

TÉCNICAS AVANÇADAS DE IMPRESSÃO 3D PARA A PRODUÇÃO DE PRÓTESES PARCIAIS REMOVÍVEIS: DESAFIOS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Shellda Matos de Sousa

Discente - Centro Universitário Fametro - Unifametro
shelldamatosdesousa@gmail.com

Sarah Quezia Araujo da Silva

Discente - Centro Universitário Fametro - Unifametro
sarahqueziaarau@gmail.com

Edson Junyor Barros de Alencar Oliveira

Discente - Centro Universitário Fametro - Unifametro
edson.oliveira@aluno.unifametro.edu.br

Karla Geovana Ribeiro Brígido

Docente - Centro Universitário Fametro - Unifametro
karla.brigido@professor.unifametro.edu.br

Jandenilson Alves Brígido

Docente - Centro Universitário Fametro - Unifametro
jandeilson.brigido@professor.unifametro.edu.br

Área Temática: Clínica Odontológica, Odontologia Restauradora e Reabilitadora

Área de Conhecimento: Ciências da Saúde

Encontro Científico: XII Encontro de Iniciação à Pesquisa

RESUMO

Introdução: As próteses parciais removíveis (PPRs) são essenciais na odontologia, oferecendo vantagens para pacientes idosos, apesar das limitações dos materiais metálicos tradicionais, como o cobalto-cromo. A impressão 3D tem revolucionado a fabricação dessas próteses, introduzindo técnicas avançadas como CAD/CAM, SLM, DLP e FDM, que oferecem maior precisão e eficiência. No entanto, essas tecnologias emergentes ainda enfrentam desafios, como a necessidade de validação clínica contínua e a escolha adequada do método para otimizar a qualidade e o custo-benefício das PPRs. **Objetivo:** Analisar as técnicas avançadas de impressão 3D na fabricação de próteses parciais removíveis, avaliando seus desafios e perspectivas futuras para otimizar a precisão, eficiência e custo-benefício desses métodos na prática clínica. **Métodos:** Para essa revisão integrativa da literatura, foi realizada uma busca nas bases

PUBMED, BVS e SCIELO, usando descritores “próteses parciais removíveis”, “impressão 3D” e “tecnologia odontológica” em inglês e português. Foram selecionados 6 artigos dos 50 iniciais, filtrados pelos critérios de exclusão e inclusão. **Resultados:** Os estudos revisados destacam avanços na fabricação de PPRs com tecnologias digitais, como CAD/CAM e impressão 3D, que superam métodos tradicionais em precisão e resistência. No entanto, ainda são necessárias pesquisas sobre durabilidade a longo prazo e a influência de parâmetros como ângulos de construção e escolha de materiais no desempenho final das próteses. **Considerações finais:** As tecnologias digitais melhoram a precisão e resistência das PPRs como ua perspectiva futura, mas exigem mais estudos sobre durabilidade, tornando-se, ainda, um desafio no âmbito clínico odontológico.

Palavras-chave: Próteses Parciais Removíveis; Impressão 3D; Tecnologia Odontológica.

INTRODUÇÃO

As próteses parciais removíveis (PPRs) desempenham um papel crucial na prática odontológica, oferecendo vantagens significativas, especialmente para pacientes idosos, em comparação com próteses fixas ou implantes. Tradicionalmente, essas estruturas são fabricadas com ligas de cobalto-cromo (Co-Cr), que, embora eficazes, apresentam várias desvantagens, como reações alérgicas e problemas estéticos associados ao metal exposto, além de outros desafios como a formação de biofilme. Alternativas não metálicas, como resinas, policarbonatos e porcelanas, têm sido exploradas devido às suas propriedades mecânicas limitadas e resistência ao desgaste. No entanto, a busca por novos materiais que superem as limitações dos existentes continua a ser um foco importante na odontologia (Gou et al., 2022).

A crescente popularização da impressão 3D revolucionou a produção de próteses dentárias, oferecendo novas oportunidades e desafios para o campo da odontologia. Diversos estudos recentes têm explorado as técnicas avançadas de impressão 3D aplicadas à fabricação de próteses parciais removíveis (PPRs), destacando tanto os avanços quanto as limitações dessas tecnologias emergentes. Para Ahmed et al. (2021) existem técnicas digitais como CAD/CAM que superam os métodos tradicionais em termos de precisão de ajuste e eficiência na produção de PPRs. Logo, isso evidencia que, enquanto a adaptação das PPRs produzidas digitalmente é geralmente superior, a aplicação prática dessas tecnologias ainda enfrenta desafios significativos, incluindo a necessidade de validação contínua para garantir a eficácia clínica.

Ademais, há outros métodos de impressão 3D empregados a fabricação de PPRs, como a tecnologia de fusão seletiva a laser (SLM) e o processamento digital de luz (DLP) que são amplamente utilizados. O SLM, também conhecido como sinterização seletiva a laser, utiliza lasers para fundir e solidificar camadas de pó metálico, criando estruturas altamente precisas e robustas. Por outro lado, o método DLP utiliza luz projetada para fotopolimerizar resinas fotossensíveis, permitindo a construção de peças com detalhes intrincados e alta fidelidade dimensional. Ambos os processos têm suas particularidades e aplicações específicas. O SLM é frequentemente escolhido por sua capacidade de gerar próteses com características mecânicas superiores e resistência ao desgaste, enquanto o DLP é valorizado pela capacidade de produzir modelos com uma resolução extremamente alta e menor tempo de processamento (Hussein et al., 2022).

Por sua vez, outro método relevante é a deposição fundida (FDM), que utiliza filamentos de plástico derretido para construir as próteses camada por camada, sendo uma opção mais acessível, embora geralmente com menos precisão comparada ao SLM e DLP. A escolha do método de impressão pode influenciar diretamente na qualidade, ajuste e durabilidade das próteses, destacando a importância de selecionar a técnica mais adequada de acordo com as necessidades clínicas e as características do material utilizado. Assim, a impressão 3D está revolucionando a fabricação de PPRs ao oferecer, como perspectivas futuras, soluções personalizadas com alta eficiência e precisão (Gou et al., 2022).

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi analisar as técnicas avançadas de impressão 3D na fabricação de próteses parciais removíveis, avaliando seus desafios e perspectivas futuras para otimizar a precisão, eficiência e custo-benefício desses métodos na prática clínica.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido através de uma revisão de literatura integrativa, no qual, para seu referencial teórico, as buscas foram realizadas nas seguintes bases de dados: National Library of Medicine (PUBMED), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Scientific Electronic Library Online (SCIELO), com os descritores “Próteses parciais removíveis”, “Impressão 3D” e “Tecnologia Odontológica”, nos idiomas inglês e português. Dessa forma, a pesquisa inicial resultou na identificação de um total de 50 artigos, sendo 32 artigos encontrados na base PUBMED, 16 na BVS e 1 na SCIELO.

Os critérios de inclusão e exclusão para refinaram a seleção, garantindo a relevância e a qualidade dos estudos incluídos, pois destinou-se apenas artigos publicados nos últimos 10 anos, com foco específico em técnicas avançadas de impressão 3D para próteses parciais removíveis, e que apresentavam dados empíricos ou análises detalhadas sobre o tema. Artigos fora do escopo definido, como aqueles que abordavam tecnologias diferentes ou estavam desatualizados, teses acadêmicas, trabalhos de conclusão de curso, com repetição e revisões de literatura foram excluídos. Além disso, estudos com metodologia inadequada ou que não oferecessem evidências substanciais sobre o impacto das tecnologias discutidas foram desconsiderados, assegurando que a revisão se baseasse em fontes confiáveis e pertinentes.

Desse modo, foram selecionados 6 artigos que serviram como base para a construção do referencial teórico desta revisão de literatura, estruturando-se em revisões sistemáticas que buscaram porcionar uma análise aprofundada e precisa sobre a comparação entre diferentes materiais de impressão 3D para próteses parciais removíveis (durabilidade, estética e conforto), na avaliação de precisão e adaptação das próteses impressas em 3D em comparação com as fabricadas por métodos tradicionais e os desafios na implementação da impressão 3D em consultórios odontológicos. Assim, a revisão reflete um panorama atualizado e sólido, essencial para a compreensão e avanço na área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após aplicar os critérios de inclusão e exclusão e realizar uma leitura minuciosa dos títulos, resumos e textos completos, 6 estudos foram selecionados para compor a base deste trabalho. Por sua vez, a escolha foi pautada na relevância e na qualidade das pesquisas, em alinhamento com o tema proposto.

Assim, a Tabela 1 organiza esses artigos conforme os autores, ano de publicação, objetivo do estudo, delineamento do estudo e principais achados. Esse levantamento detalhado possibilita uma visão ampla dos resultados, fornecendo um alicerce robusto para a discussão e a elaboração das conclusões. Dessa forma, a seleção criteriosa garante que o referencial teórico se apoie em evidências atualizadas e consistentes.

Tabela 1. Resultados dos estudos.

AUTORES	ANO	OBJETIVO DO ESTUDO	TIPO E AMOSTRA DE ESTUDO	PRINCIPAIS ACHADOS
---------	-----	--------------------	--------------------------	--------------------

Ahmed et al.	2021	Avaliar e comparar a adaptação e a precisão de estruturas de próteses parciais removíveis (PPRs) produzidas por meio de CAD/CAM e prototipagem rápida em relação às técnicas tradicionais.	Revisão Sistemática de Literatura com 9 estudos	As estruturas de próteses parciais removíveis produzidas por técnicas digitais (CAD/CAM e prototipagem rápida) apresentam melhor precisão de ajuste em comparação às técnicas convencionais.
GOU et al.	2022	Comparar as propriedades mecânicas de próteses parciais removíveis (PPRs) de PEEK fabricadas por diferentes métodos com as de ligas metálicas e analisar a precisão de impressão 3D para aplicação clínica.	Estudo Clínico com 5 modelos de próteses parciais removíveis (PPRs) de PEEK, testados em três diferentes métodos de produção: moldagem por injeção, fresagem e impressão 3D (FDM).	As PPRs de PEEK fabricados em 3D têm resistência superior e distribuição eficiente da força mastigatória, oferecendo melhor proteção ao pilar e bom ajuste clínico. Embora promissores, são necessários mais testes de fadiga e desgaste para confirmar sua eficácia clínica.
Grymak et al.	2023	Avaliar e contrastar a exatidão de materiais fabricados por impressão 3D na confecção de próteses parciais removíveis (PPRs), visando otimizar o processo de produção e minimizar falhas na fabricação.	Estudo Clínico com próteses parciais removíveis (PPRs) impressas em 3D, utilizando três materiais distintos: DentaCAST (G), SuperCAST (R) e NextDent (P).	O SuperCAST (R) teve melhor desempenho, seguindo pelo NextDent (P) e DentaCAST (G).
Hussein et al.	2022	Determinar o ângulo de construção e o diâmetro das estruturas de suporte ideais para a impressão 3D de próteses parciais removíveis, visando a melhor precisão e eficiência.	Estudo Clínico com 60 estruturas de prótese parcial removível impressas em 3D, divididas em 6 grupos com base em três ângulos de construção (110°, 135° e 150°) para analisar a precisão, tempo de impressão e consumo de material de acordo com cada ângulo.	O ângulo de construção e o diâmetro das bases de suporte afetam a impressão 3D, impactando a precisão, o tempo de fabricação e o uso de material. A configuração ideal foi um ângulo de 150°, oferecendo eficiência tanto em termos de precisão quanto de tempo, apesar do maior consumo de resina.
Hussein et al.	2022	Avaliar o impacto dos ângulos de construção e densidade das bases de suporte na precisão de estruturas de próteses parciais removíveis impressas em 3D.	Estudo Clínico com 47 estruturas de próteses parciais removíveis fabricadas a partir de modelos de arcos maxilares e mandibulares parcialmente edêntulos.	A impressão 3D com tecnologia DLP é eficaz na fabricação precisa de estruturas de PPR. A orientação de construção impacta a exatidão, com os ângulos de 135° para maxilares e 150° para mandibulares mostrando melhores resultados, enquanto a densidade da estrutura de suporte não

				teve influência significativa na precisão.
Sokolowski et al.	2023	Avaliar a precisão de estruturas de próteses parciais removíveis fabricadas por impressão 3D usando fusão seletiva a laser (SLM) e processamento digital de luz (DLP), comparando a exatidão dos métodos e sua aplicabilidade como substitutos dos métodos tradicionais.	Estudo Clínico com 16 estruturas de próteses parciais removíveis, sendo 8 estruturas produzidas por impressão 3D usando a tecnologia de fusão seletiva a laser (SLM) e 8 estruturas produzidas por processamento digital de luz (DLP).	Ambas as tecnologias de impressão 3D apresentaram alta consistência e precisão na fabricação de PPRs, com a técnica SLM mostrando uma ligeira superioridade em termos de precisão.

Fonte: Autores

A análise dos estudos selecionados revela avanços significativos na fabricação de próteses parciais removíveis (PPRs) utilizando tecnologias digitais. Ahmed et al. (2021) evidenciam que técnicas como CAD/CAM e prototipagem rápida oferecem uma precisão superior em comparação com métodos tradicionais, corroborando a tendência crescente na adoção de abordagens digitais para melhorar a adaptação das próteses. O estudo de Gou et al. (2022) complementa essa visão ao demonstrar que as PPRs de PEEK fabricadas por impressão 3D (FDM) não só superam as ligas metálicas em resistência e distribuição de forças, mas também apresentam um ajuste clínico eficaz, embora o estudo sugira a necessidade de mais investigações sobre a durabilidade a longo prazo (GOU et al., 2022). Por outro lado, Grymak et al. 2023, destacam a variabilidade nos desempenhos dos materiais impressos em 3D, com o SuperCAST mostrando o melhor desempenho seguido por NextDent e DentaCAST, indicando que a escolha do material pode influenciar a precisão final das PPRs.

Segundo Hussein et al. (2022), existe uma influência dos ângulos de construção e densidade das estruturas de suporte na impressão 3D, revelando que um ângulo de 150° proporciona uma configuração ideal para eficiência e precisão, apesar de um maior consumo de material. Este estudo sublinha a importância dos parâmetros de impressão na qualidade do produto final. Em outra pesquisa da mesma autoria, foi confirmado que a tecnologia DLP proporciona uma precisão considerável na fabricação de PPRs, com ângulos de construção de 135° para maxilares e 150° para mandibulares apresentando os melhores resultados (HUSSEIN et al., 2022). Finalmente, Sokolowski et al. (2023) demonstram que tanto a fusão seletiva a laser (SLM) quanto o processamento digital de luz (DLP) apresentam alta precisão na produção de PPRs, com a técnica SLM oferecendo uma leve vantagem em termos de exatidão. Esses achados

reafirmam o potencial das tecnologias digitais para substituir métodos convencionais, oferecendo resultados confiáveis e previsíveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dessa revisão da literatura, conclui-se que a adoção de tecnologias digitais, como CAD/CAM, tem demonstrado melhorias na precisão e eficiência das próteses em comparação com métodos tradicionais. Semelhante a isso, PPRs de PEEK, fabricadas por impressão 3D, oferecem resistência superior e bom ajuste clínico, mas ainda precisam de mais pesquisas para avaliar a durabilidade a longo prazo. A variabilidade no desempenho dos materiais impressos, indica que a escolha do material impacta a precisão das PPRs, com o SuperCAST obtendo os melhores resultados.

Os estudos destacam o potencial das tecnologias digitais para aprimorar a fabricação de PPRs, oferecendo soluções promissoras para otimizar a precisão, eficiência e custo-benefício, todavia, apesar de avanços importantes quanto a tecnologia odontológica, ainda há e desafios persistentes.

REFERÊNCIAS

AHMED, Naseer *et al.* Fit Accuracy of Removable Partial Denture Frameworks Fabricated with CAD/CAM, Rapid Prototyping, and Conventional Techniques: A Systematic Review. **BioMed Research International**, Volume 2021, 2021.

GOU, Fang *et al.* Evaluation of the mechanical properties and fit of 3D-printed polyetheretherketone removable partial dentures. **Dental Materials Journal**, p. 41(6): 816–823, 2022.

GRYMAK, Anastasiia *et al.* Effect of various printing parameters on the accuracy (trueness and precision) of 3D-printed partial denture framework. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, p. 1751-6161, 2023.

HUSSEIN, Mostafa Omran *et al.* Optimization of Digital Light Processing Three-Dimensional Printing of the Removable Partial Denture Frameworks; The Role of Build Angle and Support Structure Diameter. **Materials**, p. 15, 2316, 2022.

HUSSEIN, Mostafa Omran *et al.* Trueness of 3D printed partial denture frameworks: build orientations and support structure density parameters. **J Adv Prosthodont**, p. 14:150-61, 2022.

SOKOLOWSKI, Alwin *et al.* Evaluation of two printing techniques for maxillary removable partial denture frameworks. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. Volume 131, 2023.