expansão da inteligência artificial e dos sistemas automatizados de apoio à decisão. O processamento de informações clínicas por algoritmos envolve questões relacionadas à proteção de dados, à transparência dos resultados e à responsabilidade pelas condutas adotadas. Schwendicke, Samek e Krois (2020) destacam que a aplicação da inteligência artificial na odontologia apresenta desafios associados à confiabilidade, à interpretabilidade e à generalização dos modelos. Esses aspectos demonstram que os resultados computacionais precisam ser avaliados criticamente, considerando a possibilidade de erros e limitações dos conjuntos de dados utilizados no desenvolvimento das ferramentas.

Outro risco envolve a dependência excessiva da tecnologia e a possibilidade de enfraquecimento da análise clínica quando os resultados automatizados são aceitos sem questionamento. O diagnóstico odontológico exige a integração de informações

provenientes da anamnese, do exame clínico, dos exames complementares e da avaliação das necessidades individuais do paciente. Embora ferramentas digitais possam contribuir para a organização e interpretação dessas informações, não devem determinar isoladamente as condutas terapêuticas. O profissional permanece responsável por reconhecer inconsistências, avaliar alternativas e selecionar intervenções fundamentadas em conhecimentos científicos e princípios éticos.

Assim, os desafios da odontologia digital demonstram que sua incorporação deve ocorrer de maneira planejada, considerando a viabilidade econômica, a qualificação profissional e a segurança dos procedimentos. A utilização responsável dessas tecnologias pressupõe reconhecer suas possibilidades e limitações, evitando tanto a resistência indiscriminada às inovações quanto a adoção acrítica de recursos tecnológicos. O desenvolvimento da odontologia digital deve, portanto, estar associado ao fortalecimento da competência profissional e à preservação da qualidade assistencial.

2.6. Tendências Futuras da Odontologia Digital

As tendências futuras da odontologia digital estão relacionadas ao aprimoramento dos sistemas computacionais, à ampliação da integração entre tecnologias e ao desenvolvimento de recursos destinados à personalização dos tratamentos. A evolução dos equipamentos de aquisição de dados, dos programas de planejamento e dos métodos de fabricação aponta para fluxos de trabalho progressivamente mais conectados. Entretanto, a consolidação dessas tendências dependerá da produção de evidências científicas que demonstrem sua segurança, efetividade clínica e viabilidade econômica. Nesse sentido, o futuro da

odontologia digital não deve ser analisado apenas pela capacidade de desenvolver equipamentos mais sofisticados, mas também pela possibilidade de incorporar essas inovações de maneira responsável à assistência.

Entre as perspectivas de maior destaque encontra-se a expansão da inteligência artificial, especialmente em aplicações relacionadas ao processamento de imagens, à identificação de padrões e ao apoio à tomada de decisão. O desenvolvimento de algoritmos capazes de analisar conjuntos extensos de informações poderá ampliar as possibilidades de organização dos dados clínicos e auxiliar na identificação de determinadas alterações. Entretanto, Schwendicke, Samek e Krois (2020) ressaltam que a implementação desses sistemas exige atenção à qualidade dos dados, à transparência dos algoritmos e à validação dos resultados. Dessa forma, o avanço da inteligência artificial deverá ser acompanhado de mecanismos de supervisão e avaliação científica, evitando que a automação seja confundida com autonomia clínica.

Outra tendência envolve o desenvolvimento de fluxos digitais integrados, nos quais informações obtidas por diferentes equipamentos possam ser utilizadas conjuntamente durante o planejamento e a execução dos tratamentos. A integração entre scanners intraorais, exames de imagem, programas CAD e sistemas CAM poderá favorecer a continuidade dos processos e reduzir dificuldades relacionadas à transferência de informações. Entretanto, a interoperabilidade entre diferentes fabricantes e plataformas permanece um aspecto relevante para a expansão desses modelos. A existência de sistemas incompatíveis ou dependentes de formatos proprietários pode limitar a integração e aumentar os custos operacionais.

A teleodontologia também representa uma perspectiva importante para a utilização das tecnologias de informação e comunicação nos serviços odontológicos. Suas aplicações podem envolver atividades de orientação, acompanhamento, educação em saúde e apoio à comunicação entre profissionais, observadas as normas profissionais e os requisitos de proteção de dados. Em determinadas situações, essas ferramentas podem contribuir para ampliar o acesso a informações e facilitar o acompanhamento de pacientes com dificuldades de deslocamento. Contudo, a assistência remota apresenta limitações, especialmente quando o diagnóstico ou a definição da conduta exige exame físico, procedimentos presenciais ou avaliações complementares. Assim, sua utilização deve considerar as necessidades clínicas e os limites éticos e legais aplicáveis.

A personalização dos tratamentos constitui outra tendência relevante, favorecida pela possibilidade de integrar informações anatômicas e funcionais em modelos digitais individualizados. Na reabilitação oral, por exemplo, a combinação entre escaneamento e fabricação computadorizada permite desenvolver dispositivos adaptados às características de cada paciente. Na implantodontia, o planejamento tridimensional possibilita relacionar a posição dos implantes às estruturas anatômicas e às necessidades protéticas. Entretanto, a personalização digital não elimina a variabilidade biológica, sendo indispensável considerar as condições sistêmicas, periodontais e funcionais durante a elaboração das propostas terapêuticas (Dioguardi et al., 2023).

Diante dessas perspectivas, observa-se que a odontologia digital tende a ampliar sua participação nos diferentes processos assistenciais, exigindo atualização contínua dos profissionais e

desenvolvimento de competências tecnológicas. Entretanto, a consolidação dessas inovações dependerá de sua capacidade de oferecer benefícios clinicamente relevantes, seguros e acessíveis. Portanto, a transformação digital deve ser orientada pelo compromisso com a qualidade do cuidado, reconhecendo que o desenvolvimento tecnológico amplia as possibilidades da prática odontológica, mas não substitui a experiência, a responsabilidade e o julgamento clínico do cirurgião-dentista.

3. METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido por meio de uma revisão narrativa da literatura, com abordagem qualitativa e caráter descritivo, tendo como finalidade analisar as principais tecnologias digitais utilizadas na odontologia contemporânea, suas aplicações clínicas, benefícios, desafios e perspectivas de desenvolvimento. A escolha da revisão narrativa justificou-se pela amplitude da temática, que envolve diferentes tecnologias, especialidades odontológicas e dimensões da atuação profissional. Essa modalidade de investigação permitiu reunir, interpretar e discutir criticamente conhecimentos científicos disponíveis, proporcionando uma compreensão abrangente das transformações relacionadas à incorporação de recursos digitais na prática odontológica.

A pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed/MEDLINE e Scientific Electronic Library Online (SciELO), selecionadas por sua relevância na divulgação de pesquisas científicas relacionadas às ciências da saúde. Foram consideradas publicações compreendidas entre janeiro de 2015 e dezembro de 2025, nos idiomas português e inglês, de modo a contemplar estudos relacionados à evolução recente da odontologia digital. O

recorte temporal foi estabelecido com a finalidade de reunir evidências sobre tecnologias contemporâneas e suas aplicações, considerando o desenvolvimento dos sistemas CAD/CAM, scanners intraorais, ferramentas de inteligência artificial, impressão tridimensional e recursos de planejamento virtual.

Para a identificação dos estudos, foram empregados descritores e termos de busca relacionados ao objeto da pesquisa, incluindo Digital Dentistry, CAD/CAM Dentistry, Intraoral Scanner, Artificial Intelligence in Dentistry, Digital Workflow, Three-Dimensional Printing e Computer-Assisted Surgery. Também foram utilizadas expressões equivalentes em português, como odontologia digital, escaneamento intraoral, inteligência artificial na odontologia, impressão tridimensional e fluxo de trabalho digital. Os termos foram combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR, buscando ampliar a identificação de estudos pertinentes e organizar os resultados conforme os diferentes eixos temáticos da investigação.

Foram considerados elegíveis artigos científicos originais, revisões de literatura, revisões sistemáticas e estudos clínicos que abordaram diretamente as tecnologias digitais aplicadas à odontologia. A seleção priorizou publicações que apresentaram informações relevantes sobre indicações clínicas, desempenho dos equipamentos, benefícios operacionais, limitações técnicas, custos de implementação, capacitação profissional e questões éticas relacionadas à digitalização dos serviços odontológicos. Foram excluídos estudos duplicados, publicações sem relação direta com os objetivos da pesquisa, materiais de caráter exclusivamente publicitário e trabalhos que não apresentaram informações suficientes para contribuir com a discussão proposta.

A seleção dos estudos foi realizada inicialmente por meio da leitura dos títulos e resumos, seguida da avaliação integral das publicações consideradas pertinentes. Durante essa etapa, foram observados os objetivos das pesquisas, os métodos empregados, as tecnologias investigadas e as principais conclusões apresentadas pelos autores. As informações relevantes foram organizadas em categorias temáticas correspondentes à estrutura do referencial teórico, permitindo a análise das tecnologias de aquisição, processamento e produção, bem como de suas aplicações, benefícios, desafios e tendências futuras.

A análise dos dados foi conduzida de maneira descritiva e interpretativa, buscando identificar convergências, divergências e limitações nas evidências científicas selecionadas. Foram consideradas as diferenças metodológicas entre os estudos, evitando generalizações sobre a superioridade de determinadas tecnologias quando os resultados dependeram de condições clínicas ou técnicas específicas. A discussão também contemplou a relação entre inovação tecnológica e responsabilidade profissional, com ênfase na importância do conhecimento científico e do julgamento clínico para a utilização adequada dos recursos digitais.

Por se tratar de uma pesquisa bibliográfica fundamentada em estudos publicados, sem coleta direta de informações de participantes ou acesso a dados pessoais identificáveis, não houve realização de procedimentos envolvendo seres humanos. Foram respeitados os princípios de integridade científica, com identificação das fontes consultadas e apresentação das citações e referências bibliográficas conforme as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura científica permite identificar que as tecnologias digitais apresentam contribuições relevantes para diferentes etapas da assistência odontológica, especialmente na aquisição de informações, no planejamento virtual e na fabricação de dispositivos personalizados. Entretanto, os estudos também demonstram que a magnitude desses benefícios varia conforme o tipo de tecnologia, a aplicação clínica e as condições de utilização. Dessa forma, a discussão sobre a odontologia digital exige uma abordagem que considere simultaneamente o desempenho técnico dos sistemas, os resultados clínicos e as implicações para a atuação profissional.

No campo da aquisição de dados, os scanners intraorais representam uma das tecnologias mais investigadas, principalmente por sua aplicação em procedimentos restauradores e protéticos. Mangano et al. (2017), em revisão que incluiu 132 estudos, identificaram vantagens relacionadas ao conforto do paciente, à comunicação entre profissionais e à possibilidade de integração dos registros digitais com sistemas de planejamento e fabricação. Entretanto, os autores também observaram limitações em determinadas situações clínicas, demonstrando que a precisão dos registros não depende exclusivamente da utilização de equipamentos digitais. Esses resultados indicam que a adoção dos scanners deve considerar a extensão do procedimento, as características anatômicas e as condições necessárias para obtenção de informações confiáveis.

Em relação aos sistemas CAD/CAM, a literatura destaca seu papel na transformação dos processos restauradores e laboratoriais.

Alghazzawi (2016) descreve que essas tecnologias possibilitam integrar etapas de digitalização, planejamento e fabricação, ampliando as alternativas de produção de restaurações e estruturas protéticas. A principal contribuição está na possibilidade de organizar o fluxo de trabalho e realizar determinadas etapas em ambiente virtual. Contudo, a utilização desses sistemas envolve custos elevados e necessidade de treinamento especializado, fatores que podem limitar sua implementação. Assim, embora o CAD/CAM represente uma inovação relevante, sua incorporação deve ser acompanhada de avaliação da viabilidade econômica e da adequação às necessidades clínicas.

Na implantodontia, os resultados da literatura demonstram o potencial das tecnologias digitais para o planejamento e a execução de procedimentos guiados. Dioguardi et al. (2023), em revisão sistemática, analisaram estudos relacionados à sobrevivência de implantes instalados com auxílio de guias cirúrgicos planejados digitalmente. Os autores identificaram elevadas taxas de sobrevivência nos estudos incluídos, mas ressaltaram que diferentes fatores influenciam os resultados, incluindo aspectos relacionados à osseointegração e às condições clínicas. Esses achados demonstram que a cirurgia guiada constitui uma alternativa relevante, mas não permite afirmar que a utilização do planejamento digital elimina complicações ou garante resultados superiores em todas as situações.

A inteligência artificial apresenta uma dimensão distinta da transformação digital, pois sua aplicação não está limitada à aquisição ou fabricação de estruturas, envolvendo também a interpretação computacional de informações. Schwendicke, Samek e Krois (2020) discutem as oportunidades de utilização dessa

tecnologia no diagnóstico odontológico e no planejamento terapêutico, destacando seu potencial para identificar padrões em imagens e apoiar determinadas decisões. Entretanto, os autores também enfatizam desafios relacionados à qualidade dos dados, à transparência dos algoritmos e à confiabilidade dos resultados. Dessa maneira, a aplicação clínica da inteligência artificial deve ser acompanhada de validação científica e supervisão profissional, evitando que as recomendações computacionais sejam utilizadas como substitutas da avaliação clínica.

A comparação entre as diferentes tecnologias evidencia que seus benefícios estão relacionados às funções desempenhadas durante o atendimento odontológico. Enquanto os scanners intraorais contribuem principalmente para a obtenção de registros digitais, os sistemas CAD permitem desenvolver projetos virtuais e os equipamentos CAM possibilitam a fabricação de estruturas planejadas. A inteligência artificial, por sua vez, apresenta aplicações relacionadas ao processamento e à interpretação de informações. A integração desses recursos pode favorecer a continuidade dos processos, mas também amplia a necessidade de compatibilidade entre equipamentos, qualificação profissional e controle de qualidade das etapas executadas.

Outro aspecto identificado refere-se à relação entre modernização tecnológica e acessibilidade dos serviços. Embora os recursos digitais possam oferecer vantagens operacionais, sua incorporação exige investimentos que nem sempre são compatíveis com a realidade econômica de todos os profissionais e estabelecimentos. Além dos custos iniciais, devem ser considerados gastos com manutenção, atualizações e treinamento. Essa situação demonstra que a expansão da odontologia digital não ocorre necessariamente

de maneira uniforme, podendo existir diferenças importantes entre serviços quanto à disponibilidade de equipamentos e à capacidade de utilização dos sistemas.

Do ponto de vista da experiência do paciente, as tecnologias digitais podem contribuir para melhorar a compreensão das propostas terapêuticas e reduzir o desconforto associado a determinados procedimentos. Entretanto, a utilização de simulações e modelos virtuais exige comunicação adequada sobre suas limitações, evitando a interpretação de representações digitais como garantias de resultados. O esclarecimento dos riscos, benefícios e alternativas terapêuticas permanece indispensável, independentemente da sofisticação dos recursos utilizados.

Diante dos estudos analisados, observa-se que a incorporação das tecnologias digitais representa uma transformação importante na odontologia, mas sua efetividade clínica não pode ser atribuída exclusivamente à modernização dos equipamentos. A qualidade da assistência depende da integração entre recursos tecnológicos, conhecimentos científicos, habilidades técnicas e avaliação individualizada. Nesse sentido, a utilização dos sistemas digitais deve estar fundamentada em indicações clínicas adequadas e em evidências que sustentem seus benefícios.

Portanto, a discussão permite compreender que o desenvolvimento tecnológico amplia as possibilidades da atuação odontológica, mas também estabelece novas responsabilidades para o cirurgião-dentista. A necessidade de interpretar informações digitais, reconhecer limitações dos equipamentos e avaliar criticamente recomendações automatizadas reforça a importância da formação profissional contínua. Assim, a principal contribuição da odontologia

digital não consiste na substituição das competências humanas, mas na disponibilização de ferramentas capazes de potencializar a qualidade dos procedimentos quando utilizadas de maneira responsável.

5. CONCLUSÃO

A análise das tecnologias digitais utilizadas na odontologia contemporânea evidencia que sua incorporação tem contribuído para transformar os processos de diagnóstico, planejamento e execução dos tratamentos odontológicos. Recursos como scanners intraorais, sistemas CAD/CAM, radiologia digital, inteligência artificial e impressão tridimensional ampliaram as possibilidades de aquisição, processamento e utilização de informações clínicas, favorecendo a integração entre diferentes etapas do atendimento. Essas tecnologias representam instrumentos relevantes para a modernização dos serviços, especialmente quando utilizadas de maneira planejada e fundamentada em evidências científicas.

Os benefícios associados à odontologia digital incluem possibilidades de aprimoramento da precisão de determinadas etapas clínicas, otimização dos fluxos de trabalho, facilitação da comunicação entre profissionais e melhoria da experiência do paciente. Entretanto, tais contribuições não ocorrem de forma uniforme, sendo influenciadas pelas características dos equipamentos, pela complexidade dos procedimentos e pela qualificação dos profissionais envolvidos. Dessa maneira, a utilização de recursos digitais não deve ser interpretada como garantia de superioridade clínica, mas como alternativa cuja indicação depende das necessidades individuais e das condições de cada tratamento.

Também se observa que a incorporação dessas tecnologias enfrenta desafios relacionados aos custos de aquisição e manutenção, à necessidade de capacitação especializada, às limitações técnicas e às questões éticas associadas ao processamento de informações clínicas. A expansão da inteligência artificial acrescenta preocupações sobre confiabilidade, transparência e responsabilidade profissional, reforçando a importância da avaliação crítica dos resultados apresentados pelos sistemas computacionais.

Quanto às perspectivas futuras, a integração entre diferentes plataformas digitais, o desenvolvimento de ferramentas inteligentes e a personalização dos tratamentos apresentam potencial para ampliar as possibilidades da prática odontológica. Contudo, sua consolidação dependerá da produção de evidências científicas, da acessibilidade econômica e da capacidade de incorporar as inovações sem comprometer os princípios fundamentais da assistência.

Conclui-se, portanto, que as tecnologias digitais constituem importantes instrumentos de apoio à prática odontológica, contribuindo para o aprimoramento de diferentes procedimentos e para a reorganização dos processos assistenciais. Entretanto, sua utilização não substitui o conhecimento científico, a experiência profissional ou a responsabilidade do cirurgião-dentista. O futuro da odontologia está relacionado não apenas à ampliação dos recursos tecnológicos, mas principalmente à capacidade de integrá-los ao raciocínio clínico, à ética e à atenção individualizada, garantindo que a inovação permaneça orientada pelas necessidades e pela segurança dos pacientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALGHAZZAWI, T. F. Advancements in CAD/CAM technology: options for practical implementation. Journal of Prosthodontic Research, v. 60, n. 2, p. 72–84, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jpor.2016.01.003.

COSTA, L. P. G. da et al. 3D printers in dentistry: a review of additive manufacturing techniques and materials. **Clinical and Laboratorial Research in Dentistry,** São Paulo, 2021. DOI: 10.11606/issn.2357-8041.clrd.2021.188502.

DIOGUARDI, Mario et al. Guided dental implant surgery: systematic review. Journal of Clinical Medicine, v. 12, n. 4, art. 1490, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/jcm12041490. Acesso em: 9 out. 2026.

GAWALI, N. et al. The evolution of digital dentistry: a comprehensive review. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences,** v. 16, p. S1920-S1922, 2024. DOI: 10.4103/jpbs.jpbs_11_24.

GEBHARDT, J. S. et al. Digitalization in dentistry: dentists' perceptions of digital stressors and resources and their association with digital stress in Germany: a qualitative study. **Healthcare,** Basel, v. 13, n. 12, p. 1453, 2025. DOI: 10.3390/healthcare13121453.

HALL, M. A. et al. Knowledge, awareness, and perception of digital dentistry among Egyptian dentists: a cross-sectional study. **BMC Oral Health,** v. 23, n. 1, p. 963, 2023. DOI: 10.1186/s12903-023-03698-1.

JEONG, M. et al. Materials and applications of 3D printing technology in dentistry: an overview. **Dentistry Journal,** Basel, v. 12, n. 1, p. 1, 2024. DOI: 10.3390/dj12010001.

JODA, T.; ZARONE, F.; FERRARI, M. The complete digital workflow in fixed prosthodontics: a systematic review. BMC Oral Health, v. 17, art. 124, 2017. DOI: https://doi.org/10.1186/s12903-017-0415-0.

MANGANO, Francesco; GANDOLFI, Andrea; LUONGO, Giuseppe; LOGOZZO, Silvia. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. BMC Oral Health, v. 17, art. 149, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1186/s12903-017-0442-x. Acesso em: 9 out. 2026.

SCHWENDICKE, F.; SAMEK, W.; KROIS, J. Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges. Journal of Dental Research, v. 99, n. 7, p. 769–774, 2020. DOI: https://doi.org/10.1177/0022034520915714.

SIQUEIRA, R. et al. Intraoral scanning reduces procedure time and improves patient comfort in fixed prosthodontics and implant dentistry: a systematic review. **Clinical Oral Investigations,** v. 25, p. 6517-6531, 2021. DOI: 10.1007/s00784-021-04157-3.

SPAGNUOLO, G.; SORRENTINO, R. The role of digital devices in dentistry: clinical trends and scientific evidences. **Journal of Clinical Medicine,** Basel, v. 9, n. 6, p. 1692, 2020. DOI: 10.3390/jcm9061692.

SUESE, K. Progress in digital dentistry: the practical use of intraoral scanners. **Dental Materials Journal,** v. 39, n. 1, p. 52-56, 2020. DOI: 10.4012/dmj.2019-224.

SUGANNA, M. et al. Contemporary evidence of CAD-CAM in dentistry: a systematic review. **Cureus,** v. 14, n. 11, p. e31687, 2022. DOI: 10.7759/cureus.31687.

TALLARICO, M. Computerization and digital workflow in medicine: focus on digital dentistry. **Materials,** Basel, v. 13, n. 9, p. 2172, 2020.

DOI: 10.3390/ma13092172.

WATANABE, H.; FELLOWS, C.; AN, H. Digital technologies for restorative dentistry. **Dental Clinics of North America,** v. 66, n. 4, p. 567-590, 2022. DOI: 10.1016/j.cden.2022.05.006.

YILDIRIM, L. Digital restorative procedures in dentistry: digital dentistry. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences,** v. 6, n. 9, p. 191-221, 2024. DOI: 10.36557/2674-8169.2024v6n9p191-221.