



ISSN 2674-8169



Qualis B3
CAPES 2021-2024

Latindex



DOI

Google
Acadêmico

Fluxo digital CAD/CAM na reabilitação oral: avanços, desafios e perspectivas clínicas

Suellen Cristhal Gomes Mendonça ¹



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2026v8n7p1093-1108>

Artigo recebido em 28 de Junho e publicado em 28 de Julho de 2026

REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO

O fluxo digital CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) representa uma das principais inovações tecnológicas incorporadas à Odontologia contemporânea, promovendo avanços significativos na reabilitação oral por meio da integração entre escaneamento intraoral, planejamento virtual e manufatura computadorizada de restaurações indiretas. O presente estudo teve como objetivo revisar a literatura científica acerca dos avanços, desafios e perspectivas clínicas relacionados à utilização do fluxo digital CAD/CAM na reabilitação oral. Trata-se de uma revisão de literatura realizada nas bases de dados PubMed, Scopus, Web of Science e SciELO, incluindo artigos publicados nos idiomas português e inglês entre 2022 e 2026. Os estudos analisados evidenciaram que a incorporação do fluxo digital proporciona maior precisão na confecção de restaurações, melhor adaptação marginal, otimização do planejamento protético, redução do tempo clínico e laboratorial, além de maior previsibilidade dos resultados e melhor comunicação entre cirurgião-dentista, laboratório e paciente. Entretanto, sua ampla implementação ainda é limitada pelo elevado investimento em equipamentos e softwares, pela curva de aprendizado necessária para a utilização eficiente dos sistemas digitais e pela necessidade de atualização tecnológica constante. Conclui-se que o fluxo digital CAD/CAM constitui uma tecnologia consolidada e em contínua evolução, com potencial para transformar a prática clínica da reabilitação oral, favorecendo tratamentos mais precisos, previsíveis, eficientes e centrados nas necessidades do paciente.

Palavras-chave: Fluxo digital; CAD/CAM; Odontologia digital; Reabilitação oral.

Digital CAD/CAM Workflow in Oral Rehabilitation: Advances, Challenges, and Clinical Perspectives

ABSTRACT

The digital CAD/CAM workflow (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) represents one of the most significant technological innovations incorporated into contemporary dentistry, promoting substantial advances in oral rehabilitation through the integration of intraoral scanning, virtual treatment planning, and computer-aided manufacturing of indirect restorations. This study aimed to review the scientific literature regarding the advances, challenges, and clinical perspectives associated with the use of the digital CAD/CAM workflow in oral rehabilitation. A narrative literature review was conducted using the PubMed, Scopus, Web of Science, and SciELO databases, including articles published in English and Portuguese between 2022 and 2026. The analyzed studies demonstrated that the implementation of digital workflows provides greater restorative accuracy, improved marginal adaptation, optimized prosthetic planning, reduced clinical and laboratory time, enhanced treatment predictability, and improved communication among dental professionals, laboratories, and patients. However, its widespread adoption is still limited by the high initial investment in equipment and software, the learning curve required for the efficient use of digital systems, and the need for continuous technological updates. In conclusion, the digital CAD/CAM workflow is a well-established and continuously evolving technology with the potential to transform oral rehabilitation by enabling more accurate, predictable, efficient, and patient-centered treatments.

Keywords: digital workflow; CAD/CAM systems; digital dentistry; oral rehabilitation.

Instituição Afiliada – CENTRO DE PESQUISAS ODONTOLÓGICAS SÃO LEOPOLDO MANDIC, UNIDADE RIO DE JANEIRO

Autor correspondente: Suellen Cristhal Gomes Mendonça cristhal.odonto@hotmail.com | **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0000-2038-4230>

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



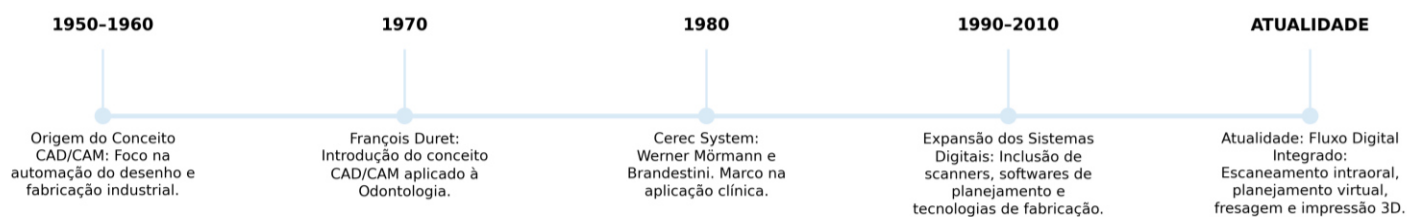
INTRODUÇÃO

A transformação digital tem promovido profundas mudanças na área da saúde, impulsionando a incorporação de tecnologias capazes de ampliar a precisão diagnóstica, otimizar protocolos clínicos e tornar as terapias mais previsíveis e eficientes, conforme apontado por Al-Ansi et al. (2025). Na Odontologia, esse processo tem impactado especialmente a reabilitação oral. De acordo com Elbanna et al. (2026), a incorporação de recursos digitais modificou o planejamento e a execução das terapias restauradoras, reduzindo a dependência de etapas analógicas e aumentando a previsibilidade clínica e a qualidade dos tratamentos reabilitadores.

Entre essas tecnologias, o sistema CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) consolidou-se como uma das principais inovações aplicadas à prática reabilitadora. Seu fluxo de trabalho integra o escaneamento intraoral, o planejamento virtual e a manufatura computadorizada, estabelecendo um processo digital integrado que reduz etapas laboratoriais, minimiza falhas inerentes aos métodos convencionais e diminui o tempo clínico. Dessa forma, possibilita reabilitações mais precisas e eficientes, sendo reconhecido por Lamasanu et al. (2025) como um dos pilares da Odontologia contemporânea.

Inicialmente desenvolvido para aplicações nas indústrias aeroespacial e automobilística durante as décadas de 1950 e 1960, o conceito CAD/CAM tinha como objetivo automatizar processos de desenho e fabricação. Posteriormente, sua aplicação na Odontologia foi proposta por François Duret, responsável pela introdução do conceito de desenho assistido por computador para a confecção de restaurações protéticas. Na década de 1980, Werner Mörmann e Marco Brandestini consolidaram essa evolução com o desenvolvimento do sistema CEREC, considerado o primeiro sistema CAD/CAM de aplicação clínica bem-sucedida, que, segundo Suganna et al. (2024), possibilitou a confecção computadorizada de restaurações cerâmicas.

Figura 1 – Evolução histórica dos sistemas CAD/CAM na odontologia: marcos tecnológicos



Fonte: elaborado pela autora (2026)

Apesar da expressiva evolução tecnológica, a incorporação do fluxo digital à prática clínica ainda enfrenta desafios relacionados ao investimento inicial, à necessidade de capacitação profissional e à adaptação dos fluxos de trabalho. A aquisição de tecnologias como scanners intraorais, softwares de planejamento e unidades de fresagem representa uma barreira para a implementação desses sistemas em diferentes contextos clínicos e laboratoriais, conforme discutido por Silva et al. (2026). Além do aspecto econômico, a transição dos procedimentos manuais convencionais para o ambiente digital exige uma curva de aprendizagem significativa, visto que o profissional precisa desenvolver novas competências relacionadas ao domínio dos softwares, ao planejamento virtual e à execução dos protocolos digitais, conforme evidenciado por Watanabe, Fellows e An (2022). Nesse contexto, a automação dos processos não elimina a possibilidade de falhas operacionais, especialmente quando associada ao treinamento insuficiente dos usuários.

Diante desse cenário, torna-se fundamental compreender criticamente o impacto dos sistemas CAD/CAM na reabilitação oral contemporânea, considerando não apenas os benefícios relacionados à maior precisão clínica, à previsibilidade dos resultados e à otimização dos fluxos de trabalho, mas também as limitações técnicas, econômicas e operacionais envolvidas em sua implementação. Assim, este estudo teve como objetivo analisar, com base na literatura científica, os desafios, as limitações e as perspectivas dos sistemas CAD/CAM na reabilitação oral, destacando os fatores que influenciam sua aplicação e consolidação na prática odontológica contemporânea.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, de abordagem descritiva e analítica, desenvolvida com o objetivo de reunir, analisar e discutir evidências científicas relacionadas aos avanços, desafios e perspectivas clínicas do fluxo digital CAD/CAM aplicado à reabilitação

oral.

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados eletrônicas PubMed, Scopus, Web of Science e SciELO, considerando artigos científicos publicados entre janeiro de 2022 e julho de 2026, nos idiomas português e inglês. A estratégia de busca foi elaborada utilizando termos livres e descritores relacionados à temática, bem como seus correspondentes em inglês: “Fluxo digital” (Digital workflow), “Sistemas CAD/CAM” (CAD/CAM systems), “Odontologia digital” (Digital dentistry) e “Reabilitação oral” (Oral rehabilitation), combinados por meio de operadores booleanos, quando aplicável.

Foram considerados elegíveis estudos que abordassem a utilização de tecnologias CAD/CAM na reabilitação oral, contemplando aspectos relacionados ao planejamento digital, escaneamento intraoral, desenho assistido por computador, fabricação computadorizada, aplicações protéticas, reabilitações implantossuportadas, benefícios clínicos, limitações técnicas e perspectivas futuras da odontologia digital. Foram desconsideradas publicações duplicadas, estudos fora do período estabelecido, trabalhos sem relação direta com a temática proposta, artigos de opinião, cartas ao editor e estudos que não apresentassem informações relevantes para o objetivo desta revisão.

Após a análise dos estudos selecionados, realizou-se uma síntese qualitativa das informações extraídas, organizando os achados em categorias temáticas: evolução histórica dos sistemas CAD/CAM, componentes do fluxo digital, aplicações clínicas na reabilitação oral, desafios relacionados à implementação tecnológica e perspectivas futuras da odontologia digital.

REVISÃO DE LITERATURA

Evolução e consolidação do fluxo digital CAD/CAM

Durante décadas, a reabilitação oral foi conduzida predominantemente por meio de fluxos analógicos, caracterizados por etapas laboratoriais manuais e pela dependência da execução técnica do profissional e do laboratório de prótese. Procedimentos como moldagens convencionais com materiais elastoméricos, obtenção de modelos físicos em gesso e enceramentos manuais constituíam etapas fundamentais para a confecção de restaurações indiretas. Embora esses métodos tenham demonstrado resultados clínicos satisfatórios ao longo dos anos, apresentavam limitações relacionadas ao armazenamento de modelos e à suscetibilidade a distorções dimensionais, fatores que evidenciam a necessidade

de transição para sistemas que reduzam a dependência dessas moldagens tradicionais associadas ao desconforto do paciente e otimizem o tempo de tratamento, conforme descrito por Abreu et al. (2024).

De acordo com Silva et al. (2026), a introdução dos sistemas CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) na Odontologia representou um marco na transição dos procedimentos convencionais para os fluxos digitais de trabalho. Inicialmente desenvolvidos para setores industriais, esses sistemas foram incorporados à prática odontológica com o objetivo de digitalizar etapas do processo restaurador e automatizar a confecção de restaurações indiretas, reduzindo procedimentos manuais e promovendo maior padronização das etapas laboratoriais. Conforme relatado por Watanabe, Fellows e An (2022), um dos principais avanços ocorreu na década de 1980, com o desenvolvimento do sistema CEREC por Werner Mörmann e Marco Brandestini, considerado uma das primeiras aplicações clínicas bem-sucedidas do conceito CAD/CAM na Odontologia, permitindo a aquisição digital de dados e a fabricação de restaurações cerâmicas assistidas por computador. A partir desse período, o aprimoramento dos métodos de captura de imagens, processamento tridimensional e fabricação computadorizada ampliou progressivamente a incorporação dessas tecnologias na reabilitação oral.

Nas últimas décadas, a introdução de escâneres intraorais de maior precisão, softwares de planejamento tridimensional e materiais restauradores desenvolvidos para processamento digital, como cerâmicas, materiais híbridos e zircônias de alta resistência, contribuiu para a ampliação das aplicações clínicas do CAD/CAM. Inicialmente empregados principalmente na confecção de restaurações unitárias, esses recursos passaram a integrar tratamentos mais complexos, incluindo próteses fixas extensas, restaurações implantossuportadas e reabilitações orais com planejamento digital integrado. Nesse contexto, o fluxo digital CAD/CAM consolidou-se como uma importante ferramenta na reabilitação oral contemporânea, favorecendo a integração entre diagnóstico, planejamento e execução clínica, além de contribuir para maior previsibilidade dos tratamentos restauradores.

Componentes e funcionamento do fluxo digital CAD/CAM

O fluxo digital CAD/CAM inicia-se pela aquisição das informações clínicas por meio de escâneres intraorais, responsáveis pela captura tridimensional das estruturas dentárias e dos

tecidos adjacentes, gerando modelos digitais utilizados nas etapas subsequentes do tratamento restaurador. Essa tecnologia substitui a obtenção de modelos físicos por arquivos digitais, reduzindo etapas laboratoriais e favorecendo a comunicação entre o cirurgião-dentista e o laboratório de prótese. Além disso, a evolução dos sistemas de escaneamento tem permitido maior detalhamento das imagens obtidas, contribuindo para a precisão do planejamento virtual e para a execução de restaurações indiretas e reabilitações orais, conforme Costa et al. (2024).

Segundo Storoshchuk (2025), a etapa CAD (Computer-Aided Design) corresponde ao planejamento e desenho virtual das restaurações a partir dos modelos digitais obtidos no escaneamento intraoral. Nessa fase, softwares específicos permitem a elaboração tridimensional das estruturas protéticas, possibilitando ajustes relacionados à anatomia, adaptação marginal, contatos oclusais e características estéticas antes da etapa de fabricação. O desenho digital das restaurações permite maior controle sobre o resultado protético e facilita a comunicação entre os profissionais envolvidos no tratamento, tornando o processo reabilitador mais previsível e integrado.

De acordo com Dewan (2023), a etapa CAM (Computer-Aided Manufacturing) consiste na fabricação das restaurações planejadas digitalmente por meio de equipamentos de fabricação computadorizada, incluindo sistemas de fresagem e tecnologias de manufatura aditiva, como a impressão 3D. Nessa fase, os projetos desenvolvidos no ambiente virtual são convertidos em estruturas físicas utilizando diferentes materiais restauradores, como cerâmicas, zircônias e materiais híbridos. A integração entre aquisição digital, planejamento virtual e fabricação automatizada possibilitou o desenvolvimento de diferentes modalidades de fluxo, incluindo sistemas chairside, laboratoriais e híbridos, ampliando as possibilidades de aplicação do CAD/CAM na reabilitação oral.

Aplicações clínicas e impacto do fluxo CAD/CAM na reabilitação oral

Segundo Lamasanu et al. (2025), a incorporação do fluxo digital CAD/CAM à reabilitação oral modificou os protocolos convencionais ao integrar etapas de aquisição de dados, planejamento virtual e fabricação computadorizada em um processo sistematizado e progressivamente mais previsível. Sua aplicação clínica contempla diferentes modalidades terapêuticas, incluindo restaurações indiretas unitárias, reabilitações estéticas, próteses parciais fixas e tratamentos protéticos associados a implantes. Na odontologia restauradora,

a utilização de escaneamentos intraorais e softwares de desenho tridimensional permite a reprodução digital das estruturas dentárias e a elaboração detalhada das restaurações, favorecendo maior controle dos aspectos anatômicos, funcionais e estéticos. Em reabilitações estéticas anteriores, por exemplo, a integração entre análise digital do sorriso, simulação virtual e fabricação de restaurações cerâmicas personalizadas possibilita uma abordagem individualizada, associando previsibilidade restauradora às expectativas clínicas do paciente.

No campo da implantodontia, Elbanna et al. (2026) apontam que o fluxo CAD/CAM ampliou as possibilidades de organização e execução das reabilitações ao permitir a integração entre exames tridimensionais, escaneamentos intraorais e softwares especializados. Essa associação favorece protocolos fundamentados no planejamento reverso, nos quais o desenho e o posicionamento da futura restauração protética orientam as etapas cirúrgicas e restauradoras. Clinicamente, essa abordagem apresenta aplicações em reabilitações unitárias em áreas estéticas, próteses implantossuportadas múltiplas e tratamentos de pacientes edêntulos, permitindo a confecção de guias cirúrgicos, componentes personalizados e restaurações provisórias ou definitivas previamente planejadas. Essa integração resulta em maior previsibilidade terapêutica, otimização da comunicação entre profissionais e redução das variações inerentes aos procedimentos analógicos convencionais.

Além da ampliação das possibilidades terapêuticas, o fluxo digital CAD/CAM tem promovido impactos relevantes na qualidade dos tratamentos reabilitadores. A padronização dos processos digitais contribui para maior precisão na obtenção dos modelos virtuais, melhor controle da adaptação marginal das restaurações e maior previsibilidade dos resultados clínicos. Adicionalmente, a redução de etapas manuais, a diminuição do tempo clínico e laboratorial e a possibilidade de armazenamento e reprodução dos arquivos digitais representam vantagens importantes quando comparadas aos protocolos convencionais. Entretanto, apesar dos benefícios observados, os resultados clínicos permanecem relacionados à qualidade dos equipamentos utilizados, à experiência do profissional e à adequada integração entre as diferentes etapas do fluxo digital.

Desafios atuais e perspectivas futuras do fluxo digital CAD/CAM

Apesar dos avanços proporcionados pelo fluxo digital CAD/CAM, Abdulkarim et al. (2024) afirmam que sua incorporação à prática clínica na reabilitação oral ainda apresenta

desafios relacionados aos aspectos técnicos, econômicos, educacionais e ambientais. Entre as principais limitações, destaca-se a curva de aprendizado associada à transição dos protocolos convencionais para os digitais. A aquisição de competências relacionadas ao escaneamento intraoral, planejamento tridimensional, manipulação de softwares e interpretação dos dados obtidos exige capacitação contínua e adaptação do profissional a uma nova dinâmica de trabalho. Nesse contexto, as tecnologias digitais não substituem o conhecimento clínico, mas ampliam as possibilidades terapêuticas quando associadas à correta indicação e ao domínio dos protocolos digitais.

Contrapondo-se aos benefícios observados, Abreu et al. (2024) destacam que outros desafios relevantes estão relacionados aos investimentos necessários para a implementação desses sistemas, especialmente em países de média e baixa renda, nos quais limitações financeiras e estruturais podem restringir o acesso às tecnologias aplicadas à saúde. A aquisição de scanners intraorais, softwares de planejamento, equipamentos de fabricação e a manutenção dos dispositivos digitais representam custos significativos para clínicas e serviços odontológicos. Dessa forma, embora essa abordagem apresente benefícios relacionados à otimização dos processos restauradores e à redução de determinadas etapas operacionais, sua ampla disseminação depende do desenvolvimento de estratégias que favoreçam maior democratização do acesso, evitando que os avanços da odontologia digital permaneçam restritos a determinados grupos ou centros especializados.

Segundo Oliveira e Oliveira (2025), além das limitações técnicas e econômicas, a expansão dos protocolos digitais traz à discussão uma questão emergente: a sustentabilidade dos novos modelos de produção odontológica. Embora a redução do uso de materiais de moldagem, do transporte físico de modelos e de algumas etapas laboratoriais possa representar vantagens ambientais, a cadeia produtiva associada aos sistemas digitais envolve consumo energético, fabricação de equipamentos eletrônicos, utilização de materiais industriais e geração de resíduos específicos. Assim, a incorporação dessas tecnologias não deve ser interpretada automaticamente como uma alternativa ambientalmente superior, sendo necessária uma avaliação fundamentada no ciclo de vida dos processos envolvidos. Permanece, portanto, a necessidade de esclarecer se a transição para modelos digitais representa uma efetiva redução dos impactos ambientais ou apenas uma redistribuição desses impactos ao longo da cadeia produtiva.

Por fim, conforme destacado por Silva (2024), as perspectivas futuras da reabilitação oral digital indicam uma integração progressiva entre CAD/CAM, inteligência artificial, impressão tridimensional, análise facial digital e sistemas automatizados de planejamento. Essas associações apresentam potencial para aprimorar a personalização dos tratamentos, aumentar a eficiência clínica e auxiliar os processos de tomada de decisão. Entretanto, a evolução da odontologia digital dependerá não apenas do desenvolvimento de novas ferramentas, mas também da formação adequada dos profissionais, da produção de evidências científicas robustas e da busca por soluções economicamente acessíveis e ambientalmente responsáveis. Dessa forma, o verdadeiro avanço do CAD/CAM não estará restrito à capacidade de produzir restaurações mais precisas, mas à construção de um modelo de reabilitação oral que concilie excelência clínica, acesso tecnológico e sustentabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos analisados nesta revisão evidenciam a crescente consolidação do fluxo digital CAD/CAM como uma ferramenta relevante na reabilitação oral contemporânea. A Tabela 1 apresenta a síntese das publicações selecionadas, contemplando informações referentes aos autores, ano de publicação, objetivos, abordagens metodológicas e principais contribuições acerca da aplicação das tecnologias digitais nos tratamentos protéticos. Com base nessa organização, foi realizada uma análise crítica dos achados, considerando os avanços proporcionados pelos sistemas CAD/CAM, suas aplicações clínicas, limitações atuais e perspectivas futuras.

Tabela 1 – Caracterização dos estudos incluídos na revisão

Autor/Ano	Objetivo do estudo	Principais resultados	Contribuição para a reabilitação oral digital	Implicação clínica para o fluxo CAD/CAM na reabilitação oral
Watanabe et al. (2022)	Revisar as aplicações das tecnologias digitais na odontologia restauradora	O CAD/CAM modificou os protocolos restauradores ao integrar aquisição digital, planejamento e fabricação	Evidencia a consolidação do fluxo digital na prática restauradora	Consolida o fluxo digital como alternativa previsível aos protocolos convencionais, com planejamento virtual integrado.

		automatizada	contemporânea.	
Dewan (2023)	Avaliar a efetividade clínica de próteses em zircônia produzidas por fresagem e impressão 3D	As tecnologias digitais apresentam resultados clínicos favoráveis, com potencial de precisão e previsibilidade na fabricação protética	Evidencia que a manufatura digital amplia as possibilidades de utilização de materiais de alta resistência	Demonstra a aplicabilidade do CAD/CAM na produção de restaurações cerâmicas com maior controle dimensional e desempenho clínico
Abreu et al. (2024)	Revisar indicações, vantagens e limitações dos sistemas CAD/CAM	O CAD/CAM reduz etapas manuais, melhora padronização, porém apresenta limitações relacionadas ao custo e necessidade de capacitação	Reforça que a adoção tecnológica depende de treinamento profissional e infraestrutura adequada	Evidencia que o sucesso do fluxo digital depende da associação entre domínio técnico, seleção adequada de casos e investimento tecnológico
Abdulkarim et al. (2024)	Analisar o impacto do fluxo digital em próteses fixas	O fluxo digital favorece otimização dos processos, melhor comunicação clínico-laboratorial e maior previsibilidade	Demonstra benefícios clínicos, mas destaca desafios técnicos e econômicos	Favorece a integração entre cirurgia-dentista e laboratório, reduzindo falhas de comunicação
Corsalini et al. (2024)	Comparar fluxos convencionais e digitais em reabilitações implantes-suportadas	O fluxo digital apresentou vantagens relacionadas ao planejamento e execução protética	Apoia a utilização do CAD/CAM em tratamentos de implantes complexos	Permite planejamento reverso e maior controle das etapas protéticas em reabilitações sobre implantes
Costa et al. (2024)	Avaliar o uso dos scanners intraorais na odontologia	Escaneamentos digitais oferecem vantagens em conforto, armazenamento e comunicação profissional	Confirma o papel dos scanners como etapa inicial essencial do fluxo digital	Representa a transição do modelo físico para o ambiente virtual, favorecendo aquisição de dados mais eficiente e integração digital
Suganna et al. (2024)	Avaliar a percepção sobre a transformação digital na odontologia	A digitalização representa mudança de paradigma, exigindo adaptação profissional	Evidencia a integração entre conhecimento clínico e ferramentas digitais	Reforça a necessidade de atualização profissional para utilização racional das tecnologias digitais na reabilitação oral
Silva et al.	Revisar o impacto da tecnologia CAD/CAM em	Sistemas digitais aumentam eficiência e	Reforça a consolidação do	Confirma o CAD/CAM como ferramenta capaz de

(2026)	restaurações indiretas	padronização na confecção restauradora	CAD/CAM na odontologia restauradora	otimizar previsibilidade, reprodução anatômica e padronização restauradora
Elbanna et al. (2026)	Discutir inteligência artificial e desafios da transformação digital	IA e tecnologias digitais apresentam potencial para automatização e personalização dos tratamentos	Indica que o futuro da odontologia digital dependerá da integração entre IA, CAD/CAM e formação profissional	Aponta uma tendência futura de fluxos inteligentes, com maior personalização dos tratamentos e suporte à tomada de decisão clínica

Fonte: elaborado pela autora (2026)

A análise dos estudos selecionados demonstra que o fluxo digital CAD/CAM tem promovido mudanças significativas nos protocolos de reabilitação oral, especialmente pela integração entre aquisição de dados clínicos, planejamento virtual e fabricação computadorizada. De maneira geral, os autores apresentam concordância quanto ao potencial dessas tecnologias para aprimorar o controle dos procedimentos restauradores, favorecer maior previsibilidade dos tratamentos e ampliar as possibilidades terapêuticas. Entretanto, os estudos também ressaltam que a efetividade desses recursos está condicionada à adequada capacitação profissional, correta indicação clínica e disponibilidade de infraestrutura tecnológica.

Watanabe, Fellows e An (2022) destacam que a incorporação dos sistemas digitais modificou progressivamente os protocolos convencionais da Odontologia restauradora ao permitir maior integração entre as diferentes fases do tratamento reabilitador. Em concordância, Suganna et al. (2024) ressaltam que a evolução da odontologia digital representa uma mudança importante na prática clínica, porém exige atualização contínua dos profissionais para que os recursos tecnológicos sejam utilizados de maneira eficiente e associados ao conhecimento clínico.

Quanto às aplicações clínicas, Costa et al. (2024) e Dewan (2023) demonstram que a evolução dos escâneres intraorais, softwares de planejamento e materiais restauradores compatíveis com sistemas digitais ampliou a utilização do CAD/CAM em diferentes modalidades terapêuticas. Esses recursos possibilitam maior controle sobre o planejamento e a execução das restaurações, além de favorecerem a comunicação entre cirurgião-dentista,

laboratório e paciente. Dessa forma, o fluxo digital passou a representar uma alternativa relevante para tratamentos restauradores individualizados e com maior integração entre os ambientes clínico e laboratorial.

Nos tratamentos de maior complexidade, Lamasanu et al. (2025) e Elbanna et al. (2026) apontam que a associação entre planejamento digital, exames tridimensionais e fabricação computadorizada ampliou as possibilidades da reabilitação implantossuportada. A aplicação do planejamento reverso destaca-se como uma das principais contribuições desses sistemas, permitindo que a definição da solução protética participe da organização das fases cirúrgicas e restauradoras. Assim, o CAD/CAM ultrapassa a função de fabricação de estruturas protéticas e passa a atuar como ferramenta estratégica no planejamento global dos tratamentos reabilitadores.

Apesar dos avanços descritos, os estudos analisados evidenciam limitações relacionadas à implementação dos sistemas digitais. Abdulkarim et al. (2024), Abreu et al. (2024) e Oliveira e Oliveira (2025) destacam que fatores econômicos, técnicos, educacionais e ambientais ainda influenciam a expansão dessas tecnologias. O investimento inicial em equipamentos, softwares, manutenção e capacitação profissional permanece como uma barreira relevante, principalmente em locais com menor disponibilidade de recursos. Além disso, a incorporação dos fluxos digitais demanda atualização constante dos profissionais e adaptação dos modelos tradicionais de trabalho.

Outro aspecto discutido na literatura refere-se à sustentabilidade dos processos digitais. Embora a redução de etapas convencionais, como moldagens físicas e transporte de modelos, possa representar benefícios ambientais, a utilização de equipamentos eletrônicos, o consumo energético associado e o descarte de componentes tecnológicos demonstram que a avaliação dos impactos ambientais deve considerar todo o ciclo produtivo. Dessa forma, a odontologia digital deve ser analisada de maneira integrada, considerando tanto seus benefícios clínicos quanto seus desafios operacionais e ambientais.

Em relação às perspectivas futuras, Silva (2024) e Elbanna et al. (2026) indicam que a evolução da reabilitação oral digital tende a ocorrer por meio da integração entre CAD/CAM, inteligência artificial, impressão tridimensional, análise facial digital e sistemas automatizados de planejamento. Essas associações apresentam potencial para ampliar a personalização dos tratamentos e auxiliar a tomada de decisão clínica. Entretanto, a consolidação dessas

tecnologias dependerá do desenvolvimento de evidências científicas consistentes, da formação continuada dos profissionais e da ampliação do acesso aos recursos digitais.

Portanto, a literatura analisada demonstra que o fluxo digital CAD/CAM apresenta papel consolidado na reabilitação oral contemporânea, contribuindo para tratamentos mais integrados, previsíveis e eficientes. Contudo, sua utilização deve estar fundamentada na associação entre inovação tecnológica, conhecimento científico e julgamento clínico, garantindo que os benefícios dos sistemas digitais sejam incorporados de forma segura e sustentável à prática odontológica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fluxo digital CAD/CAM consolidou-se como uma tecnologia relevante na reabilitação oral contemporânea, integrando etapas de diagnóstico, planejamento virtual e fabricação computadorizada em protocolos mais personalizados e previsíveis. Os avanços dessa tecnologia ampliaram as possibilidades clínicas, especialmente em procedimentos protéticos e reabilitações implantossuportadas, proporcionando maior previsibilidade das etapas terapêuticas e favorecendo a comunicação entre profissionais, laboratórios e pacientes.

Entretanto, a incorporação desses sistemas ainda apresenta desafios relacionados à capacitação profissional, ao investimento inicial, à acessibilidade tecnológica e à sustentabilidade dos processos digitais. Dessa forma, o futuro da odontologia digital dependerá não apenas do desenvolvimento de novas tecnologias, mas também da capacidade de integrá-las de maneira crítica, fundamentada em evidências científicas e alinhada às necessidades clínicas, econômicas e sociais.

Assim, o impacto do CAD/CAM não deve ser compreendido apenas como uma substituição dos métodos convencionais, mas como uma evolução dos modelos de reabilitação oral, em que a inovação tecnológica esteja associada ao conhecimento clínico, à qualidade assistencial e ao desenvolvimento de práticas mais eficientes e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ABDULKARIM, L. I. et al. Impact of digital workflow integration on fixed prosthodontics: a review of advances and clinical outcomes. *Cureus*, [S. l.], v. 16, n. 10, p. 1-6, out. 2024. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.72286>.

ABREU, E. A. de et al. Use of the computer-aided design-computer-aided manufacturing (CAD-CAM) system with its indications, advantages and disadvantages: an integrative review. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 13, n. 9, p. e5913946833, set. 2024. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/rsd/article/view/46833>. Acesso em: 20 jul. 2026.

AL-ANSI, A. et al. Digital transformation in dentistry: a survey on trends and business implications. *Heliyon*, [S. l.], v. 11, n. 6, p. 1-15, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844025018420>. Acesso em: 17 jul. 2026.

CORSALINI, M. et al. Comparison between conventional and digital workflow in implant prosthetic rehabilitation: a randomized controlled trial. *Journal of Functional Biomaterials*, [S. l.], v. 15, n. 6, p. 149-163, maio 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/jfb15060149>.

COSTA, A. R. et al. A utilização dos scanners intraorais na odontologia: uma revisão de literatura. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, [S. l.], v. 10, n. 10, p. 211-227, out. 2024. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v10i10.15728>.

DEWAN, H. Clinical effectiveness of 3D-milled and 3D-printed zirconia prosthesis: a systematic review and meta-analysis. *Biomimetics*, [S. l.], v. 8, n. 5, p. 394, ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/biomimetics8050394>.

ELBANNA, L. et al. The digital transformation of dentistry: AI-driven innovations and clinical challenges. *American Journal of Medical Sciences and Medicine*, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 7-12, 2026. DOI: <https://doi.org/10.12691/ajmsm-14-1-2>.

LAMASANU, V. et al. From design to restoration: CAD/CAM in contemporary dental prosthodontics. *Romanian Journal of Medical and Dental Education*, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 42-50, jan./fev. 2025. Disponível em: <https://journal.adre.ro/wp-content/uploads/2025/05/FROM-DESIGN-TO-RESTORATION-CADCAM-IN-CONTEMPORARY-DENTAL-PROSTHODONTICS.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2026.

OLIVEIRA, A. L. de; OLIVEIRA, A. de C. Fluxo de trabalho digital e tecnologias CAD/CAM: impactos operacionais e econômicos na Odontologia. *Journal of Multidisciplinary Dentistry*, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 118-128, 2025. DOI: <https://doi.org/10.46875/jmd.v14i3.1266>.

SILVA, C. F. S. et al. A tecnologia CAD/CAM e seu impacto na confecção de restaurações indiretas: uma revisão de literatura. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 1222-1234, abr. 2026. Disponível em: <https://bjih.s.emnuvens.com.br/bjih.s/article/view/7294>. Acesso em: 20 jul. 2026.

SILVA, D. B. da. Fluxo digital no planejamento de prótese dentária. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, [S. l.], v. 6, n. 11, p. 2574-2582, 2024. DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n11p2574-2582>.

STOROSHCHUK, P. Digital protocol exocad in restorative dentistry: efficiency, personalization, and clinical predictability. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos*, [S. l.], v. 8, n. 19, p. e082471, set. 2025. Disponível em: <http://revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/2471>. Acesso em: 21 jul. 2026.

SUGANNA, M. et al. The digital era heralds a paradigm shift in dentistry: a cross-sectional study. *Cureus*, [S. l.], v. 16, n. 1, p. e53300, jan. 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38435915/>. Acesso em: 20 jul. 2026.

WATANABE, H.; FELLOWS, C.; AN, H. Digital technologies for restorative dentistry. *Dental Clinics of North America*, [S. l.], v. 66, n. 4, p. 567-590, out. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cden.2022.05.006>.