



ISSN 2674-8169



Latindex



DOI



A TECNOLOGIA CAD/CAM E SEU IMPACTO NA CONFECÇÃO DE RESTAURAÇÕES INDIRETAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA.

Carlos Felipe dos Santos Silva ¹, Darla Beatrice da Silva Santos ², Júlia Peixoto Campos de Macedo ³, Mariana Montenegro Silva ⁴.



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2026v8n4p1222-1234>

Artigo recebido em 26 Março e publicado em 26 de Abril de 2026

ARTIGO DE REVISÃO.

RESUMO

A tecnologia CAD/CAM revolucionou a odontologia, especialmente na confecção de restaurações indiretas, sejam parciais ou totais. Esta revisão de literatura analisa os impactos dessa tecnologia em termos de precisão, eficiência clínica e qualidade dos resultados. Além disso, pesquisar as vantagens e desvantagens da alta aplicabilidade dessa inovação na prática clínica odontológica e sua relação custo-benefício para os profissionais e pacientes. Ao analisar os trabalhos coletados para esta revisão, muitos apontam que a tecnologia CAD/CAM melhora a adaptação marginal, reduz o tempo clínico e aumenta a satisfação do paciente. Apesar dos benefícios, desafios como o alto custo e a curva de aprendizagem ainda limitam sua ampla adoção. No entanto, conclui-se que o CAD/CAM representa um avanço significativo na prática odontológica contemporânea.

Palavras-chave: CAD/CAM; Restaurações Indiretas; Odontologia Digital.

CAD/CAM TECHNOLOGY AND ITS IMPACT IN THE MANUFACTURING OF INDIRECT RESTORATIONS: A LITERATURE REVIEW.

ABSTRACT

CAD/CAM technology has revolutionized dentistry, particularly in the fabrication of indirect restorations such as inlays and onlays. This literature review examines the impact of this technology in terms of accuracy, clinical efficiency, and quality of outcomes. Additionally, it explores the advantages and disadvantages of its widespread applicability in clinical dental practice and its cost-effectiveness for both professionals and patients. Upon analyzing the collected studies for this review, many indicate that CAD/CAM improves marginal adaptation, reduces clinical time, and enhances patient satisfaction. Despite these benefits, challenges such as high costs and the learning curve still limit its widespread adoption. Nevertheless, it is concluded that CAD/CAM represents a significant advancement in contemporary dental practice.

Keywords: CAD/CAM; Indirect Restorations, Digital Dentistry.

Instituição afiliada – CENTRO UNIVERSITÁRIO CESMAC – CESMAC AL

Autor correspondente: Carlos Felipe dos Santos Silva- felipesilvasksta@hotmail.com, Darla Beatrice da Silva Santos- dbeatrice10@gmail.com, Júlia Peixoto Campos de Macedo, Especialista, Mestra e Doutora em Dentística- juliapcmacedo@gmail.com, Mariana Montenegro Silva, Especialista em Prótese, Mestra e Doutora em Reabilitação Oral- mariana.silva@cesmac.edu.br

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





INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, a odontologia tem se beneficiado significativamente dos avanços tecnológicos, permitindo a melhoria na precisão dos diagnósticos e tratamentos oferecidos aos indivíduos. Dentre essas inovações, a tecnologia CAD/CAM (Computer-Aided Design - Computer-Aided Manufacturing) destaca-se como uma das mais relevantes para a prática odontológica. O sistema CAD/CAM tem transformado os processos convencionais, proporcionando maior agilidade, precisão e personalização no tratamento odontológico, além de otimizar o tempo de trabalho do Cirurgião-dentista e reduzir o consumo de material, sendo esses os alginatos, silicones e gessos. (DI FIORE et al., 2018).

Do mesmo modo, essa inovação tecnológica tem sua base em quatro componentes: um scanner que converte as informações da cavidade oral em dados digitais, o software do CAD, cuja função é projetar os modelos virtuais tridimensionais, o software do CAM, que seleciona o material e opera o programa de fabricação, e um dispositivo que transforma os modelos digitais em produtos. Ademais, a tecnologia CAD/CAM apresenta uma ampla aplicabilidade na odontologia, sendo empregada em diversas áreas, como a confecção de guias cirúrgicos, para auxiliar no planejamento e execução de cirurgias ortognáticas, desenvolvimento de próteses e no planejamento de restaurações diretas e indiretas. Seu uso permite maior precisão, eficiência e previsibilidade nos procedimentos, otimizando os resultados clínicos e estéticos. (SUESE, 2020).

O sistema CAD/CAM foi desenvolvido por volta de 1960 para uso nas indústrias de aeronáutica e automotiva e foi implementado pela primeira vez na odontologia uma década depois. François Duret foi a primeira pessoa a desenvolver um dispositivo CAD/CAM odontológico, fazendo coroas com base em uma impressão óptica do dente pilar e usando uma fresadora controlada numericamente, já em 1971. Werner Mörmann foi o desenvolvedor do primeiro sistema CAD/CAM comercial. Ele consultou Marco Brandestini, um engenheiro elétrico, que teve a ideia de usar tecnologia óptica para escanear os dentes. Em 1985, a equipe havia realizado a primeira restauração inlay usando uma combinação de seu scanner óptico e dispositivo de fresagem. O dispositivo

foi nomeado de CEREC, uma sigla para Computer-Assisted Ceramic Reconstruction. Mais recentemente, os sistemas CAD/CAM foram capazes de fornecer próteses parciais fixas e pilares de implantes. (DAVIDOWITZ, 2011).

O uso da tecnologia de design e fabricação assistidos por computador (CAD/CAM) na confecção de restaurações indiretas revolucionou a odontologia moderna, proporcionando uma série de vantagens em relação aos métodos convencionais. O processo permite a criação de coroas, facetas, inlays, onlays, além de outras restaurações com alta precisão e velocidade, minimizando o erro humano e a necessidade de ajustes clínicos e, mais recentemente, próteses parciais fixas e pilares de implantes (SMITH; JONES, 2022). Além disso, o sistema de CAD/CAM oferece personalização total, adaptando as restaurações às necessidades específicas de cada paciente. A tecnologia também reduziu o número de visitas ao dentista, pois permite a fabricação e a colocação das restaurações em um único atendimento, aumentando a conveniência tanto para o profissional quanto para o paciente. Diversos estudos têm comprovado a eficiência e a qualidade das restaurações produzidas com o sistema CAD/CAM, destacando sua durabilidade e estética superior, o que tem impulsionado sua adoção crescente em clínicas odontológicas ao redor do mundo (TAVARES et al., 2023). Com o avanço contínuo da tecnologia e da melhoria dos materiais, espera-se que os sistemas de design e fabricação assistidos por computador desempenhem um papel cada vez mais central na odontologia restauradora.

O presente trabalho visa realizar uma revisão de literatura sobre a tecnologia CAD/CAM e seus impactos na confecção de restaurações indiretas em odontologia, abordando os principais benefícios, desafios e limitações dessa abordagem. Além disso, será discutido o impacto dessa tecnologia na eficiência dos tratamentos e na experiência do paciente, considerando as perspectivas atuais e as futuras tendências no campo da odontologia digital.

METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como descritiva, de abordagem qualitativa, e foi realizada por meio de revisão de literatura. Os descritores utilizados foram: Sistema CAD/CAM, restaurações indiretas e odontologia digital.

O levantamento foi conduzido com consulta às seguintes bases de dados:

PubMed, BVS (Biblioteca Virtual em Saúde), Scielo (Scientific Electronic Library Online) e LILACS (Literatura LatinoAmericana e do Caribe em Ciências da Saúde), considerando artigos publicados em português e inglês no período de 2011 a 2025.

Com base nas informações coletadas, procedeu-se à leitura e análise criteriosa dos artigos selecionados, onde foram destacados os pontos mais relevantes para o desenvolvimento do estudo. Foram incluídos na pesquisa relatos de caso, estudos clínicos e ensaios clínicos randomizados. Por outro lado, foram excluídos estudos que abordassem especificamente aspectos técnicos do CAD/CAM, bem como artigos incompletos ou com acesso restrito.

REVISÃO DE LITERATURA

3.1 AS RESTAURAÇÕES INDIRETAS

A perda de estrutura dental é reconhecida como um processo multifatorial, sendo a doença cárie a principal responsável, com prevalência superior a 90% na população mundial. Entretanto, não se limita a esse fator, uma vez que condições como: erosão, abrasão, desgaste e fraturas também contribuem de forma significativa para a perda de tecido dentário duro. Essas alterações, isoladas ou combinadas, podem desencadear manifestações clínicas relevantes, como sensibilidade, dor, comprometimento pulpar, além de favorecer o surgimento de cáries secundárias e problemas periodontais e oclusais, justificando a necessidade de intervenção restauradora. (BUSTAMANTE-HERNÁNDEZ et al., 2020).

Nesse contexto, a indicação de restaurações indiretas torna-se particularmente relevante em cavidades extensas, sobretudo quando há comprometimento estrutural significativo, como nos casos em que a largura do istmo excede dois terços da distância intercuspídea. (SAG, BEKTAS, 2020). Tal abordagem está alinhada aos princípios da odontologia minimamente invasiva. Além disso, de acordo com Bustamante-Hernández et al. (2020), essas restaurações apresentam desempenho clínico satisfatório, destacando-se pela durabilidade, estabilidade de cor, biocompatibilidade e bons resultados estéticos, o que sustenta sua ampla indicação.

Sob o ponto de vista técnico, as restaurações indiretas diferenciam-se das diretas principalmente por serem confeccionadas fora da cavidade oral, o que permite maior controle das etapas laboratoriais e redução de limitações inerentes às técnicas

convencionais, como a contração de polimerização e falhas na adaptação marginal. (AMESTI-GARAIZABAL et al., 2019). Além disso, a polimerização extraoral, frequentemente realizada com o uso de luz ultravioleta, favorece a obtenção de melhores propriedades físicas dos materiais. (SAG, BEKTAS, 2020). No que se refere à sua classificação, observa-se um consenso na literatura quanto à divisão em inlays (sem cobrir as cúspides), onlays (cobrindo pelo menos uma cúspide), overlays (cobrindo todas as cúspides) e coroas (cobertura completa do elemento dental), o que reflete o nível de comprometimento estrutural. (AMESTI-GARAIZABAL et al., 2019).

Nesse contexto, destaca-se ainda a endocrown, uma variação restauradora de peça única indicada para dentes tratados endodonticamente com grande perda estrutural, que se integra às margens da cavidade e à câmara pulpar por meio de cimentação adesiva, obtendo retenção macromecânica pelas paredes pulpares e micromecânica pela própria cimentação. (SHAMS et al., 2025).

3.2 A TECNOLOGIA CAD/CAM

O avanço das tecnologias digitais tem promovido mudanças significativas na odontologia restauradora, destacando-se o sistema CAD/CAM como uma das principais inovações nesse campo, inicialmente desenvolvido com o objetivo de otimizar a confecção de restaurações, esse sistema vem sendo amplamente incorporado à prática clínica, principalmente por sua capacidade de tornar os procedimentos mais rápidos, precisos e previsíveis. Nesse sentido, Davidowitz (2011) ressalta que o CAD/CAM possibilita a realização de restaurações em sessão única, além de oferecer vantagens como agilidade, facilidade de uso e qualidade final superior quando comparado às técnicas tradicionais.

Do ponto de vista operacional, o sistema baseia-se na integração entre informática e engenharia, sendo estruturado em três etapas fundamentais: aquisição de dados, planejamento digital e fabricação. Conforme descrito por Alves et al. (2017), a obtenção das imagens pode ocorrer tanto por escaneamento intraoral quanto pela digitalização de modelos de gesso, ampliando as possibilidades de aplicação clínica. Posteriormente, o software CAD permite o planejamento virtual detalhado da restauração, incluindo identificação automatizada da linha de término, enquanto o

sistema CAM executa a fresagem da peça a partir de blocos pré-fabricados. Esse fluxo digital tem sido associado a ganhos consistentes em precisão, estética e durabilidade das restaurações, reforçando sua relevância na prática contemporânea.

3.3 MATERIAIS UTILIZADOS PELO SISTEMA CAD/CAM

No contexto da odontologia digital, especialmente em procedimentos chairside, processos odontológicos digitais onde todas as etapas de confecção são realizadas integralmente dentro do consultório, a seleção criteriosa de materiais restauradores é essencial para garantir eficiência clínica e longevidade das reabilitações.

Desse modo, é possível destacar uma evolução dos materiais restauradores utilizados, evoluindo desde o uso de ouro e amálgama, para materiais mais atuais como cerâmicas (cerâmica feldspática convencional, cerâmica reforçada com leucita, cerâmica de dissilicato de lítio), materiais híbridos (resina nanocerâmica e cerâmicas híbridas) ou resinas compostas. (BUSTAMANTE-HERNÁNDEZ et al., 2020).

Nesse contexto, as cerâmicas odontológicas são amplamente utilizadas em virtude de suas propriedades estéticas e mecânicas. O dissilicato de lítio, por exemplo, apresenta elevada resistência à fratura e desempenho clínico satisfatório a longo prazo, sendo indicado para restaurações em regiões de alta demanda funcional (PAULA, 2015). Já as cerâmicas à base de zircônia, por sua vez, destacam-se pela alta resistência mecânica e biocompatibilidade, embora apresentem menor translucidez quando comparadas às cerâmicas vítreas (SILVA et al., 2021).

Em alternativa as cerâmicas tradicionais, é possível destacar as cerâmicas de matriz resinosa, também denominadas cerâmicas híbridas ou nanocerâmicas, combinam características de cerâmicas e polímeros. Esses materiais apresentam adequada usinabilidade, maior capacidade de absorção de cargas e módulo de elasticidade aprimorado, resultando em restaurações com maior flexibilidade, resistência e desempenho estético satisfatório, além de reduzida abrasividade sobre dentes antagonistas (BISPO, 2017).

Outra opção de material e que tem se tornado muito promissor são os blocos de resina para CAD/CAM, que oferecem vantagens significativas relacionadas à sua capacidade de fabricação, usinabilidade e repetibilidade. O objetivo da fabricação

desses materiais de nova geração é combinar as vantagens da cerâmica e das resinas no mesmo material. Entre eles, temos a resina LAVA ultimate (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), uma resina nanocerâmica, composta por partículas nanocerâmicas embebidas em uma matriz de resina altamente reticulada. (SAG, BEKTAS, 2020).

Prosseguindo, temos as resinas compostas empregadas em restaurações obtidas por meio da tecnologia CAD/CAM, que têm se destacado em função de suas propriedades mecânicas superiores em relação as resinas compostas diretas. Em estudo recente, foram avaliadas as propriedades mecânicas de blocos de resina composta para CAD/CAM, como Tetric CAD, Grandioblocs e Brilliant Crios, em comparação com resinas compostas diretas correspondentes. Os resultados evidenciaram que os blocos CAD/CAM apresentaram valores significativamente superiores de resistência à flexão, módulo de elasticidade e microdureza Vickers. A título de exemplo, a resistência à flexão variou de 81,1 MPa nas resinas diretas até 246,5 MPa nos blocos CAD/CAM, demonstrando expressiva melhoria no desempenho mecânico. Tais características consolidam as resinas CAD/CAM como uma alternativa viável para restaurações indiretas, oferecendo maior durabilidade e resistência ao desgaste em comparação às resinas compostas convencionais (GOMES *et al.*, 2024).

Ademais, no que diz respeito a resistência dos materiais utilizados para produzir restaurações indiretas, de acordo com a pesquisa de Amesti-Garaizabal *et al* (2019), usando a medida de resistência a fratura em newtons (N), temos que a resistência máxima à fratura para inlays foi obtida por restaurações fabricadas com resina nanocerâmica; para onlays, a resistência máxima à fratura foi obtida com cerâmica de dissilicato de lítio; para overlays, os maiores valores de resistência à fratura foram obtidos com cerâmica reforçada com leucita, embora não exista um consenso sobre esse assunto na literatura.

3.4 IMPACTO DO CAD/CAM: VANTAGENS E DESVANTAGENS

As principais vantagens do sistema CAD/CAM incluem a redução do tempo clínico total e a maior satisfação do paciente, especialmente pela eliminação das moldagens analógicas e pelo aumento do conforto durante o procedimento. Além disso,

essa tecnologia proporciona excelentes resultados estéticos, elevada durabilidade e adequada funcionalidade, associadas a uma melhor adaptação marginal. Outro aspecto relevante é a possibilidade de visualização ampliada do preparo na tela, o que favorece maior precisão e controle do processo restaurador, bem como o uso de materiais com rigoroso controle de qualidade (SKORULSKA et al., 2021).

Nesse sentido, integração do CAD/CAM com os avanços dos scanners intraorais tem se consolidado como uma alternativa eficaz aos métodos convencionais de confecção de restaurações indiretas, permitindo a obtenção de resultados clínicos de alta qualidade. Essa associação possibilita a reabilitação de tecidos dentários perdidos em uma única sessão, reduzindo significativamente o tempo de tratamento e contribuindo para uma experiência mais positiva do paciente (BUSTAMANTE-HERNÁNDEZ et al., 2020).

Atualmente, observa-se uma ampla variedade de materiais restauradores compatíveis com o sistema, incluindo diferentes tipos de cerâmicas, resinas compostas e materiais híbridos, os quais permitem a confecção de restaurações com propriedades físicas e estéticas superiores. Como benefício complementar, destaca-se a possibilidade de cimentação definitiva na mesma consulta, o que otimiza o fluxo clínico e elimina etapas intermediárias (GAILANI et al., 2021).

A digitalização intraoral, por sua vez, fornece imagens ampliadas e altamente detalhadas da cavidade bucal de forma praticamente imediata, contribuindo para o controle preciso do preparo cavitário e para o planejamento digital da restauração. Essa característica aumenta a previsibilidade do tratamento e confere maior segurança ao cirurgião-dentista (SKORULSKA et al., 2021). Além disso, o sistema frequentemente dispensa a necessidade de restaurações provisórias, uma vez que a peça definitiva pode ser confeccionada e cimentada na mesma sessão, reduzindo a necessidade de retorno do paciente (DAVIDOWITZ, 2011).

Outra vantagem significativa do sistema CAD/CAM é a eliminação da necessidade de restaurações provisórias, uma vez que a restauração final pode ser confeccionada e cimentada em uma única sessão, dispensando o retorno do paciente e otimizando o tempo clínico (DAVIDOWITZ, 2011).

Entretanto, apesar das inúmeras vantagens, o sistema CAD/CAM também



apresenta limitações. Entre elas, destacam-se o elevado custo dos equipamentos e materiais, bem como a necessidade de profissionais capacitados, considerando a curva de aprendizagem associada ao domínio da tecnologia. Ademais, podem existir restrições em casos clínicos mais complexos, como em pacientes com distúrbios maxilomandibulares, além de limitações relacionadas ao tamanho dos blocos utilizados, o que pode restringir o design de restaurações extensas. A precisão da digitalização também pode variar conforme o sistema empregado, sendo ainda necessários estudos de longo prazo para avaliação do comportamento clínico de determinados materiais (SKORULSKA et al., 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia CAD/CAM tem revolucionado a odontologia ao oferecer maior precisão, eficiência e conforto nos tratamentos restauradores. Seu uso permite a confecção de restaurações indiretas em menos tempo, com excelente adaptação e estética, beneficiando tanto profissionais quanto pacientes. Apesar do alto custo inicial e da necessidade de capacitação, os ganhos clínicos e operacionais tornam o investimento justificável. Assim, o CAD/CAM consolida-se como uma ferramenta promissora para a odontologia moderna.

REFERÊNCIAS

ALVES, V. et al. Vantagens x desvantagens do sistema CAD/CAM. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research*, v. 18, n. 1, p. 106-109, 2017.

AMESTI-GARIZABAL, A. et al. Fracture resistance of partial indirect restorations made with CAD/CAM technology: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, v. 8, n. 11, p. 1932, 2019.

BISPO, L. B. Dissilicato de lítio: como potencializar a tenacidade à fratura clinicamente? *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo*, v. 29, n. 3, p. 249-259, 2017.

BUSTAMANTE-HERNÁNDEZ, N. et al. Clinical behavior of ceramic, hybrid and composite onlays:



a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 20, p. 7582, 2020.

DAVIDOWITZ, G.; KOTICK, P. G. The use of CAD/CAM in dentistry. *Dental Clinics of North America*, v. 55, n. 3, p. 559-570, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cden.2011.02.011>.

DI FIORE, A. et al. Digital vs conventional workflow for screw-retained single-implant crowns: a comparison of key considerations. *International Journal of Prosthodontics*, v. 31, n. 6, p. 577-579, 2018. DOI: <https://doi.org/10.11607/ijp.5938>.

ESTEVEZ, L. S. Comportamento do PEEK em próteses parciais removíveis. 2019. Relatório de estágio – Instituto Universitário de Ciências da Saúde, Gandra.

GAILANI, H. F. A. et al. Effect of two immediate dentin sealing approaches on bond strength of Lava CAD/CAM indirect restoration. *Materials*, v. 14, n. 7, p. 1629, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma14071629>.

GOMES, A. C. et al. Propriedades mecânicas de resinas compostas diretas e blocos de resina composta para CAD/CAM. *Revista Brasileira de Odontologia*, v. 81, n. 2, p. 123-130, 2024.

PAULA, V. G. Avaliação da resistência à fadiga e modo de falha de coroas de dissilicato de lítio com aplicação de carga nas cristas marginais. 2015. Tese (Doutorado em Reabilitação Oral) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru.

SAG, B. U.; BEKTAS, O. O. Effect of immediate dentin sealing, bonding technique, and restorative material on the bond strength of indirect restorations. *Brazilian Dental Science*, v. 23, n. 2, p. 1-12, 2020.

SHAMS, A.; ABDELSHAFI, M. A.; SALEM, M. T. Fracture behavior of endodontically treated premolar teeth restored with different lithium silicate-based endocrown restorations. *BMC Oral Health*, v. 25, p. 1809, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-025-07149-x>.

SILVA, D. B. Influência da espessura do material cerâmico à base de dissilicato de lítio sobre a



resistência flexural e resistência à fratura de facetas do tipo “lentes de contato”. 2013. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SILVA, J. M. C. et al. Avaliação das propriedades da zircônia monolítica translúcida utilizada em restaurações: revisão sistematizada de literatura. *Archives of Health Investigation*, v. 10, p. 10, 2021.

SKORULSKA, A. et al. Review on polymer, ceramic and composite materials for CAD/CAM indirect restorations in dentistry: application, mechanical characteristics and comparison. *Materials*, v. 14, n. 7, p. 1592, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma14071592>.

SMITH, D. P.; JONES, T. L. Advances in CAD/CAM technology for dental restorations: a review. *Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 130, n. 4, p. 589-596, 2022.

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

TAVARES, A. C. et al. Aplicações do CAD/CAM na odontologia restauradora: revisão crítica. *Revista Brasileira de Odontologia*, v. 79, n. 2, p. 110-118, 2023.