

Impressão 3D na odontologia: aplicações clínicas e perspectivas na prática odontológica

3D printing in dentistry: clinical applications and perspectives in dental practice

Larissa Costa Neves¹
Maria Luiza Leite dos Santos²
Rauhan Gomes de Queiroz³
Paulo de Jesus Rodrigues Ximenes⁴
Pedro Henrique Dias Gomes⁵
Roberto Rocha Machado⁶
Maria Eduarda Linhares de Sousa⁷
Lais Raiane Feitosa Melo Paulino⁸

RESUMO

A impressão tridimensional (3D), também denominada manufatura aditiva, tem promovido avanços significativos na Odontologia digital, ampliando as possibilidades de planejamento, personalização e execução de tratamentos clínicos. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar as aplicações clínicas da impressão 3D na Odontologia, discutindo suas vantagens, limitações e perspectivas para a prática odontológica. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de caráter qualitativo, realizada a partir da busca de estudos publicados entre 2019 e 2025, nos idiomas português e inglês, incluindo revisões de literatura, relatos de caso e ensaios clínicos disponíveis na íntegra. Os resultados evidenciaram que a

¹ ORCID: 0009-0001-7425-2652 - Faculdade: Faculdade Iedure - FIED

E-mail: laricostaisa@gmail.com

² ORCID: 0009-0003-9810-6320 - Faculdade: Faculdade Iedure - FIED

E-mail: maria.luiza@fied.edu.br

³ ORCID: 0000-0001-5807-0835 - Faculdade: Faculdade Iedure - FIED

E-mail: Rauhangqueiroz@gmail.com

⁴ ORCID: 0009-0006-2585-7053 - Faculdade: Faculdade Iedure - FIED

E-mail: pjrxpix@gmail.com

⁵ ORCID: 0009-0005-2471-6876 - Faculdade: Faculdade Iedure - FIED

E-mail: henriquegomes1934@gmail.com

⁶ ORCID: 0009-0007-0034-2341 - Faculdade: Faculdade Iedure - FIED

E-mail: robertomachado4550@gmail.com

⁷ ORCID: 0009-0003-2472-5567 - Faculdade: Faculdade Iedure - FIED

E-mail: meduardalinhares.cd@gmail.com

⁸ ORCID: 0000-0002-4750-3436 - Faculdade: Faculdade Iedure - FIED

E-mail: lais.raiane@fied.edu.br

impressão 3D apresenta ampla aplicabilidade clínica, especialmente no planejamento restaurador, confecção de guias cirúrgicos, próteses, alinhadores ortodônticos e restaurações indiretas, contribuindo para maior precisão, previsibilidade e personalização dos tratamentos. Entretanto, apesar das vantagens relacionadas à adaptação marginal, integração ao fluxo digital e redução da subjetividade operatória, ainda persistem limitações referentes à estabilidade físico-química dos materiais, biocompatibilidade, padronização dos protocolos e escassez de evidências clínicas de longo prazo. Conclui-se que a impressão 3D representa um avanço promissor para a prática odontológica, com potencial para ampliar as possibilidades terapêuticas e otimizar o fluxo clínico. Contudo, sua consolidação como tecnologia amplamente estabelecida ainda depende do aprimoramento dos materiais, da padronização dos processos e da realização de estudos clínicos longitudinais mais robustos.

Palavras-chave: Impressão 3D. Dentística restauradora. Resinas odontológicas. Odontologia digital. Materiais restauradores.

ABSTRACT

Three-dimensional (3D) printing, also known as additive manufacturing, has promoted significant advances in digital dentistry, expanding the possibilities for planning, personalization, and execution of clinical treatments. In this context, the present study aimed to analyze the clinical applications of 3D printing in Dentistry, discussing its advantages, limitations, and perspectives for dental practice. This study consists of an integrative literature review with a qualitative approach, based on studies published between 2019 and 2025 in Portuguese and English, including literature reviews, case reports, and clinical trials available in full text. The results demonstrated that 3D printing has broad clinical applicability, especially in restorative planning, fabrication of surgical guides, prostheses, orthodontic aligners, and indirect restorations, contributing to greater precision, predictability, and personalization of treatments. However, despite advantages related to marginal adaptation, integration into digital workflows, and reduction of operator subjectivity, limitations still persist regarding the physicochemical stability of materials, biocompatibility, protocol standardization, and the scarcity of long-term clinical evidence. It was concluded that 3D printing represents a promising advancement for dental practice, with the potential to expand therapeutic possibilities and optimize clinical workflows. Nevertheless, its consolidation as a widely established technology still depends on material improvements, process standardization, and the development of more robust longitudinal clinical studies.

Keywords: 3D printing. Restorative dentistry. Dental resins. Digital dentistry. Restorative materials.

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia de impressão 3D surgiu na indústria na década de 1980, com o desenvolvimento da técnica de estereolitografia (SLA) por Chuck Hull em 1986, que é considerado o pai da impressão 3D. Na odontologia, a impressão 3D começou a ser introduzida de forma mais consistente a partir dos anos 2000, principalmente associada aos avanços dos sistemas de CAD/CAM (Desenho e Fabricação Assistidos por Computador). Inicialmente, ela foi aplicada na produção de modelos de estudo, moldes, e posteriormente, expandiu-se para a confecção de guias cirúrgicos, próteses, alinhadores ortodônticos, e outros dispositivos personalizados (Dawood *et al.*, 2015; Javaid; Haleem, 2018)

O crescimento da impressão 3D na Odontologia se acelerou significativamente na última década, impulsionado pela popularização dos scanners intraorais, pela melhoria dos softwares de design odontológico e pela evolução dos materiais específicos para uso odontológico, como as resinas biocompatíveis (Tian *et al.*, 2021; Panaro *et al.*, 2025).

A tecnologia de impressão tridimensional, também conhecida como manufatura aditiva, tem se consolidado como um dos avanços mais significativos na manufatura moderna. Na Odontologia, a digitalização tem sido impulsionada pela incorporação de tecnologias inovadoras, dentre elas a impressão 3D. A utilização de peças restauradoras por meio de impressão 3D permite avanços que facilitam a personalização e simplificação de processos complexos, como a produção de próteses e aparelhos dentários, garantindo qualidade e longevidade das peças (Khanna *et al.*, 2021; Tian *et al.*, 2021).

Sabe-se que algumas propriedades dos materiais restauradores são influenciadas pelas diferentes situações às quais o material é exposto durante a vida do paciente. A fabricação de restaurações indiretas com cerâmicas odontológicas e sua aplicação clínica é comprovada embasada em resultados duradouros, em contrapartida a confecção de restaurações em resinas compostas confeccionadas indiretamente tem sido utilizada e mostra resultados satisfatórios. Ambos os processos podem ser realizados de modo manual ou com o auxílio de tecnologia 3D (Demarco *et al.*, 2022; Veiga *et al.*, 2016).

Por muito anos essa técnica tem sido utilizada, e envolve uma técnica relativamente simples e de menor custo. Todavia, com a evolução dos materiais e técnicas de impressão 3D com resinas compostas gerou a possibilidade de confeccionar restaurações mais rápidas, tornando o processo ainda mais simples tanto para o profissional como também para o paciente (Veiga et al., 2016).

Apesar disso, a aplicação dessa tecnologia no âmbito odontológico tem gerado controvérsia e não possui muitos estudos clínicos evidenciando resultados de longo prazo. Materiais impressos em 3D apresentam propriedades mecânicas adequadas, precisão dimensional e ajustes necessários para as restaurações. No entanto, para conseguir realizá-lo de maneira ideal deve-se executar a etapa de planejamento de modo detalhado e criterioso (Osman *et al.*, 2023).

Apesar dos avanços observados, a aplicação da impressão 3D na Odontologia ainda enfrenta desafios relacionados à padronização dos protocolos, custos, propriedades dos materiais e evidências clínicas de longo prazo. Dessa forma, torna-se necessária uma análise crítica sobre as possibilidades e limitações dessa tecnologia, considerando seu impacto na prática clínica odontológica contemporânea. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo identificar, por meio da literatura científica, as principais aplicações da impressão 3D na Odontologia, discutindo suas vantagens, desafios e perspectivas para sua utilização na prática odontológica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Impressão 3D na Odontologia

A busca por materiais restauradores que imitem de perto as propriedades e a aparência dos tecidos dentais naturais tem sido um ponto focal na ciência dos materiais dentários há muito tempo. Hoje, as impressoras 3D estão se expandindo rapidamente na Odontologia digital, desenvolvendo uma nova tecnologia que superou as limitações dos sistemas tradicionais em odontologia, desenvolvendo materiais e aprimorando as impressoras 3D (Shayegh *et al.*, 2022).

A impressão tridimensional (3D) tem se destacado como uma das

tecnologias mais inovadoras na área da saúde, especialmente na Odontologia. Desde a confecção de modelos diagnósticos até a produção de guias cirúrgicos, próteses e restaurações, a impressão 3D permite uma abordagem mais precisa, personalizada e eficiente. Essa tecnologia possibilita a reprodução fiel das estruturas anatômicas do paciente, com redução significativa de tempo e custo em comparação aos métodos tradicionais (Guerra *et al.*, 2021).

A integração da Odontologia digital com a manufatura aditiva tem promovido avanços clínicos importantes, especialmente em áreas como implantodontia, ortodontia e prótese dentária. O uso de softwares CAD/ CAM aliado à impressão 3D permite uma produção altamente personalizada, aumentando a previsibilidade dos tratamentos e a satisfação dos pacientes (Martins *et al.*, 2020).

Dentre as técnicas disponíveis para impressão 3D, estereolitografia (SLA) se destaca por sua alta precisão e acabamento superficial. A SLA utiliza um laser ultravioleta para fotopolimerizar camadas sucessivas de uma resina líquida seletivamente conforme o modelo digital. A técnica é especialmente indicada para aplicações odontológicas, pois permite a fabricação de peças com excelente detalhamento, fundamentais para procedimentos clínicos que exigem alta (Liu *et al.*, 2019).

A aplicação de técnicas de impressão 3D pode trazer benefícios adicionais para a Odontologia, como a redução do tempo e dos custos de produção das próteses, além da possibilidade de personalização dos tratamentos, alta resolução de impressão, biocompatibilidade, resistência e menos desconforto para os pacientes. Vários tipos de resinas estão disponíveis no mercado odontológico, de forma individual cada uma delas apresentam propriedades distintas para atender às necessidades clínicas. As resinas mais comuns incluem as fotopolimerizáveis, que solidificam mediante exposição à luz UV ou laser. Elas variam em viscosidade e cor, sendo aplicadas na criação de modelos dentais, próteses, guias cirúrgicos, entre outras (Arroio *et al.*, 2021; Atria *et al.*, 2021; Yoo *et al.*, 2021).

As resinas utilizadas em impressoras 3D, podem ser categorizadas de acordo com sua composição química, como as resinas acrílicas e de poliuretano. Essa diversidade de resinas permite aos profissionais da

Odontologia selecionar a mais adequada às exigências específicas de cada procedimento (Arroio *et al.*, 2021; Atria *et al.*, 2021).

Um estudo de Xia *et al.*, (2018), relatou que a tecnologia de impressão tridimensional (3D), é amplamente usada na odontologia para aplicações que incluem cirurgia de implante, cirurgia oral e maxilofacial, cirurgia ortognática, endodontia e prótese. Um modelo impresso em 3D torna a execução do procedimento de reparo mais rápida e conveniente. Segundo os autores, a restauração estética de dentes anteriores pode recuperar a beleza facial, melhorar as funções de fala e mastigação e melhorar a qualidade de vida do paciente.

Prause *et al.*, (2024), realizaram um estudo de avaliação da resistência à flexão e o comportamento à fadiga de uma nova resina composta impressa em 3D para restaurações definitivas e chegaram à conclusão de que a resina composta impressa em 3D exibiu as propriedades mecânicas mais baixas, onde áreas de microestrutura não homogênea desenvolvidas durante o procedimento de mistura serviram como possíveis origens de fratura.

2.2 Tecnologias de impressão 3D aplicadas à dentística restauradora

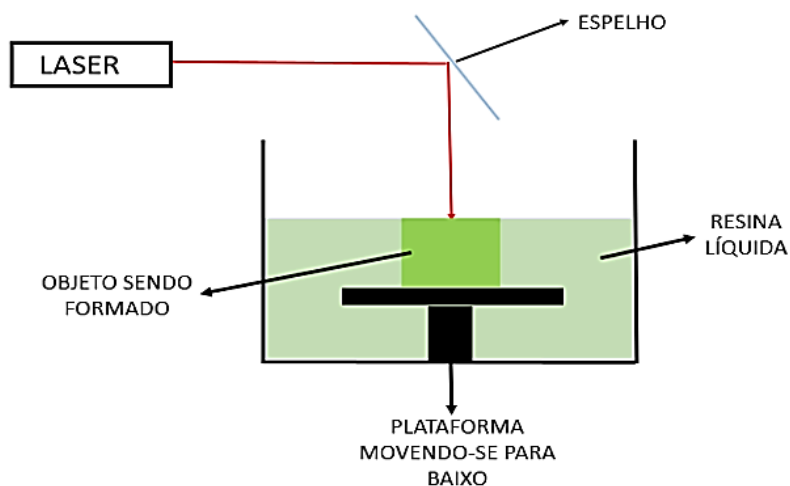
O emprego da impressão 3D na dentística restauradora está intimamente ligado ao avanço do fluxo digital na Odontologia, sobretudo pela integração entre escaneamento intraoral, softwares de desenho auxiliado por computador e técnicas de manufatura aditiva. Apesar da existência de diferentes modalidades de impressão tridimensional, os sistemas baseados na fotopolimerização em cuba têm ganhado destaque na área odontológica, pois possibilitam a confecção de estruturas com elevada precisão geométrica, ampla capacidade de personalização e fácil inserção no processo clínico-laboratorial.

Nesse cenário, Tian *et al.* (2021) e Jeong *et al.* (2023) ressaltam que a seleção da tecnologia de impressão não se limita ao tipo de equipamento empregado; ela também depende de variáveis como espessura da camada, orientação de construção, natureza da resina, assim como no protocolo de pós-processamento, todos fatores que influenciam diretamente a qualidade final da restauração.

2.2.1 Estereolitografia (SLA)

Essa técnica é amplamente empregada em virtude de sua elevada precisão, da qualidade do acabamento superficial e da alta resistência mecânica (Silva; Faria, 2021). Desse modo, o biomodelo é confeccionado a partir de uma resina líquida fotopolimerizável de baixo peso molecular, composta por monômeros, fotoiniciadores e aditivos. O material é depositado sobre uma plataforma, onde se solidifica por meio da ação da luz ultravioleta (UV), emitida por galvanômetros com comprimento de onda entre 385 nm e 405 nm.

Figura 1 - Representação de uma impressora SLA



Fonte: Almeida, Teodoro e Almeida (2021, p. 28)

Essa radiação é refletida em um espelho móvel, que projeta a imagem previamente definida sobre a plataforma, permitindo que o modelo seja formado pela sobreposição sucessiva de camadas transversais. Em seguida, a peça é imersa em solvente para remover os monômeros residuais e, em seguida, submetida a nova fotopolimerização, garantindo a completa cura da resina. Graças à sua precisão, esse tipo de modelo pode ser utilizado na produção de guias cirúrgicos para implantes, coroas totais, alinhadores ortodônticos, além de possibilitar a visualização de estruturas internas, como canais neurovasculares, além de dentes impactados (Silva; Faria, 2021).

De acordo com Oliveira *et al.* (2025), a SLA utiliza um feixe único de laser para polimerizar a resina fotopolimérica, solidificando-a camada após camada. O equipamento emprega uma lâmpada com comprimento de onda de 355 nm,

posicionando o feixe de laser acima do tanque de resina direcionando a exposição de cima para baixo.

A resina líquida é endurecida à medida que o feixe percorre digitalmente sua superfície (Oliveira *et al.*, 2025). Nesse sentido, a fonte de luz é conduzida ao tanque por meio de dois motores denominados galvanômetros, responsáveis pelos eixos X e Y, e, assim que uma camada é concluída, inicia-se imediatamente a formação da seguinte.

Entre suas vantagens, é destacada a maturidade tecnológica, já que se trata da técnica de prototipagem rápida mais antiga, o que garante maior estabilidade no processo de impressão, além de ampla disponibilidade de fornecedores (Oliveira *et al.*, 2025). Além disso, apresenta desempenho satisfatório na produção de objetos com estruturas complexas e dimensões reduzidas, favorecendo sua aplicação na Odontologia.

Por outro lado, Oliveira (2023) evidencia que suas limitações incluem uma velocidade de impressão variável, que diminui conforme aumenta o tamanho dos modelos, a escassa variedade de resinas fotopolimerizáveis disponíveis, assim como a resolução inferior em comparação a outras técnicas. Ademais, tecnologias alternativas de impressão 3D, como o processamento digital de luz (DLP) e a tela de cristal líquido (LCD), oferecem maior capacidade produtiva, sendo atualmente as mais utilizadas.

2.2.2 Processamento Digital de Luz (DLP)

O sistema de impressão DLP é constituído por um conjunto de microespelhos retangulares, em que cada espelho corresponde a um pixel, sendo a resolução da imagem projetada diretamente proporcional ao número de espelhos presentes. Assim, a luz proveniente da fonte luminosa é refratada pelos microespelhos e projetada sobre a superfície destinada à impressão (Moreira, 2022).

Essa tecnologia apresenta elevada resolução, capaz de produzir estruturas com dimensões mínimas de até 50 μm , utilizando como fonte de luz uma lâmpada LED com comprimento de onda de 405 nm (Moreira, 2022). Como vantagem em relação à estereolitografia (SLA), o DLP realiza a construção de cada camada por meio de uma única irradiação, o que reduz o tempo de impressão, independentemente da forma ou do número de pixels, além de permitir a fabricação

de objetos pequenos com alta precisão.

Para garantir maior confiabilidade na produção de peças tridimensionais, é necessário considerar diversos parâmetros de construção, os quais estão influenciando diretamente a qualidade da superfície, as propriedades mecânicas, a precisão dimensional, bem como o tempo de fabricação ou de acabamento das peças (Jatobá; Batinga, 2024). A ausência de padronização dessas configurações ainda representa um desafio para a manufatura aditiva.

A espessura da camada é geralmente definida de acordo com as características geométricas e morfológicas do objeto, além do uso pretendido (Almeida; Teodoro; Almeida, 2021). Para aplicações que exigem alta precisão, opta-se por camadas mais finas; já em situações em que o custo e o tempo são prioritários, utilizam-se camadas mais espessas, como nos modelos de prova.

Sendo assim, Moreira (2022) aponta que espessuras de 25, 50 e 100 μm são as mais empregadas, também verificou maior resistência à flexão em amostras com 100 μm , resultado que corrobora os resultados de Jatobá e Batinga (2024), que observaram resistência superior em amostras de 25 e 100 μm quando comparadas às de 50 μm . Desse modo, Almeida, Teodoro e Almeida (2021), por sua vez, indicaram 100 μm como espessura ideal, associada a 60 minutos de pós-cura e construção vertical.

A angulação de impressão também exerce papel crucial, pois define a orientação das camadas, a geometria da superfície e a necessidade de estruturas de suporte, impactando tanto a precisão quanto a resistência mecânica das peças (Moreira, 2022). Nesse sentido, é demonstrado que a orientação das camadas influencia propriedades como resistência à flexão, compressão, fadiga, assim como a tração.

Além disso, Jatobá e Batinga (2024) concluíram que amostras impressas em 90° apresentaram melhor desempenho mecânico. Entretanto, Moreira (2022) observaram que angulações de 0° e 45° proporcionaram maior precisão na impressão de guias cirúrgicos, em comparação ao grupo de 90°.

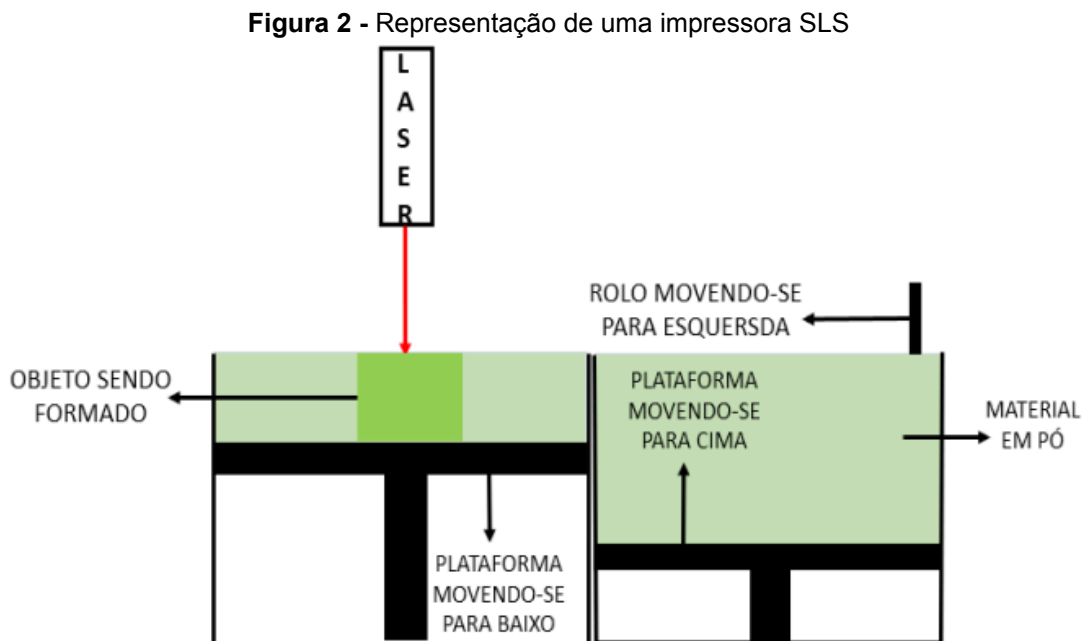
A cor da resina é outro fator relevante, visto que restaurações temporárias ou definitivas devem apresentar tonalidade semelhante aos dentes naturais e resistência à descoloração causada por alimentos e bebidas. Moreira (2022) verifica que diferentes tipos de resina e corantes, como café, suco de uva e curry, provocaram alterações de cor acima do limite clínico após sete dias de

armazenamento, sendo o curry o agente mais agressivo.

Nesse viés, o pós-processamento é essencial para completar a polimerização, assim como para melhorar as propriedades mecânicas das peças, promovendo maior resistência, grau de conversão ou uniformidade da cura (Oliveira *et al.*, 2025). Sendo assim, é demonstrado que o tempo, a temperatura ou o método de pós-cura influenciam diretamente o desempenho final das resinas, sendo que técnicas como exposição à luz UV, calor, micro-ondas ou armazenamento em diferentes condições podem alterar a durabilidade dos objetos impressos.

2.2.3 Sinterização Seletiva a Laser (SLS)

Essa tecnologia, ilustrada na Figura 2, está disponível desde meados da década de 1980. O processo consiste na utilização de um laser de varredura que funde o material em pó, formando estruturas de maneira sucessiva, camada por camada. À medida que o leito de pó é gradualmente rebaixado, uma nova camada de material é distribuída de forma uniforme sobre a superfície.



Fonte: Almeida, Teodoro e Almeida (2021, p. 28)

Após a completa formação do objeto, a plataforma é elevada, o excesso de pó é removido e, se necessário, realiza-se um acabamento manual. Como as estruturas impressas permanecem envoltas pelo pó durante todo o processo, não há

necessidade de utilizar materiais de suporte adicionais.

A técnica de SLS apresenta vantagens relevantes para a Odontologia, especialmente na área de prótese dentária, pois permite o uso de diferentes materiais, como nylon, cera, metais, cerâmicas e resinas, ampliando suas possibilidades de aplicação clínica e laboratorial.

2.3 Materiais restauradores no fluxo digital e convencional

A análise comparativa entre os materiais restauradores empregados no método convencional e aqueles utilizados na impressão 3D é essencial para uma compreensão da dentística restauradora atual. Isso se deve ao fato de que o desempenho clínico das restaurações não está condicionado apenas à técnica de fabricação, mas também à composição do material, ao grau de conversão polimérica, à estabilidade físico-química, à interação com o ambiente bucal, assim como à previsibilidade em longo prazo.

Nesse contexto, é evidenciado por Flottes *et al.* (2025) que a incorporação da manufatura aditiva ao fluxo restaurador ampliou as possibilidades de produção de próteses provisórias e, mais recentemente, de restaurações com maior durabilidade. Contudo, essa evolução não elimina a importância dos materiais convencionais, que continuam sendo referência devido à solidez das evidências clínicas que sustentam sua eficácia.

2.3.1 Resinas impressas em 3D: composição, polimerização e características gerais

As resinas utilizadas na impressão 3D odontológica são, em sua maioria, sistemas fotopolimerizáveis formulados a partir de monômeros metacrílicos ou acrílicos, combinados com fotoiniciadores, pigmentos, agentes absorvedores de luz ultravioleta e, em alguns casos, partículas de carga. No entanto, a composição detalhada nem sempre é integralmente divulgada pelos fabricantes (MPhil *et al.*, 2022).

Devido a essa formulação, o desempenho final dessas resinas não depende apenas da qualidade da matéria-prima, mas também da interação das etapas de impressão, higienização, pós-cura, juntamente com o acabamento. Conforme

destacado por MPhil *et al.* (2022), isso ocorre porque uma polimerização incompleta pode resultar em maior concentração de monômeros remanescentes, comprometendo tanto as características mecânicas quanto os atributos biológicos do material.

Além disso, MPhil *et al.* (2022) destacam que, diferentemente dos compósitos convencionais, as resinas impressas são fortemente influenciadas por fatores como orientação de impressão, intensidade da luz, espessura das camadas, além do protocolo de pós-processamento, o que torna seu comportamento mais sensível à padronização do fluxo digital.

Do ponto de vista clínico, essas resinas têm sido aplicadas principalmente em restaurações provisórias, embora novos materiais estejam sendo desenvolvidos para indicações de maior permanência. Yüceer *et al.* (2025), ao compararem diferentes resinas impressas para próteses provisórias, além de ser uma resina experimental destinada a próteses fixas definitivas, observaram diferenças mecânicas relevantes entre os materiais.

Yüceer *et al.* (2025) demonstrou melhor desempenho da resina proposta para uso prolongado, sem diferenças nos testes de citotoxicidade, assim como de proliferação celular. Os autores também enfatizaram que o cumprimento rigoroso dos protocolos do fabricante é essencial para preservar as propriedades do material, esse resultado evidencia que a categoria “resina impressa em 3D” não é homogênea, apresentando ampla variação em termos de confiabilidade clínica entre os produtos disponíveis no mercado.

Em uma revisão sistemática com meta-análise, Jain *et al.* (2022) verificaram que resinas impressas para coroas e próteses provisórias podem apresentar propriedades mecânicas satisfatórias, mas ainda revelam desempenho físico inferior quando comparadas a materiais fresados por CAD/CAM e a resinas convencionais em determinados parâmetros.

De forma semelhante, Flottes *et al.* (2025) concluíram que as resinas impressas destinadas a restaurações definitivas possuem potencial clínico, embora ainda enfrentem limitações relacionadas às propriedades mecânicas, ópticas, biológicas e à escassez de evidências de longo prazo. Sendo assim, o avanço desses materiais é evidente, mas sua consolidação clínica ainda não atingiu o mesmo nível de maturidade observado nos materiais restauradores tradicionais.

2.3.2 Resinas compostas tradicionais e materiais restauradores indiretos convencionais

As resinas compostas convencionais continuam desempenhando papel essencial na odontologia restauradora, sendo amplamente utilizadas tanto em procedimentos diretos quanto indiretos. Segundo Dionysopoulos *et al.* (2021), sua formulação clássica combina uma matriz orgânica de monômeros, partículas inorgânicas de carga e agentes de união, buscando equilibrar estética, resistência mecânica, capacidade de polimento, juntamente com o desempenho clínico.

Conforme ressaltam Dionysopoulos *et al.* (2021), a heterogeneidade na composição desses materiais explica parte da variação observada em aspectos como desgaste, dureza, lisura superficial ou longevidade. Além disso, a evolução histórica dos compósitos restauradores consolidou sua versatilidade, tornando-os materiais amplamente aceitos, além de clinicamente estabelecidos, sobretudo em restaurações posteriores, bem como em abordagens minimamente invasivas.

No que se refere às restaurações indiretas convencionais, especialmente inlays, onlays e coroas provisórias confeccionadas por técnicas laboratoriais ou fresagem CAD/CAM, é evidenciada uma base clínica mais duradoura em comparação às resinas impressas. Desse modo, Galiatsatos *et al.* (2021) relataram que inlays e onlays indiretos em resina composta apresentaram resultados clínicos satisfatórios em longo prazo, com taxa de sucesso de 85% após nove anos de acompanhamento.

Em revisão sistemática com meta-análise, Tennert *et al.* (2024) observaram que restaurações diretas e indiretas em resina composta podem ser recomendadas para grandes cavidades posteriores, embora os dados tenham indicado menor risco relativo de falha para restaurações diretas. Contudo, os autores destacaram que o nível de evidência ainda é baixo e há elevado risco de viés nos estudos analisados, isso não invalida o uso dos materiais indiretos convencionais, mas reforçam que sua indicação deve considerar fatores como dimensão da cavidade, exigências biomecânicas, também controle técnico do procedimento.

Ademais, Pizzolotto e Moraes (2022) destacam que o desempenho clínico das resinas compostas em dentes posteriores confirma que esses materiais permanecem como primeira escolha em diversas situações restauradoras. Essa preferência não se deve apenas ao potencial estético, mas também à ampla

experiência clínica acumulada, à possibilidade de reparo ou de manutenção, bem como ao acompanhamento longitudinal.

Desse modo, Pizzolotto e Moraes (2022) enfatizam que a performance clínica dos compósitos posteriores resulta da interação entre material, técnica adesiva, protocolo operatório, além do perfil de risco do paciente, o que inviabiliza conclusões simplistas baseadas apenas no tipo de material. Esse aspecto é decisivo na comparação com a impressão 3D, pois demonstra que a superioridade clínica de um material não pode ser inferida exclusivamente a partir de ensaios laboratoriais isolados.

2.3.3 Propriedades físico-mecânicas, físico-químicas e estéticas dos materiais

A avaliação das propriedades físico-mecânicas constitui um dos pilares essenciais na comparação das resinas impressas com relação aos materiais restauradores convencionais. Entre os parâmetros mais relevantes são destacadas a resistência à flexão, dureza, comportamento frente à fadiga, adaptação marginal, além do ajuste interno, já que tais características influenciam diretamente a previsibilidade clínica das restaurações.

Desse modo, Prause *et al.* (2024), ao compararem uma resina composta impressa em 3D com materiais fresados destinados a restaurações definitivas, observaram que a resina impressa apresentou desempenho mecânico inferior em relação aos demais grupos. De forma semelhante, Sampaio *et al.* (2025), em revisão sistemática com meta-análise, identificaram diferenças entre resinas fresadas por CAD/CAM e impressas, sugerindo vantagem dos materiais fresados em diversos desfechos, o que indica que, embora os materiais impressos tenham evoluído, ainda existe um descompasso da inovação tecnológica com relação a consolidação de desempenho mecânico.

No campo das propriedades físico-químicas e estéticas, a comparação também exige cautela, Daghery (2023) demonstrou que facetas impressas em 3D sofreram alterações de cor, perda de brilho, além do aumento da rugosidade superficial após envelhecimento artificial, aspecto particularmente relevante em reabilitações estéticas. Nesse sentido, Narde *et al.* (2024), ao compararem PMMA com resinas compostas indiretas submetidas ou não ao envelhecimento, evidenciaram que cor e rugosidade são fortemente influenciadas tanto pelo processo

de envelhecimento quanto pela natureza do material.

A adaptação marginal, assim como o ajuste interno também exercem função determinante, pois falhas nessas características podem favorecer retenção de placa bacteriana, infiltrações ou até comprometer a integridade biológica da restauração. Nesse sentido, Al Wadei *et al.* (2022) constataram que coroas ou próteses provisórias confeccionadas por impressão 3D podem apresentar adaptação marginal, além de ajustes internos equivalentes aos obtidos com materiais fresados por CAD/CAM, bem como resinas tradicionais, embora os resultados se mostrem heterogêneos.

Já Németh *et al.* (2025), em revisão sistemática com meta-análise, concluíram que restaurações fixas produzidas por manufatura subtrativa apresentam resultados semelhantes em termos de ajuste, mas dependem fortemente do material, como também do protocolo empregado. Dessa forma, a adaptação marginal não pode ser interpretada isoladamente como indicador de superioridade de um método sobre outro; deve ser analisada em conjunto com desempenho clínico global.

No que diz respeito à biocompatibilidade, o debate é ainda mais delicado, especialmente no caso das resinas impressas em 3D, a principal preocupação refere-se à possível liberação de monômeros residuais e outros componentes decorrentes de polimerização incompleta ou pós-processamento inadequado. Sendo assim, Prakash *et al.* (2024) destacaram que a biocompatibilidade das resinas odontológicas impressas depende de múltiplos fatores, incluindo composição, técnica de impressão, bem como protocolo de pós-cura.

Ademais, Wiertelak-Makala *et al.* (2023) ressaltaram que compósitos formulados à base de metacrilato podem manifestar efeitos citotóxicos relacionados à liberação de monômeros não polimerizados. Esse dado evidencia que a avaliação clínica desses materiais não deve se restringir apenas à resistência mecânica ou ao aspecto estético, mas precisa incluir também a análise de sua segurança biológica.

2.4 Atuação clínica do cirurgião-dentista no fluxo restaurador digital

A introdução da impressão 3D na dentística restauradora não reduz a importância do cirurgião-dentista no processo terapêutico; pelo contrário, amplia sua responsabilidade técnica em etapas fundamentais como diagnóstico, planejamento, seleção do material, definição do protocolo restaurador, assim como a execução

clínica. Isso ocorre porque o fluxo digital exige decisões clínicas precisas desde a indicação inicial do tratamento até o acabamento final da restauração.

2.4.1 Planejamento digital e seleção do caso

O primeiro eixo da prática clínica do cirurgião-dentista no emprego da impressão 3D está vinculado ao planejamento digital, como também à seleção criteriosa do caso. Assim, Mangano *et al.* (2017) ressaltam que a previsibilidade terapêutica depende da habilidade do profissional em articular exame clínico, avaliação estética, demanda funcional, volume de desgaste necessário, além da possibilidade de execução conservadora.

Na prática clínica, isso significa que a utilização da impressão 3D deve ser iniciada antes mesmo da etapa de fabricação propriamente dita. Em um caso relatado por Gao *et al.* (2020), uma paciente de 33 anos com fluorose dentária foi submetida a um fluxo digital para reabilitação estética com facetas cerâmicas.

Nesse processo, o planejamento do sorriso, o enceramento diagnóstico virtual, assim como a confecção de um molde estereolitográfico possibilitaram controlar a profundidade do desgaste com maior precisão, além de maior simplicidade operatória. O caso é relevante porque demonstra que a tecnologia não foi empregada como recurso acessório, mas como ferramenta para reduzir a subjetividade clínica, como também para tornar o preparo mais conservador (Gao *et al.*, 2020).

Esse mesmo raciocínio é observado em relatos mais recentes, assim, Robles *et al.* (2023) apresentaram o caso de um paciente com lesões cervicais não cariosas e manchas brancas, no qual um guia de desgaste dentário impresso em 3D, contendo canais verticais e horizontais, permitiu acesso simultâneo para verificação da redução. Segundo os autores, essa estratégia favoreceu preparos minimamente invasivos e atendeu às demandas estéticas sem risco de sobrepreparo, é evidenciado que a impressão 3D só agrega valor quando o profissional tem clareza sobre a quantidade de tecido a ser removido, a justificativa para tal remoção, assim como o tipo de restauração que será realizada.

3 METODOLOGIA

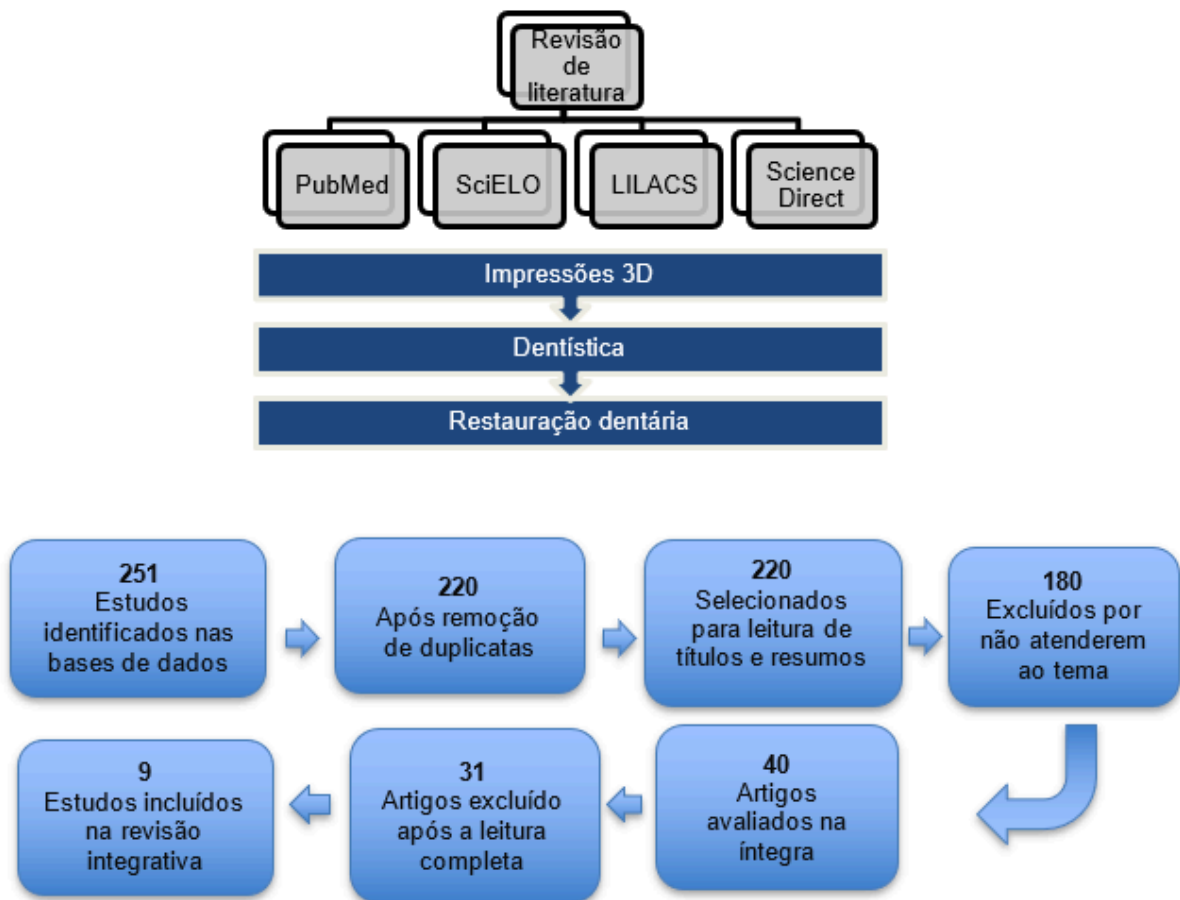
O presente estudo trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de caráter explicativo e qualitativo. Para a realização do estudo, foram utilizadas as seguintes bases de dados eletrônicas: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *National Library of Medicine* (PubMed), Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e *ScienceDirect*.

Para tal busca, foram utilizados os seguintes Descritores em Ciência da Saúde (DeCS): “Impressões 3D”, “Dentística” e “Restauração dentária”, combinados mediante os operadores booleanos AND e OR, a fim de refinar a pesquisa e proporcionar maior qualidade à mesma, além disso, foram considerados estudos nos idiomas português e inglês, com limite temporal dos últimos seis anos (2019-2025).

Como critérios de inclusão, foram incluídos estudos que abordaram soluções estéticas e impressões 3D, bem como os materiais restauradores adotados e a relevância para a prática clínica. Assim, foram considerados aqueles artigos em que será possível obter sua versão na íntegra, como revisões da literatura, relatos de casos e ensaios clínicos.

Foram excluídos estudos duplicados, estudos em que os objetivos não estejam de acordo com o proposto neste estudo e serem considerados metodologicamente insuficientes. A figura 1 a seguir demonstra o percurso metodológico seguido para execução dessa pesquisa.

Figura 1. Fluxograma do processo de busca, seleção e inclusão dos estudos na revisão integrativa.



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação dos critérios previamente estabelecidos, os trabalhos selecionados foram organizados em um quadro sinóptico, permitindo a análise comparativa dos achados. Foi constatada a predominância de publicações redigidas em língua inglesa, além de uma distribuição temática estruturada em três eixos centrais: aplicações clínicas da impressão tridimensional na odontologia restauradora, desempenho comparativo dos materiais produzidos por impressão com os materiais convencionais, bem como limitações relacionadas à viabilidade clínica das restaurações confeccionadas por manufatura aditiva.

4.1 Aplicações clínicas e previsibilidade do fluxo digital

Quadro 1 - Estudos analisados

Autor/ano	Objeto/foco	Principais resultados
Gao <i>et al.</i> (2020)	Uso de molde estereolitográfico no preparo para facetas cerâmicas	O fluxo digital com template estereolitográfico permitiu maior controle da profundidade de desgaste e favoreceu um preparo mais conservador e previsível. (PubMed)
Robles <i>et al.</i> (2023)	Guia de redução dentária impresso em 3D para facetas cerâmicas	O guia com canais de acesso permitiu preparar e verificar a redução com o mesmo dispositivo, reduzindo o risco de sobrepreparo e aumentando a previsibilidade clínica. (PubMed)
Jurado <i>et al.</i> (2024)	Guias impressos em 3D para gengivectomia e preparo dentário	O estudo apresentou protocolo digital direto para desenho e fabricação de guias de gengivectomia e redução dentária, destacando sua aplicabilidade em reabilitações estéticas. (PubMed)
Higashi <i>et al.</i> (2025)	Facetas indiretas em resina produzidas por manufatura aditiva	O caso mostrou melhora estética com restaurações indiretas em resina impressa e seguimento clínico de 2 anos, sugerindo viabilidade clínica em casos selecionados. (PubMed)
Unkovskiy <i>et al.</i> (2025)	Facetas ultrafinas sem preparo produzidas por impressão 3D em dissilicato de lítio	A impressão de facetas ultrafinas sem preparo foi tecnicamente viável e apresentou ajuste e estética adequados, com potencial para abordagens conservadoras. (PubMed)
Sonkaya <i>et al.</i> (2025)	Desempenho clínico de restaurações indiretas unitárias em resina composta impressa em 3D	Após 2 anos, as restaurações apresentaram desempenho clínico aceitável, indicando potencial de aplicação em curto e médio prazo. (PubMed)
Jain <i>et al.</i> (2022)	Propriedades físicas e mecânicas de coroas e próteses provisórias impressas em 3D	As resinas impressas mostraram propriedades mecânicas favoráveis, mas propriedades físicas inferiores em comparação com materiais CAD/CAM fresados e convencionais. (PubMed)
Al Wadei <i>et al.</i> (2022)	Adaptação marginal e ajuste interno de coroas e próteses provisórias impressas em 3D	As restaurações provisórias impressas em 3D apresentaram ajuste marginal e adaptação interna superiores aos materiais CAD/CAM e convencionais em parte dos estudos analisados. (MDPI)
Prakash <i>et al.</i> (2024)	Biocompatibilidade de resinas odontológicas impressas em 3D	A biocompatibilidade depende da composição do material, da técnica de impressão e do protocolo de pós-cura, indicando que segurança biológica ainda é variável crítica. (PubMed)

Fonte: Elaborado pela autora (2026)

Foi verificado que parte relevante dos estudos clínicos selecionados abordou a impressão 3D como ferramenta auxiliar no planejamento estético, assim como no controle do preparo dentário. Nesse contexto, Gao *et al.* (2020), Robles *et al.* (2023) e Jurado *et al.* (2024) demonstraram que guias e modelos impressos em 3D podem contribuir para reduzir a subjetividade operatória, proporcionar maior controle na remoção de tecido dentário, além de garantir maior previsibilidade em procedimentos restauradores estéticos.

Ademais, outro eixo identificado nos resultados se refere à aplicação direta de

materiais obtidos por manufatura aditiva em restaurações estéticas ou indiretas. Com isso, Higashi *et al.* (2025) e Sonkaya *et al.* (2025) evidenciaram que facetas indiretas e restaurações unitárias produzidas por impressão 3D podem apresentar viabilidade clínica em casos selecionados, com resultados aceitáveis de adaptação, estética, assim como ao acompanhamento de até dois anos. Contudo, é ressaltado que a evidência disponível ainda se aproxima mais da demonstração de potencial clínico do que da consolidação definitiva de superioridade ou equivalência em longo prazo frente aos materiais convencionais.

No plano comparativo, Jain *et al.* (2022) apontaram que resinas impressas em 3D podem apresentar propriedades mecânicas promissoras, mas desempenho físico inferior quando comparadas a materiais fresados por CAD/CAM, além de resinas tradicionais. Complementarmente, Al Wadei *et al.* (2022) identificaram resultados favoráveis em restaurações provisórias impressas em 3D quanto à adaptação marginal e ao ajuste interno, sugerindo vantagem em precisão dimensional em determinados contextos.

Por fim, a segurança biológica surgiu como variável determinante, Prakash *et al.* (2024) demonstraram que a biocompatibilidade das resinas odontológicas impressas em 3D não pode ser presumida de forma generalizada, pois depende diretamente da composição do material, da técnica de impressão e, sobretudo, da qualidade do pós-processamento. Esse resultado é essencial porque desmonta uma leitura superficial baseada apenas em estética, rapidez ou adaptação, evidenciando que a adoção clínica da impressão 3D deve ser analisada também sob a perspectiva biológica e não apenas tecnológica.

Os resultados obtidos evidenciam que a impressão 3D já ocupa um espaço concreto na dentística restauradora; contudo, sua aplicação se mostra mais consolidada como recurso de planejamento, guia operatório, assim como suporte a procedimentos conservadores do que como solução plenamente estabelecida para todas as restaurações indiretas permanentes.

A discussão comparativa também revela uma tensão evidente da precisão dimensional com relação a maturidade clínica dos materiais, enquanto os estudos sobre adaptação marginal e ajuste interno apontam resultados competitivos ou até favoráveis para a impressão 3D, as revisões voltadas às propriedades físicas, mecânicas e à estabilidade clínica demonstram que a consolidação desses materiais ainda é limitada, sobretudo em acompanhamentos de longo prazo. Assim, o estado

atual das evidências não autoriza considerar a impressão 3D como solução universal, mas sim como uma tecnologia promissora, cuja efetividade depende de domínio técnico por parte do profissional.

4.2 Comparação entre desempenho de materiais impressos e convencionais

A comparação dos materiais restauradores produzidos por impressão 3D com aqueles convencionais revela um cenário ainda distante de linearidade, é possível verificar que as pesquisas recentes não sustentam a ideia de superioridade absoluta de um grupo sobre o outro; ao contrário, evidencia uma distribuição desigual de vantagens e limitações, que variam conforme o desfecho avaliado. Nas revisões mais consistentes, como menciona por Jain *et al.* (2022), os materiais impressos demonstram desempenho promissor em determinados parâmetros operacionais ou mecânicos, enquanto os convencionais mantêm vantagem em propriedades físicas, assim como na maturidade clínica, sobretudo em aplicações restauradoras de maior durabilidade.

No âmbito das propriedades mecânicas, Jain *et al.* (2022) concluíram que resinas provisórias impressas em 3D para coroas e próteses parciais fixas apresentaram desempenho superior em alguns aspectos mecânicos, mas resultados físicos inferiores quando comparadas a materiais fresados por CAD/CAM, bem como compósitos tradicionais. Esse resultado é relevante porque impede interpretações simplistas do tipo “o material impresso é melhor” ou “o convencional é superior”, o que se observa é um desempenho dividido, já que a impressão 3D pode superar em certos parâmetros estruturais, mas ainda apresenta fragilidades em outros que impactam diretamente a estabilidade clínica, assim como o comportamento no meio bucal.

Quando a análise se volta para adaptação marginal e ajuste interno, os estudos comparativos tendem a favorecer os materiais impressos em 3D, especialmente em restaurações provisórias. Al Wadei *et al.* (2022) relataram que coroas provisórias, assim como próteses parciais fixas confeccionadas com resinas impressas apresentaram melhor adaptação marginal, além de ajuste interno em comparação com materiais fresados ou convencionais.

Esse resultado sugere que a manufatura aditiva pode oferecer vantagens dimensionais relevantes, sobretudo em fluxos digitais nos quais a precisão de

assentamento é determinante para o sucesso clínico. Entretanto, Al Wadei *et al.* (2022) menciona que esse ganho isolado não resolve os desafios relacionados à estabilidade física, à longevidade, como também à segurança biológica.

A tensão da precisão com a maturidade clínica é um dos pontos principais da literatura recente, Balestra *et al.* (2024), ao revisarem materiais impressos em 3D para restaurações permanentes indiretas, concluíram que ainda não há evidência conclusiva suficiente para considerar esses materiais plenamente viáveis como opção restauradora consolidada em longo prazo. Além disso, os autores destacam que aspectos estéticos ou biológicos permanecem pouco explorados, o que reforça que a discussão não pode se restringir ao desempenho mecânico inicial ou ao ajuste marginal, ou seja, o material impresso pode apresentar bons resultados laboratoriais ou em avaliações iniciais, mas isso ainda não o coloca no mesmo patamar clínico dos sistemas convencionais.

A comparação é ainda mais crítica quando se considera a biocompatibilidade, assim, Prakash *et al.* (2024) demonstraram que fatores como composição do material, método de fabricação e, sobretudo, qualidade do pós-processamento são decisivos para o comportamento biológico das resinas impressas. A revisão identificou materiais com desempenho favorável, mas também casos de citotoxicidade, indicando que a segurança desses produtos não pode ser presumida de forma generalizada.

Segundo Prakash *et al.* (2024), esse aspecto pesa fortemente na comparação com os materiais convencionais, já que a adoção clínica de uma nova tecnologia depende não apenas de desempenho técnico, mas também da confiança de que não haverá riscos biológicos relevantes ao paciente.

Do ponto de vista clínico, Sonkaya *et al.* (2025) mencionam que os dados disponíveis também exigem cautela, há evidências recentes de desempenho aceitável de restaurações unitárias indiretas produzidas por impressão 3D em acompanhamentos de até dois anos, o que reforça sua viabilidade em curto e médio prazo. Contudo, tais resultados precisam ser interpretados dentro de seus limites, como os seguimentos reduzidos não equivalem à comprovação de longevidade clínica, e resultados iniciais positivos não significam superioridade frente aos materiais convencionais já consolidados.

Dessa forma, a comparação dos materiais impressos com os convencionais indica que a impressão 3D já oferece vantagens evidentes em precisão de

fabricação, adaptação marginal, assim como na integração ao fluxo digital, entretanto, ainda enfrenta limitações relacionadas à estabilidade física, à segurança biológica ou à escassez de evidências clínicas de longo prazo. O panorama que emerge da literatura não aponta para substituição imediata dos materiais convencionais, mas para uma coexistência tecnológica, já que os impressos ampliam as possibilidades restauradoras, enquanto os convencionais permanecem mais sólidos em termos de validação clínica acumulada.

4.3 Limitações atuais: estabilidade, biocompatibilidade e evidência de longo prazo

Embora a literatura recente reconheça avanços no emprego de materiais impressos em 3D na dentística restauradora, os estudos analisados demonstram que sua incorporação clínica ainda enfrenta limitações relevantes. Segundo Balestra *et al.* (2024) menciona que entre os principais obstáculos se destacam a estabilidade físico-mecânica ou óptica dos materiais, a variabilidade da resposta biológica, assim como a escassez de evidências clínicas de longo prazo, ou seja, a questão atual não se resume a verificar se a restauração impressa “funciona”, mas sim em compreender sob quais condições ela se mantém previsível ao longo do tempo.

No que diz respeito à estabilidade, os resultados das revisões comparativas indicam que o desempenho das resinas impressas permanece inconsistente quando comparado a materiais fresados por CAD/CAM, além dos sistemas convencionais. Jain *et al.* (2022) observaram que, embora algumas resinas impressas apresentem propriedades mecânicas favoráveis, ainda revelam fragilidades em aspectos físicos essenciais, o que inviabiliza interpretações simplistas sobre sua superioridade.

Essa limitação é ainda mais evidente quando o foco recai sobre restaurações permanentes, Balestra *et al.* (2024) concluíram que não há evidência conclusiva capaz de considerar plenamente consolidados os materiais impressos em 3D destinados a restaurações indiretas permanentes, ressaltando que propriedades estéticas ou biológicas permanecem pouco exploradas. O que indica que a tecnologia avança em ritmo mais acelerado do que a validação científica necessária para seu uso irrestrito.

Ademais, outro ponto crítico é direcionado à biocompatibilidade, visto que Prakash *et al.* (2024) demonstraram que a resposta biológica das resinas impressas

não pode ser tratada como característica fixa, pois depende da composição química, da técnica de impressão e, sobretudo, do protocolo de pós-cura. Esse aspecto é decisivo, já que resíduos de monômeros não convertidos ou falhas no pós-processamento podem comprometer diretamente a segurança biológica do material, por isso a adoção clínica da impressão 3D exige mais do que adaptação marginal satisfatória ou acabamento superficial adequado, pois requer controle rigoroso das etapas que impactam a integridade biológica da restauração.

No plano clínico, a limitação mais evidente continua sendo a ausência de acompanhamento longitudinal robusto, o estudo prospectivo de Sonkaya *et al.* (2025) apresentou resultados clínicos aceitáveis após 12 e 24 meses em restaurações indiretas unitárias confeccionadas com resina impressa em 3D. Embora confirme viabilidade em curto e médio prazo, dois anos de seguimento ainda são insuficientes para equiparar esses materiais aos convencionais, cuja longevidade é sustentada por evidências mais extensas, por isso o que se observa atualmente é um sinal de potencial, e não uma prova definitiva de consolidação.

Além disso, Balestra *et al.* (2024) evidenciam forte heterogeneidade metodológica, o que dificulta comparações amplas. Assim, diferenças relacionadas ao tipo de resina, protocolo de impressão, espessura de camada, orientação de construção, assim como o pós-processamento influenciam diretamente os resultados, tornando arriscado tratar “materiais impressos em 3D” como uma categoria homogênea.

Dessa forma, os estudos selecionados indicam que as principais limitações atuais dos materiais impressos em 3D na dentística restauradora estão concentradas em três frentes, que são: desempenho ainda inconsistente em parâmetros relevantes, dependência crítica do pós-processamento para garantir segurança biológica, além da ausência de evidências clínicas de longo prazo suficientemente robustas. Portanto, o cenário não é de rejeição da tecnologia, mas de incorporação cautelosa, já que a impressão 3D já demonstra potencial restaurador, porém sua consolidação clínica ampla ainda depende da padronização de protocolos, do aprimoramento dos materiais, assim como de seguimentos clínicos mais prolongados.

4.4 Implicações para a prática clínica e atuação do cirurgião-dentista

Os estudos demonstram que a incorporação da impressão 3D à dentística restauradora não diminui a centralidade do cirurgião-dentista no processo terapêutico; ao contrário, amplia a exigência técnica em etapas fundamentais como diagnóstico, planejamento, seleção do caso, além do controle do protocolo clínico-laboratorial. Isso ocorre porque o desempenho adequado do fluxo digital não depende apenas do equipamento ou do material utilizado, mas da capacidade do profissional em integrar escaneamento, desenho virtual, definição de espessuras, escolha da indicação restauradora, além da validação clínica final.

Os relatos de Gao *et al.* (2020) e Robles *et al.* (2023) ilustram bem esse ponto, destacando que guias e modelos impressos em 3D só geraram benefícios clínicos porque foram aplicados para controlar a redução dentária, além de tornar o preparo mais previsível, e não como recurso tecnológico isolado.

Sob essa perspectiva, a principal implicação prática da impressão 3D não é substituir automaticamente os métodos convencionais, mas ampliar o arsenal clínico em situações nas quais a mínima invasividade são prioritárias. Quando bem indicada, a tecnologia possibilita maior controle do preparo, melhor reprodutibilidade do planejamento restaurador, assim como a integração mais eficiente das etapas clínicas com as laboratoriais.

Contudo, os próprios estudos selecionados evidenciam que esse benefício não é universal. O acompanhamento prospectivo de Sonkaya *et al.* (2025) demonstrou desempenho clínico aceitável de restaurações indiretas unitárias impressas em 3D após dois anos, reforçando sua viabilidade em curto ou médio prazo, mas sem suprir a ausência de evidências robustas de longo prazo.

Além disso, a atuação clínica do cirurgião-dentista exige uma postura crítica na escolha do material, como também no controle do pós-processamento. A revisão de Prakash *et al.* (2024) destacou que a biocompatibilidade das resinas impressas depende de fatores como composição química, técnica de impressão, bem como protocolo de pós-cura, o que significa que a segurança não pode ser presumida apenas com base em adaptação marginal ou resultado estético imediato. Já Balestra *et al.* (2024) ressaltaram que ainda faltam evidências conclusivas para considerar plenamente consolidados os materiais impressos destinados a restaurações permanentes indiretas, sobretudo no que se refere a propriedades clinicamente relevantes em longo prazo, que impõe ao profissional um julgamento técnico mais rigoroso, que é fato de que não basta reconhecer a existência da tecnologia, é

necessário saber quando sua aplicação é realmente justificável.

Dessa forma, a análise dos estudos permite afirmar que a impressão 3D já possui aplicabilidade clínica na dentística restauradora, especialmente como ferramenta de planejamento, guia operatório ou ao recurso de fabricação em casos selecionados. No entanto, sua utilização responsável depende do domínio do fluxo digital pelo cirurgião-dentista, da seleção criteriosa da indicação, bem como na interpretação prudente das evidências disponíveis.

Assim, em vez de representar uma ruptura definitiva com os métodos convencionais, a impressão 3D se apresenta, no estágio atual da literatura, como uma tecnologia complementar, cujo valor clínico está condicionado à competência de quem a emprega.

5. CONCLUSÃO

A presente revisão integrativa evidenciou que a impressão 3D já ocupa um espaço relevante na dentística restauradora, especialmente como recurso de apoio ao planejamento estético, à elaboração de guias operatórios, ao controle do preparo dentário, além da confecção de restaurações indiretas em casos específicos. Dessa forma, o objetivo geral do estudo foi alcançado, uma vez que a literatura analisada permitiu compreender as principais aplicações da impressão 3D no contexto restaurador, além de possibilitar uma análise comparativa das resinas impressas com relação aos materiais convencionais.

Os resultados demonstraram que a impressão 3D oferece vantagens, sobretudo no que diz respeito à precisão de fabricação, assim como a possibilidade de abordagens mais conservadoras. Em procedimentos restauradores estéticos, o uso de guias ou modelos impressos se mostrou particularmente eficaz para reduzir a subjetividade operatória, além de proporcionar maior controle clínico durante o preparo dentário.

Entretanto, a análise comparativa dos materiais impressos com os convencionais revelou que a literatura ainda não sustenta a superioridade definitiva das resinas impressas em 3D. Embora esses materiais apresentem resultados promissores em parâmetros como adaptação marginal, além da integração ao fluxo digital, persistem limitações importantes relacionadas à estabilidade físico-química, à segurança biológica e, sobretudo, à escassez de evidências clínicas de longo prazo.

Nesse contexto, os materiais convencionais, assim como os sistemas fresados por CAD/CAM continuam a demonstrar maior robustez em termos de validação clínica acumulada, o que impede conclusões precipitadas sobre substituição plena dos métodos tradicionais. Desse modo, outro aspecto relevante evidenciado pelo estudo foi a permanência da atuação clínica do cirurgião-dentista como fator decisivo para o sucesso do tratamento restaurador com impressão 3D.

A tecnologia, isoladamente, não garante melhores resultados, seu desempenho depende da seleção adequada do caso, da escolha criteriosa do material, do domínio do planejamento digital, como também do controle rigoroso das etapas de impressão, pós-processamento, acabamento ou de cimentação. Assim, a impressão 3D deve ser entendida menos como solução autônoma, assim como mais como tecnologia complementar, cujo valor clínico está diretamente condicionado à competência técnica do profissional que a utiliza.

Sendo assim, a impressão 3D representa um avanço para a dentística restauradora, com aplicabilidade clínica já demonstrada em diferentes etapas do fluxo digital. Contudo, sua consolidação como alternativa amplamente estabelecida para restaurações permanentes ainda requer maior padronização de protocolos, além de estudos clínicos com acompanhamento longitudinal mais extenso.

Dessa forma, o cenário atual não aponta para substituição imediata dos materiais convencionais, mas para uma coexistência tecnológica, na qual a impressão 3D amplia as possibilidades restauradoras, enquanto os sistemas tradicionais permanecem como referência sólida em termos de longevidade e validação clínica.

REFERÊNCIAS

AL WADEI, M. H. D. et al. Marginal adaptation and internal fit of 3D-printed provisional crowns and fixed dental prosthesis resins compared to CAD/CAM-milled and conventional provisional resins: a systematic review and meta-analysis.

Coatings, [S. l.], v. 12, n. 11, p. 1777, 2022. DOI: 10.3390/coatings12111777.

ALHARBI, N., ALHARBI, A. & OSMAN, R. Stain Susceptibility of 3D-Printed Nanohybrid Composite Restorative Material and the Efficacy of Different Stain Removal Techniques: An In Vitro Study. *Materials (Basel)*, v. 14, n. 19, set. 2021.

ALMEIDA, M. V. da C.; TEODORO, M. K. R.; ALMEIDA, N. K. V. de L. Impressão 3d e sua aplicabilidade na reabilitação oral. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical**

Research – BJSCR, v. 33, n. 1, p. 26-30, 2021. Disponível em: https://www.mastereditora.com.br/periodico/20201206_100001.pdf. Acesso em: 17 abr. 2026.

ARROIO, Luiz Otavio Rovina et al. Coroas provisórias 3D X coroas analógicas: pesquisa experimental. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 14, p. e322101422117-e322101422117, 2021.

ATRIA, Pablo J. et al. 3D-printed resins for provisional dental restorations: Comparison of mechanical and biological properties. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, v. 34, n. 5, p. 804-815, 2022.

BALESTRA, D. et al. 3D printed materials for permanent restorations in indirect restorative and prosthetic dentistry: a critical review of the literature. **Materials**, [S. l.], v. 17, n. 6, p. 1380, 2024. DOI: 10.3390/ma17061380.

COSTA, L. M. et al. Propriedades físico-químicas de resinas para impressão 3D na odontologia. *Revista Brasileira de Odontologia Digital*, v. 4, n. 2, p. 58-66, 2023.

DAGHRERY, A. Color Stability, Gloss Retention, and Surface Roughness of 3D Printed versus Indirect Prefabricated Veneers. *J Funct Biomater*, v. 14, n. 10, p. 492, set. 2023.

DEMARCO, F. F. et al. Longevity of composite restorations is definitely not only about materials. *Dent Mater*, v. 30, n. 1, p. 1-12, dez. 2022.

DIONYSOPOULOS, D. et al. Wear of contemporary dental composite resin restorations: a literature review. **RDE – Restorative Dentistry E Endodontics**, v. 46, n. 2, 2021. Disponível em: <https://www.rde.ac/journal/view.php>. Acesso em: 17 abr. 2026.

DUARTE JR, Sillas et al. Ceramic-Reinforced Polymers: Overview of CAD/CAM Hybrid Restorative Materials. *Quintessence of Dental Technology (QDT)*, v. 37, 2014.

FLOTTESS, Y. et al. Properties of 3D printed resins for definitive dental restorations: A systematic review. **J Prosthet Dent.**, v. 135, n. 4, p. e6-e27, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41419355/>. Acesso em: 17 abr. 2026.

GALIATSATOS, A. et al. Clinical Longevity of Indirect Composite Resin Inlays and Onlays: An Up to 9-Year Prospective Study. **European Journal of Dentistry**, v. 16, p. 202-208, 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8890907/>. Acesso em: 17 abr. 2026.

GAO, J. et al. A stereolithographic template for computer-assisted teeth preparation in dental esthetic ceramic veneer treatment. **J. Esthet Restor Dent.**, v. 32, n. 8, p. 769-769, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32851792/>. Acesso em: 17 abr. 2026.

GUERRA, M. M. et al. Aplicações da impressão 3D na odontologia: uma revisão sistemática. *Arquivos de Odontologia*, v. 57, n. 2, p. v 33, 2021.

HIGASHI, C. et al. Enhancing esthetics with digital dentistry: a 2-year follow-up of

3D-printed restorations. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, [S. l.], v. 37, n. 9, p. 2050-2059, 2025. DOI: 10.1111/jerd.13491.

JAIN, S. et al. Physical and Mechanical Properties of 3D-Printed Provisional Crowns and Fixed Dental Prosthesis Resins Compared to CAD/CAM Milled and Conventional Provisional Resins: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Polymers (Basel)**, v. 14, n. 13, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35808735/>. Acesso em: 17 abr. 2026.

JATOBÁ, I. M. S.; BATINGA, Y. da S. **Tecnologias digitais em odontologia estética: ferramentas para o planejamento e execução de tratamentos restauradores**. 2024. 61f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Odontologia) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió-AL, 2024. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/bitstream/123456789/15752/1/Tecnologias%20digitais%20em%20odontologia%20est%C3%A9tica%20ferramentas%20para%20o%20planejamento%20e%20execu%C3%A7%C3%A3o%20de%20tratamentos%20restauradores.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2026.

JURADO, C. A. et al. Three dimensional-printed gingivectomy and tooth reduction guides prior ceramic restorations: a case report. **Dentistry Journal**, [S. l.], v. 12, n. 8, p. 245, 2024. DOI: 10.3390/dj12080245.

KHANNA, S. et al. 3D Printed Band and Loop Space Maintainer: A Digital Game Changer in Preventive Orthodontics. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, v. 45, n. 3, p. 147–151, 1 jul. 2021.

MANGANO, F. et al. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. **BMC Oral Health**, v. 17, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29233132/>. Acesso em: 17 abr. 2026.

MOREIRA, F. G. de G. **Influência do tipo de impressão, do pós processamento e do tipo de resina na resistência à flexão e na estabilidade dimensional de resinas impressas**. 2022. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/server/api/core/bitstreams/4d39852a-c89b-402b-9760-07467b0a138d/content>. Acesso em: 17 abr. 2026.

MPHIL, P. J. A. et al. 3D-printed resins for provisional dental restorations: Comparison of mechanical and biological properties. **J. Esthet. Restor Dent.**, p. 1-12, 2022. Disponível em: https://blueskybio.com/caffeine/uploads/files/documents/J%20Esthet%20Restor%20Dent%20-%202022%20-%20Atria%20-%203D%E2%80%90printed%20resins%20for%20provisional%20dental%20restorations%20Comparison%20of%20mechanical%20and.pdf?srsIid=AfmBOopnvqBIX58o0S-Nm5-f8SVJxl5A_80dD8OBSb7otJwYmQtkU57Q. Acesso em: 17 abr. 2026.

OLIVEIRA, R. M. et al. A aplicabilidade das impressoras 3D na odontologia digital. **REAS – Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 25, n. 9, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.25248/REAS.e21187.2025>. Acesso em: 17 abr. 2026.

PANARO, G. T., GROBERIO, L. G. N., MARZULLO, M. F., TUÑAS, I. T. DE C., &

RUELLAS, A. C. de O. (2025). Aplicações da impressão 3D na ortodontia: uma revisão da literatura. *Observatório de la economía latinoamericana*, 23(3), e9326. <https://doi.org/10.55905/oelv23n3-105>

PIZZOLOTTO, L.; MORAES, R. R. Resin Composites in Posterior Teeth: Clinical Performance and Direct Restorative Techniques. **Dent. J. (Basel)**, v. 10, n. 12, 2022. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9777426/>. Acesso em: 17 abr. 2026.

PRAKASH, J. et al. Biocompatibility of 3D-printed dental resins: a systematic review. **Cureus**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. e51721, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38318586/>. Acesso em: 17 abr. 2026.

PRAUSE, E. et al. Mechanical properties of 3D-printed and milled composite resins for definitive restorations: an in vitro comparison of initial strength and fatigue behavior. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, [S. l.], v. 36, n. 2, p. 391-401, 2024. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jerd.13132>. Acesso em: 17 abr. 2026.

ROBLES, M. et al. An Innovative 3D Printed Tooth Reduction Guide for Precise Dental Ceramic Veneers. **J. Funct Biomater**, v. 14, n. 4, p. 216, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37103306/>. Acesso em: 17 abr. 2026.

SAMPAIO, Gabriel Nunes et al. Evaluation of mechanical properties of CAD-CAM composite resins for milled versus 3D printed definitive restorations: a systematic review and meta-analysis. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, [S. l.], 11 jun. 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022391325004573>. Acesso em: 17 abr. 2026.

SHAYEG et al. Impressoras 3D e sua aplicação na fabricação de próteses dentárias: Uma revisão sistemática. *Revista da Faculdade de Odontologia de Mashhad*, v. 46, n. 2, pág. 112-134, 2022.

SILVA, R. do N.; FARIA, D. L. B. de. Impressão tridimensional na odontologia: uma revisão de literatura. **Odontol. Clín.-Cient.**, Recife, v. 20, n. 3, p. 41-46, setembro, 2021. Disponível em: https://www.cro-pe.org.br/site/adm_syscomm/publicacao/foto/7437a543dfc725591789eaff7e3905e2.pdf. Acesso em: 17 abr. 2026.

SONKAYA, E.; BEK KÜRKLÜ, G. Z. Additively manufactured definitive crown resins on premolar and molar teeth: 2-year results of a prospective clinical study. **The International Journal of Prosthodontics**, [S. l.], v. 38, n. 3, p. 279-289, 2025. DOI: 10.11607/ijp.9200.

TENNERT, C. et al. Longevity of posterior direct versus indirect composite restorations: A systematic review and meta-analysis. **Science Direct**, v. 40, n. 11, p. e95-e101, nov. 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0109564124002367>. Acesso em: 17 abr. 2026.

TIAN, Y. et al. A Review of 3D Printing in Dentistry: Technologies, Affecting Factors,

and Applications. Scanning, v. 2021, p. 9950131, 2021.

VEIGA, A. M. et al. Longevity of direct and indirect resin composite restorations in permanent posterior teeth: A systematic review and meta-analysis. J Dent., v. 54, p. 1-12, nov. 2016.

VIEIRA, M. E. da S. **Influência da tecnologia de impressão e presença de carga na resistência à flexão de resina 3d**. 2023. 33f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), Duque de Caxias, Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://portal.unigranrio.edu.br/hubfs/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Monica.pdf?hsLang=pt-br>. Acesso em: 17 abr. 2026.

WIERTELAK-MAKAŁA, Kacper et al. Considerations about cytotoxicity of resin-based composite dental materials: a systematic review. **International Journal of Molecular Sciences**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 152, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38203323>. Acesso em: 17 abr. 2026.

XIA, J. et al. Direct resin composite restoration of maxillary central incisors using a 3D-printed template: two clinical cases. BMC Oral Health, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 1-8, 20 set. 2018.

XIA, Juan et al. Direct resin composite restoration of maxillary central incisors using a 3D-printed template: two clinical cases. BMC oral health, v. 18, p. 1-8, 2018.

YOO, Soo-Yeon et al. Dimensional accuracy of dental models for three-unit prostheses fabricated by various 3D printing technologies. Materials, v. 14, n. 6, p. 1550, 2021.

YÜCEER, Ö. M. et al. Three-Dimensional-Printed Photopolymer Resin Materials: A Narrative Review on Their Production Techniques and Applications in Dentistry. **Polymers (Basel)**, v. 17, n. 3, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/polym17030316>. Acesso em: 17 abr. 2026.