



Tecnologia CAD/CAM versus técnica de prótese total convencional: uma revisão sistemática

CAD/CAM technology versus conventional complete denture technique:
a systematic review

Tecnología CAD/CAM versus técnica convencional de prótesis completa:
una revisión sistemática

Larissa Costa Freitas¹, Lídia Batista Conrado Martins¹, Rômulo Sudré Caputo¹, Flávia Braga de Oliveira¹, Tony Eduardo Costa¹, Lucas Henriques Rosa¹, Márcio Eduardo Falabella¹, Jean Soares Miranda¹, Ronaldo Luís Almeida de Carvalho¹, Fabíola Pessôa Pereira Leite¹.

RESUMO

Objetivo: Analisar e comparar a tecnologia CAD/CAM acerca da superioridade em relação à técnica convencional na confecção de próteses totais mucosuportadas. **Métodos:** A pesquisa foi efetuada de acordo com a declaração Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Realizou-se busca eletrônica em duas bases de dados, Medline-Pubmed e Scopus incluindo estudos que comparassem as duas técnicas, publicados nos últimos 10 anos. Foram encontrados um total de 389 artigos, e após análise dos critérios de inclusão e exclusão, com auxílio do software de seleção Endnote, restaram 5 artigos. **Resultados:** As próteses confeccionadas pelo fluxo digital tiveram vantagens como: rapidez de confecção, adaptação e menor peso e volume e não tiveram diferença significativa na liberação de monômero. Entretanto, apresentam um custo elevado e necessidade de padronização da técnica clínica e laboratorial. **Considerações finais:** A tecnologia CAD/CAM apresentou resultados promissores na otimização do fluxo de trabalho quando comparado à técnica convencional.

Palavras-chave: Desenho assistido por computador, Prótese dental, Polimerização.

ABSTRACT

Objective: To analyze and compare CAD/CAM technology regarding its superiority over the conventional technique in the fabrication of mucosa-supported complete dentures. **Methods:** The research was conducted following the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines. An electronic search was performed in two databases, Medline-PubMed and Scopus, including studies that compared both techniques and were published in the last 10 years. A total of 389 articles were found, and after analyzing the inclusion and exclusion criteria, with the aid of the Endnote selection software, 5 articles remained. **Results:** Dentures fabricated through the digital workflow presented advantages such as faster fabrication, better adaptation, and reduced weight and volume, with no significant difference in monomer release. However, they have a high cost and require standardization of both clinical and laboratory techniques. **Final considerations:** CAD/CAM technology has shown promising results in optimizing the workflow compared to the conventional technique.

Keywords: Computer-aided design, Dental prosthesis, Polimerizacion.

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora - MG.

RESUMEN

Objetivo: Analizar y comparar la tecnología CAD/CAM en relación con su superioridad sobre la técnica convencional en la confección de prótesis totales mucosoportadas. **Métodos:** La investigación se realizó siguiendo las directrices de la declaración Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Se llevó a cabo una búsqueda electrónica en dos bases de datos, Medline-PubMed y Scopus, incluyendo estudios que compararan ambas técnicas y que fueran publicados en los últimos 10 años. Se encontraron un total de 389 artículos y, tras el análisis de los criterios de inclusión y exclusión, con la ayuda del software de selección Endnote, quedaron 5 artículos. **Resultados:** Las prótesis confeccionadas mediante el flujo digital presentaron ventajas como mayor rapidez en la confección, mejor adaptación y menor peso y volumen, sin diferencias significativas en la liberación de monómero. Sin embargo, tienen un costo elevado y requieren la estandarización de la técnica clínica y de laboratorio. **Consideraciones finales:** La tecnología CAD/CAM ha mostrado resultados prometedores en la optimización del flujo de trabajo en comparación con la técnica convencional.

Palabras clave: Desenho assistido por computadora, Prótesis dental, Polymerization.

INTRODUÇÃO

O edentulismo é uma condição caracterizada pela perda total ou parcial dos dentes, podendo ter diversas causas e impactar significativamente o funcionamento do aparelho estomatognático e para prevenir ou minimizar os efeitos negativos, a reabilitação oral pode ser realizada por meio de diferentes abordagens, incluindo o uso de próteses dentárias removíveis ou próteses sobre implantes, proporcionando melhor função e conforto ao paciente (TAVARES CC, et al., 2019). A prótese total removível (PT) desempenha um papel fundamental na reabilitação oral de pacientes edêntulos. Tradicionalmente, sua confecção tem sido realizada por meio da técnica convencional, que envolve múltiplos passos laboratoriais e clínicos, como moldagens, montagem em articulador e processamento convencional com resinas acrílicas (SCHWEIGER J e GÜTH J, 2018). Embora amplamente utilizada, essa abordagem apresenta limitações relacionadas à precisão, adaptação marginal e à possibilidade de falhas técnicas durante o processo (DAWID MT, et al., 2023).

Com o avanço das tecnologias digitais, os fluxos CAD/CAM (Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) têm ganhado espaço na odontologia como uma alternativa promissora para a confecção de próteses (DORWEILER BO, et al., 2021). O trabalho digital foi observado para fornecer melhores resultados e também a comunicação entre os laboratórios/dentistas, e dentistas/pacientes (STEINMASSL PA, 2017). Essa abordagem permite a digitalização de modelos, o planejamento virtual e a fabricação de bases protéticas e dentes através de fresagem ou impressão 3D, oferecendo maior controle sobre o design e a reprodutibilidade (CHO SY e SONG YG, 2021). É importante destacar que para reabilitar pacientes desdentados com prótese total, os princípios básicos utilizando as tecnologias CAD/CAM devem seguir os mesmos princípios usados para confeccionar as dentaduras totais removíveis analógicas (BILGIN MS, 2016).

Além disso, o fluxo digital reduz a necessidade de etapas manuais, minimizando erros técnicos e otimizando o tempo de produção. Questões relacionadas à resistência mecânica, à adaptação à mucosa e ao custo-benefício precisam ser mais bem investigadas para validar a superioridade dessa abordagem em comparação com a técnica convencional (DIMITROVA M, et al., 2022). Estudos recentes têm explorado as propriedades mecânicas das bases protéticas e a precisão dimensional das próteses fabricadas por ambas as metodologias, fornecendo evidências que ajudam a embasar escolhas clínicas mais assertivas (ARUTYUNOV SD, et al., 2020).

Diante desse contexto, o presente artigo teve como objetivo comparar os dois fluxos de fabricação como base. A investigação visa contribuir para a compreensão das vantagens e limitações de cada abordagem, auxiliando os profissionais da área a tomarem decisões baseadas em evidências, sobre a escolha do melhor protocolo para a reabilitação de pacientes edêntulos. A hipótese nula testada foi de que a utilização da tecnologia CAD/CAM, seja por impressão ou fresagem, não apresentaria melhorias significativas na confecção de próteses totais quando comparada à técnica tradicional.

MÉTODOS

A revisão foi escrita, a partir da pesquisa dos artigos no mês de dezembro de 2024, e inclui publicações de 2014 a 2024 seguindo as recomendações do critério PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyzes) (MOHER, et al., 2015) e registrada no PROSPERO (International Prospective Register of Systematic Reviews) com o número: CRD42024621956, para garantir que o estudo seguisse padrões metodológicos adequados.

Critérios de elegibilidade

A elegibilidade dos artigos foi analisada pelos pesquisadores com base no critério PICO, facilitando a definição clara da pergunta de pesquisa e melhoram a estratégia de busca em bases de dados científicos. Assim, a população (P) consistiu em pacientes edêntulos totais; a intervenção (I) envolveu a confecção, instalação e utilização de próteses totais removíveis mucossuportadas; a comparação (C) foi realizada entre próteses confeccionadas pela metodologia convencional e pela tecnologia CAD/CAM; e o desfecho (O) avaliou as vantagens de uma técnica em relação à outra, como por exemplo: número de consultas reduzido, retenção, resistência do material, satisfação do paciente e qualidade da prótese.

Critério de inclusão de estudos

Os artigos foram selecionados e incluídos no trabalho quando respeitavam os seguintes critérios: avaliação das vantagens de próteses totais confeccionadas por CAD/CAM; estudos que obtinham como grupo(s) experimentais PTs confeccionadas pelo fluxo CAD/CAM como grupo controle PTs feitas pelo fluxo convencional; estudos que utilizaram a tecnologia de impressão e/ou fresagem para avaliar próteses totais CAD/CAM, nos últimos 10 anos; artigos publicados em revistas revisadas por pares, garantindo a qualidade científica das publicações; estudos com foco em pacientes edêntulos totais, excluindo outras condições odontológicas; e estudos realizados em humanos, com amostras clínicas. Os critérios de exclusão adotados foram: artigos que não abordavam especificamente a confecção de próteses totais removíveis mucossuportadas, bem como aqueles que estudavam próteses parciais removíveis ou fixas, sendo ela sobre dentes ou sobre implantes. Foram excluídos também estudos que não realizavam comparação entre próteses totais dos fluxos CAD/CAM e convencional, trabalhos publicados fora do período de 10 anos, revisões narrativas, opiniões de especialistas, cartas ao editor e estudos laboratoriais, mantendo-se apenas pesquisas clínicas realizadas em pacientes e artigos que não fossem em português, inglês ou espanhol.

Estratégias de busca

A busca eletrônica foi realizada por três pesquisadores (LCF, LBCM, RSC) de forma independente entre novembro e dezembro de 2024, utilizando as bases de dados Pubmed e Scopus e os seguintes descritores: "Complete denture", "Complete dentures", "Total denture", "Total dentures", "Complete prosthesis", "Complete prostheses", "Total prosthesis", "Total prostheses", "Computer Aided Design", "Computer Aided Manufacturing", "CAD/CAM", "Benefits" e "Advantage" combinados por meio dos operadores booleanos "AND" ou "ALL" e/ou "OR". De acordo com esses descritores, as estratégias foram adequadas para cada tipo de base de dados (**Quadro 1**).

Quadro 1 - Estratégias de buscas eletrônicas.

Bases de dados	Estratégias de buscas
PUBMED	(((((Complete denture) OR (Complete dentures)) OR (Total denture)) OR (Total dentures)) OR (Complete prosthesis)) OR (Complete prostheses)) OR (Total prosthesis)) OR (Total prostheses)) AND (((Computer Aided Design) OR (Computer Aided Manufacturing)) OR (CAD/CAM)) AND ((Benefits) OR (Advantage))
SCOPUS	ALL ("Complete denture" OR "Complete dentures" OR "Totaldenture" OR "Total dentures" OR "Complete prosthesis" OR "Complete prostheses" OR "Total prosthesis" OR "Total prostheses") AND ALL ("Computer Aided Design" OR "Computer Aided Manufacturing" OR "CAD/CAM") AND ALL ("Benefits OR "Advantage")

Fonte: Freitas LC, et al., 2025.

Seleção de Estudos e Coleta de Dados

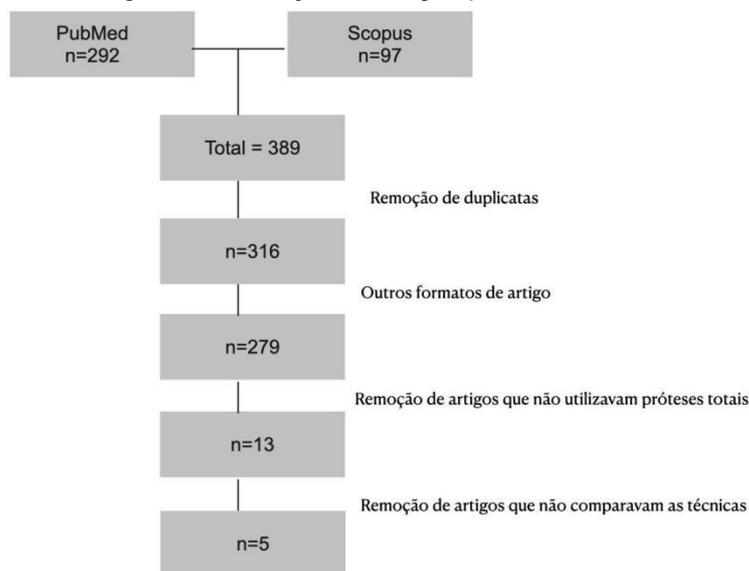
Após a busca nas bases de dados, os artigos identificados foram importados para o software EndNote (software gerenciador de bibliografias - Microsoft Office, Redmond, Washington, Estados Unidos da América). Inicialmente, os artigos duplicados foram removidos. Em seguida, os títulos e resumos foram analisados com base nos critérios de elegibilidade estabelecidos. Posteriormente, três pesquisadores, de forma independente, realizaram a triagem dos títulos e resumos para selecionar os estudos com potencial para leitura na íntegra. Na etapa seguinte, procedeu-se à leitura completa dos artigos selecionados, aplicando-se os critérios de inclusão e exclusão propostos para definir os estudos elegíveis para a revisão.

Ao fim da leitura dos artigos na íntegra, alguns foram incluídos ou excluídos na revisão realizada pelos pesquisadores. Reuniões entre os revisores foram realizadas para consenso da determinação da seleção dos artigos. Quando havia alguma discordância na busca entre os revisores, esses eram assessorados por um quarto revisor (RLAC).

RESULTADOS

A busca eletrônica realizada resultou em 389 artigos, sendo 292 encontrados na MedLine- PubMed e 97 na Scopus. Após a aplicação dos filtros estabelecidos, como a remoção de duplicados (73), e critérios de exclusão, incluindo estudos que não utilizaram próteses totais removíveis, que não realizaram comparações com o fluxo CAD/CAM, artigos sem DOI (1), não estivesse nos idiomas português, inglês ou espanhol (18), e publicações em formatos não elegíveis, apenas cinco estudos atenderam aos critérios de elegibilidade e foram incluídos nesta revisão sistemática (**Figura 1**). Os artigos selecionados evidenciaram vantagens do fluxo digital, como maior rapidez no processo, melhor adaptação das próteses e maior rigidez do material, sendo o custo elevado uma das principais desvantagens observadas, juntamente com dificuldade de padronização da técnica, registros intermaxilares, custo para aquisição dos equipamentos e capacitação do profissionais, dentistas e de laboratório.

Figura 1 - Diagrama de seleção de artigos para a revisão sistemática.



Fonte: Freitas LC, et al., 2025.

Avaliação da qualidade dos estudos e risco de viés

O nível de evidência dos artigos selecionados foi classificado de acordo com o Oxford Center for Evidence-Based Medicine (HOWICK, et al., 2011). Os estudos foram categorizados nos seguintes níveis: 1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 2C, 3A, 3B, 4 e 5. Já a avaliação em relação ao desenho da metodologia e risco de viés foi feito por meio da Avaliação de Classificação de Recomendações, Sistema de Desenvolvimento e Avaliação (GRADE) (HOWICK, et al., 2011) auxiliando na escolha dos artigos mais confiáveis para embasar pesquisas científicas e decisões clínicas (**Quadro 2**).

Quadro 2 - Classificação do nível de evidência por tipo de estudo.

Estudo	Ano do Estudo	Avaliação do risco de viés	Nível de Evidência (Oxford)
Grachev et al.	2023	Baixa	2C
McLaughlin et al	2019	Moderado	2C
Smith, Perry e Elza	2021	Moderado	2B
Steinmassl et al	2017	Baixo	2B
Marsi et al	2020	Baixo	2B

Fonte: Freitas LC, et al., 2025.

Notas sobre as classificações obtidas a partir dos estudos selecionados:

1. GRADE (Risco de Viés):

- Baixo: Poucas limitações metodológicas; resultados confiáveis.
- Moderado: Algumas limitações que podem impactar a confiabilidade.
- Alto: Múltiplas limitações significativas comprometem a confiança nos resultados.

2. Oxford (Nível de Evidência):

- 2A: Revisões sistemáticas de estudos de coorte ou estudos experimentais bem conduzidos.
- 2B: Estudos de coorte individuais ou experimentos clínicos de menor rigor.
- 2C: Resultados baseados em observações ou análises locais.

Dados qualitativos dos estudos incluídos na revisão foram extraídos a fim de caracterizar a análise descritiva (autor e ano do estudo, referências no decorrer do artigo, grupos de estudo, amostragem, os parâmetros de avaliação das vantagens de próteses totais CAD/CAM sobre as convencionais e resultados relevantes) e foram expostos a fim de facilitar a visualização das informações dos artigos selecionados (**Quadro 3**).

Quadro 3 - Características e resumo dos resultados dos estudos incluídos na revisão sistemática.

Estudo	Grupos	Parâmetros de avaliação	Testes realizados	Resultados
Grachev et al., 2023	4 diferentes tipos produção de próteses totais removíveis, sendo um de técnica convencional e outros três tipos de materiais CAD/CAM.	Confiabilidade: Avaliada pelo desvio da linearidade das curvas carga-deslocamento durante os testes mecânicos. Durabilidade: Baseada na concavidade das curvas carga-deslocamento, indicando a resistência acumulada ao longo do teste. Rigidez/Conformidade: Medida pelo deslocamento no ponto de aplicação de uma carga padrão de 100 N.	Aplicação de uma carga pontual máxima de 100 N em diferentes pontos das próteses totais removíveis. Os testes foram realizados de forma: Assimétrica (lado único) e Simétrica (ambos os lados). Cada teste foi repetido pelo menos três vezes, garantindo a reprodutibilidade dos dados.	As próteses fabricadas por métodos digitais, apresentaram desempenho similar à convencional, em termos de durabilidade, resistência e custo-benefício.
Mc Laughlin, 2019	27 próteses CAD/CAM (moldadas e fresadas). 27 próteses de moldagem por compressão. 27 próteses de moldagem por injeção.	Adaptação base da prótese e o modelo mestre, medido com material duplicador de silicone no interior das próteses. Efeito da forma do arco e profundidade do palato no ajuste da prótese. Consistência dos métodos (desvios padrão entre grupos).	A prótese foi pressionada contra o modelo mestre com pesos (5lbs) inicialmente e reduzido gradualmente). Após 25 minutos, o silicone foi recuperado, pesado e ajustado à área da arcada.	CAD/CAM e moldagem por injeção apresentaram melhores ajustes em comparação à moldagem por compressão (41% a 47% mais espaço na última). Moldagem por compressão teve o pior desempenho nas formas rasas.
Smith, Perry e Elza, 2021	30 pacientes que receberam próteses totais na clínica universitária. O estudo comparou dois protocolos de fabricação: Próteses convencionais (método tradicional com 5 consultas). Próteses digitais (método CAD/CAM com 4 consultas).	Custos totais de materiais, Número de consultas necessárias para completar a fabricação das próteses, custos relacionados ao tempo de cadeira e quantidade de visitas pós-entrega e Satisfação do paciente.	Análise de custos, análise do tempo de cadeira e análise de visitas pós-entrega	Próteses digitais híbridas (impresas e fresadas) apresentaram uma economia em comparação com laboratórios comerciais, reduziu o tempo de cadeira: As próteses digitais exigiram menos consultas para ajustes devido à maior precisão inicial do ajuste. A aceitação foi alta tanto entre pacientes quanto entre alunos e professores.
Steinmassl, 2017	Foram analisadas 10 Próteses convencionais e 10 Próteses cada sistema CAD/CAM: Baltic Denture System; Whole You Nexteeth; Wieland Digital Dentures; Vita VIONIC:	Volume, peso e densidade das próteses. Área superficial da prótese. Liberação de monômero após 7 dias de imersão em água, medida por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC).	Peso, volume densidade, análise da liberação de monômero de metacrilato de metila (MMA) por HPLC. Digitalização 3D das superfícies das próteses e cálculo da área utilizando software específico. Comparação entre grupos usando teste t pareado e correlação de Pearson.	Baltic Denture System apresentou a menor liberação de monômero, mas sem diferença estatística significativa em relação às próteses convencionais. Whole You Nexteeth teve liberação significativamente maior. Wieland Digital Dentures apresentou liberação intermediária. Próteses CAD/CAM apresentaram menor peso e volume, mas maior densidade, em comparação com as próteses convencionais.
Marsi et al., 2020	Três técnicas de fabricação de bases para prótese total: Técnica convencional (compressão com molde de silicone-gesso), Fresagem (milling) usando CAD/CAM, e Impressão 3D (3-D printing) com resina fotopolimerizável.	Adaptação das bases protéticas foi avaliada em cinco áreas funcionais: a) Selo palatal posterior. b) Selo anterior. c) Crista do rebordo. d) Tuberosidades maxilares. e) Região palatal. A análise foi feita com mapas de desvio usando software de correspondência de superfícies.	Superfícies internas das bases protéticas foram escaneadas, gerando arquivos STL. Comparação estatística dos desvios de adaptação usando análise de variância (ANOVA) e teste pós-hoc.	A técnica de fresagem apresentou a melhor adaptação geral. A técnica convencional teve maior desvio médio e a pior adaptação na crista do rebordo. A impressão 3D apresentou boa adaptação no selo palatal posterior, mas menor precisão geral comparada à fresagem

Fonte: Freitas LC, et al., 2025.

DISCUSSÃO

A evolução das técnicas de fabricação de próteses totais removíveis completas tem sido explorada na literatura, destacando avanços significativos proporcionados por tecnologias digitais, como CAD/CAM e impressão 3D, em comparação com os métodos tradicionais (GRACHEV DI, et al., 2023; KOULIVAND S, et al., 2019). A confecção da prótese total com sistema CAD/CAM é disponibilizada por quatro fabricantes, sendo eles: por manufatura subtrativa (Weiland digital denture, Avadent e Ceramill full denture system) e por manufatura aditiva (Dentca), e o diferencial de cada sistema consiste no tipo de fresagem (BABA N.Z, 2016). Com a confecção da prótese total guiada pela tecnologia CAD/CAM, são eliminadas muitas das desvantagens de cada etapa do laboratório exigida pela fabricação de prótese tradicional e, conseqüentemente o trabalho é simplificado (STEINMASSL PA, 2017). Devido a diminuição das etapas, clínicas e laboratoriais, diminuiria-se o risco de falhas, por etapas manuais, que pudessem levar ao fracasso do tratamento, sendo substituídas por um processo automatizado, como a retração de polimerização da base dentária, proporcionando melhor previsibilidade dos resultados, alta precisão no ajuste e duplicação mais fácil das dentaduras (KOULIVAND S, et al., 2019).

De maneira geral, os estudos analisados concordam que as tecnologias digitais oferecem maior precisão e eficiência, embora existam divergências quanto à magnitude dos benefícios e à viabilidade econômica de sua implementação em larga escala (MASRI G, et al., 2020; ROCHA MM, et al., 2021). Um dos primeiros fatores a ser verificado, era quanto a precisão do escaneamento, se seria possível realizar uma varredura intrabucal sem distorções no modelo digital, devido à maleabilidade e ao possível tracionamento da mucosa, trazendo a preocupação se haveria a necessidade da obtenção de um modelo de gesso, a partir de uma impressão convencional dos rebordos edentados. A hipótese nula, de que a utilização da tecnologia CAD/CAM não apresentaria melhorias significativas em relação à técnica convencional, foi refutada com base nos estudos analisados. Os resultados indicam que as próteses digitais oferecem vantagens claras em termos de adaptação, rapidez de produção e previsibilidade clínica.

Os resultados apresentados por Grachev, et al. (2023) demonstram que próteses fabricadas por impressão 3D e CAD/CAM são competitivas em termos de desempenho mecânico e custo-benefício em relação aos métodos tradicionais de polimerização (ALBERO A, et al., 2015). As próteses digitais apresentam vantagens, como menor tempo de produção e maior controle sobre o design, enquanto as próteses convencionais mostraram consistência em propriedades mecânicas devido à polimerização em condições estacionárias (SMITH, PERRY e ELZA, 2021). Esse ponto converge com as descobertas de McLaughlin, et al. (2019), que destacaram que as próteses CAD/CAM proporcionam maior adaptação à base protética, reduzindo espaços entre a base e o modelo mestre, o que pode melhorar significativamente a retenção e diminuir ajustes pós-instalação (YOON, et al., 2018). Entretanto, em caso de desadaptações, torna-se uma dificuldade o reembasamento, visto a incompatibilidade com a resina acrílica convencional, comumente utilizada no consultório (SMITH, PERRY e ELZA, 2021), e ainda a aceitação dos pacientes por eles observada é subjetiva e envolve um pequeno tamanho de amostra, envolvendo os profissionais, estudantes e pacientes. Além disso, os dados clínicos dos pacientes e o desenho das próteses confeccionadas são arquivados, resultando em uma grande vantagem da técnica digital, que possibilita a confecção de próteses sobressalentes ou novas, em caso de algum erro, sem consulta clínica extra (MARSIGLI G, et al., 2020).

Por outro lado, os estudos divergem quanto aos custos iniciais e barreiras de adoção das tecnologias digitais. Enquanto Smith, Perry e Elza (2021) enfatizam que a redução no número de consultas e a eliminação de etapas manuais traduzem-se em economia significativa de recursos e tempo, Steinmassl PA, et al., (2017) apontam que os altos custos associados à aquisição e manutenção de equipamentos digitais podem limitar a viabilidade para clínicas menores. A tecnologia CAD/CAM exige um investimento inicial na aquisição do aparelho, e envolve um custo maior para o paciente, além de ser necessário que o profissional desenvolva habilidades de utilizar os softwares, que podem ser diversos (SMITH, PERRY e ELZA, 2021), o que ressalta a falta de padronização da técnica, como: identificação da correta angulação da impressão para obtenção da adaptação ao palato, registro da dimensão vertical de oclusão e transferência

da relação intermaxilar (MCLAUGHLIN JB, et al., 2019). O estudo de Bidra, et al. (2013) destaca que algumas etapas são essenciais para a correta execução do sistema digital atualmente disponível. Para obter resultados satisfatórios, é fundamental seguir todas as recomendações do fabricante do software, além de contar com a habilidade técnica e o conhecimento teórico e prático tanto do profissional quanto do técnico. Nesse contexto, é importante considerar que dificuldades e insucessos podem ocorrer até que se adquira a experiência necessária para o uso eficiente do sistema. Segundo Schwindling, et al. (2016), aprimoramentos nos métodos manuais para registrar a relação maxilomandibular podem tornar os sistemas digitais mais atrativos. Um registro preciso dessa relação, ao ser enviado ao fabricante para o projeto e fresagem, contribui significativamente para um resultado final com propriedades favoráveis.

Em termos de impacto clínico, Grachev DI, et al. (2023) e Smith, Perry e Elza (2021) concordam que as próteses digitais oferecem benefícios relevantes, como maior previsibilidade nos resultados e maior satisfação dos pacientes. A densidade e resistência mecânica aprimoradas devido ao uso de PMMA altamente polimerizados são aspectos positivos destacados em ambas as análises (KALBERER N, et al., 2019). Entretanto, McLaughlin JB, et al. (2019) sugerem que a adaptação superior das próteses CAD/CAM está diretamente relacionada à configuração do arco e profundidade do palato, enfatizando a necessidade de ajustes personalizados para otimização de resultados. Entretanto, o fluxo digital apresenta a dificuldade de padronização de protocolo a ser utilizado na fabricação, de modo a obter resultados fidedignos (TAVARES CC, et al., 2019; LI, et al., 2018). Além disso, não foram encontradas diferenças significativas na liberação de monômero residual entre próteses digitais e convencionais, sugerindo que as melhorias nas propriedades biocompatíveis das próteses CAD/CAM ainda precisam de comprovação mais robusta (MASRI G, et al., 2020; POKER BC, et al., 2024), apenas o tipo Whole You Nexteeth teve liberação significativamente maior que a convencional (STEINMASSL PA, et al., 2017).

Além disso, a base da prótese proporciona excelente retenção e estabilização, garantindo um encaixe mais seguro e confortável para o paciente. As bases das próteses confeccionadas por meio da tecnologia CAD/CAM apresentam uma superfície de resina com menor rugosidade, resultando em uma melhor adaptação e precisão na reprodução da base protética (MARSIGLI G, et al., 2020). A resina de polimetilmetacrilato (PMMA) pré-polimerizada utilizada nestes sistemas se destaca por apresentar maior flexibilidade, resistência mecânica e tenacidade quando comparada aos métodos convencionais. Os acrilatos pré-polimerizados demonstram menor adesão de microrganismos à superfície da prótese, reduzindo a incidência de estomatite protética (GRACHEV DI, et al., 2023).

Por outro lado, Smith, Perry e Elza (2021) destacaram algumas limitações associadas à tecnologia CAD/CAM na confecção de próteses totais. Entre os desafios relatados estão a complexidade dos processos de moldagem, a gravação da dimensão vertical de oclusão e a transferência da relação maxilomandibular, que continuam sendo semelhantes aos procedimentos do método convencional. Além disso, a tecnologia ainda apresenta limitações na determinação precisa do plano oclusal mandibular, além de envolver materiais de alto custo, o que pode elevar significativamente os gastos laboratoriais, tornando-os comparáveis aos dos métodos tradicionais. Em quase todos os sistemas CAD/CAM e em sistemas convencionais a crista alveolar e o palato são a região de ajuste mais precisa, porém o selo palatino posterior e as regiões de selamento anterior e lateral mostraram a maior extensão de desajuste (STEINMASSL PA, et al., 2017).

Outro aspecto que exige aprimoramento é a caracterização gengival, pois a coloração e o aspecto natural da gengiva ainda não são totalmente reproduzidos de forma tão detalhada quanto no método manual (YILMAZ B, et al., 2017). Além disso, a movimentação dos dentes para ajustes estéticos personalizados, que é facilmente realizada nos procedimentos convencionais, não pode ser feita da mesma maneira no fluxo digital. A obtenção do registro intermaxilar exclusivamente por meio da tecnologia CAD/CAM também é um desafio, exigindo uma técnica precisa para garantir um ajuste adequado. Ademais, até o momento, não há estudos que apresentem resultados clínicos dessa tecnologia em períodos extensos de acompanhamento (STEINMASSL PA, et al., 2017).

Em síntese, os avanços na confecção de próteses totais por meio de tecnologias digitais, como CAD/CAM e impressão 3D, trazem benefícios clínicos relevantes, especialmente em termos de adaptação e redução do tempo de produção. No entanto, o custo inicial elevado e a ausência de protocolos clínicos padronizados permanecem como desafios a serem superados. Estudos futuros que explorem a viabilidade econômica, bem como análises clínicas de longo prazo, são essenciais para consolidar a utilização dessas tecnologias na prática odontológica. É importante destacar que esta revisão incluiu estudos laboratoriais *in vitro* e apenas um ensaio clínico e que não havia acompanhamento do caso por tempo. Essa limitação compromete, em certa medida, o nível de confiabilidade dos achados. Para assegurar a validade, similaridade e reprodutibilidade dos estudos analisados, os artigos selecionados foram avaliados e classificados conforme o nível de evidência científica estabelecido pelo *Oxford Center for Evidence-Based Medicine* (HOWICK J, et al., 2011). Outra limitação desta revisão sistemática é a ausência de uma metanálise. Apesar de alguns estudos possuírem metodologias semelhantes, observou-se uma falta de homogeneidade nos critérios utilizados para avaliar a adaptação das próteses, o que inviabilizou uma análise quantitativa mais robusta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia CAD/CAM demonstrou um avanço significativo na confecção de próteses totais removíveis, proporcionando maior precisão, eficiência e previsibilidade clínica. Além disso, contribuiu para a redução do tempo de produção e dos ajustes pós-instalação. As próteses digitais oferecem vantagens em termos de adaptação e conforto para o paciente, resultando em maior satisfação nos tratamentos, mas demandam um maior grau de investimento financeiro inicial para aquisição dos equipamentos e capacitação dos profissionais envolvidos, sejam eles cirurgiões dentistas e/ou técnicos de laboratório.

REFERÊNCIAS

1. ALBERO A, et al. Comparative characterization of a novel cad-cam polymer-infiltrated-ceramic-network, *J Clin Exp Dent*, 2015; 7(4): e495-500.
2. ARUTYUNOV SD, et al. Modelagem matemática do comportamento biomecânico da base da prótese dentária removível sob cargas de mastigação características, 2020; 24: e420-431.
3. BABA NZ. Materials and Processes for CAD/CAM Complete Denture Fabrication. *Rev. Curr Oral Health Article in Current Oral Health Reports*, 2016.
4. BILGIN MS. A review of computer- aided design/computer-aided manufacture techniques for removable denture fabrication. *European Journal of Dentistry*, 2016; 10(2): e286-91.
5. CHO SY, SONG YG. Um estudo comparativo sobre a resistência de ligação ao cisalhamento de resina impressa em 3D e resina convencional de base de dentadura curada a quente para materiais de revestimento de dentadura. *J. Dent. Rehabil. Sci*, 2021; 37: e232-243.
6. DAWID MT, et al. Complicações técnicas de próteses parciais removíveis na dentição moderadamente reduzida: uma revisão sistemática. *Dent. J*, 2023; 11(55).
7. DIMITROVA M, et al. Análise espectrofotométrica de resina de base de dentadura impressa em 3D e convencional após imersão em diferentes agentes de coloração — um estudo *in vitro*, *Appl. Sci*, 2022; 12: e12560.
8. DORWEILER BO. Controle de qualidade em impressão 3D: análise de precisão de materiais impressos em 3D Modelos de anatomia específica do paciente. *Materiais* 2021; 14. Seleção de materiais odontológicos para a fabricação aditiva de próteses totais removíveis (DCR).
9. GRACHEV DI, et al. Ranking Technologies of Additive Manufacturing of Removable Complete Dentures by the Results of Their Mechanical Testing, *Dentistry Journal*, 2023; 11(11): e265.
10. HOWICK J, et al. The 2011 Oxford CEBM Evidence levels of evidence (introductory document). *Oxford Center for Evidence-Based Medicine*, 2011: e1-3.
11. KALBERER N, et al. CAD-CAM milled versus rapidly prototyped (3D-printed) complete dentures: an *in vitro* evaluation of trueness, *J Prosthet Dent*, 2019; 121(4):637-643.

12. LI Y, et al. Design of complete dentures by adopting CAD developed for fixed prostheses. *J Prosthodont*, 2018;27(2):212–219.
13. KOULIVAND S, et al. A clinical comparison of digital and conventional impression techniques regarding finish line locations and impression time, *J Esthet Restor Dent*, 2020;32(2): e236-243.
14. MASRI G, et al. Adaptation of Complete Denture Base Fabricated by Conventional, Milling, and 3-D Printing Techniques: An In Vitro Study, *J Contemp Dent Pract*, 2020; 21(4): e367-371.
15. MCLAUGHLIN JB, et al. Comparison of Fit of Dentures Fabricated by Traditional Techniques Versus CAD/CAM Technology. *J Prosthodont*, 2019; 28(4): e428-435.
16. POKER BC. Evaluation of surface roughness, wettability and adhesion of multispecies biofilm on 3D-printed resins for the base and teeth of complete dentures. *J Appl Oral Sci*, 2024;19(3) :e20230326.
17. SMITH OB, et al. Impacto econômico e clínico de dentaduras produzidas digitalmente. *Journal of Prosthodontics*, 2021; 30 (S2): e108-112.
18. SCHWEIGER J, GÜTH JF. Sistemática e conceitos para a produção digital de próteses totais: riscos e oportunidades. *Int. J. Comput. Dent*, 2018; 21:41–56.
19. STEINMASSL PA. Do CAD/CAM dentures really release less monomer than conventional dentures? *Clin Oral Investig*, 2017; 21(5): e1697-705.
20. ROCHA MM, et al. Complete denture hygiene solutions: antibiofilm activity and effects on physical and mechanical properties of acrylic resin, *J Appl Oral Sci*, 2021; 3(29):e20200948.
21. TAVARES CC, et al. Aplicabilidade dos sistemas CAD/CAM em Prótese Total: revisão de literatura, *Arch Health Invest*, 2019: 7(11).
22. YILMAZ B. et al. Use of CAD -CAM technology for the fabrication of complete dentures: An alternative technique. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 2017;118 (2): e140–143.
23. YOON H-I, et al. Evaluation of the trueness and tissue surface adaptation of CAD-CAM mandibular denture bases manufactured using digital light processing, *J Prosthet Dent* ,2018;120(6): e919–926.