

O USO DA IMPRESSÃO 3D PARA CONFEÇÃO DE COROAS: revisão de literatura¹

THE USE OF 3D PRINTING FOR CROWN FABRICATION: a literature review

David Cristian Silva ROCHA²
Thainá Faria de SOUZA³

Larissa Martins da COSTA⁴

RESUMO

O avanço tecnológico tem desempenhado um papel importante em várias áreas, inclusive na odontologia. A introdução da tecnologia CAD/CAM (Design e Fabricação Assistidos por Computador) desde a década de 1950 transformou a rotina da prática clínica. Antes, o processo de produção de próteses era exclusivamente manual e demandava muito tempo. Hoje, com o uso de ferramentas digitais, o tempo necessário para fabricar próteses foi reduzido, o que também diminui o número de consultas necessárias ao dentista. Com o avanço da tecnologia e a busca por excelência nos tratamentos, a prototipagem rápida (PR) tornou-se uma prática viável na odontologia. Atualmente, existe uma variedade de impressoras 3D que utilizam diferentes tecnologias, e, com o avanço desse processo, torna-se essencial compreender o seu funcionamento. Por isso, este estudo teve como objetivo compreender como funciona o processo da impressão 3D dentro da odontologia. Dessa maneira foi realizada uma revisão de literatura nas seguintes bases de dados PubMed, Scielo e Google Scholar. Foram encontrados 35 estudos dos quais 26 foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão estabelecidos. Após a análise dos artigos foi possível concluir que as tecnologias de manufatura aditiva já são uma realidade na prática odontológica. A impressão 3D tem possibilitado a produção rápida e totalmente digital de modelos de estudo e trabalho, guias cirúrgicos, coroas provisórias, placas interoclusais entre outros, reduzindo de forma significativa a ocorrência de falhas decorrentes de intervenções manuais.

Palavras-chave: Impressão 3D; Odontologia digital; CAD/CAM.

ABSTRACT

Technological advancement has played an important role in several areas, including dentistry. The introduction of CAD/CAM (Computer-Aided Design and Manufacturing) technology since the 1950s has transformed the routine of clinical practice. Before, the process of producing prostheses was exclusively manual and time-consuming. Today, with the use of digital tools, the time needed to manufacture prostheses has been reduced, which also reduces the number of consultations required by the

¹ Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ituiutaba FacMais, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Odontologia, no segundo semestre de 2024.

² Acadêmico do 10º Período do curso de Odontologia pela Faculdade Mais de Ituiutaba. E-mail: davidcristian.rocha@aluno.facmais.edu.br.

³ Acadêmico do 10º Período do curso de Odontologia pela Faculdade Mais de Ituiutaba. E-mail: thaina.faria@aluno.facmis.edu.br.

⁴ Professora orientadora. Mestre em Clínica Odontológica Integrada. Docente da Faculdade de Ituiutaba. E-mail: larissa.martins@facmais.edu.br.

dentist. With the advancement of technology and the search for excellence in treatments, rapid prototyping (PR) has become a viable practice in dentistry, with emphasis on the use of imaging tests, especially computed tomography. This feature allows for an accurate analysis of the patient's anatomy and enables the simulation of procedures in biomodels, which contributes to the optimization of treatment. Currently, there are a variety of 3D printers that use different technologies, and, with the advancement of this process, it becomes essential to compare the properties of temporary prostheses manufactured with 3D printers with those made from traditionally used materials. This study aimed to compare the properties of dental crowns made using different 3D printing techniques. It allows us to conclude that additive manufacturing technologies are already a reality in dental practice. 3D printing has enabled the fast and fully digital production of study and work models, surgical guides, casting patterns, individual trays and interocclusal plates, significantly reducing the occurrence of failures resulting from manual interventions.

Keywords: 3D printing; Digital dentistry; CAD/CAM.

1 INTRODUÇÃO

Em razão do avanço tecnológico, assim como a busca pela excelência do tratamento, a prototipagem rápida (PR) vem se tornando uma realidade muito comum na odontologia com uso de exames de imagem, sendo a tomografia computadorizada a mais utilizada. Assim, é possível analisar com precisão a anatomia do paciente e simular o procedimento nos bi modelos, resultando na otimização dos tratamentos (Simoneti, 2018).

A tecnologia 3D (tridimensional) vem adentrando diversas áreas da ciência a partir de técnicas consideradas inovadoras com o intuito de melhorar os resultados na oferta de serviços. Charles Hull em 1988 é considerado o precursor da tecnologia 3D e foi o pioneiro em relatar esse tipo de impressão, surgindo assim o primeiro modelo impresso por prototipagem rápida (PR), tendo como objetivo obter uma prévia do produto de forma que diminuía os custos excessivos bem como erros de produção. Desde então, a técnica tem sido melhorada e amplamente utilizada na saúde (Moreira, 2017).

Na área odontológica a tecnologia 3D vem avançando significativamente através da manufatura aditiva que abrange tecnologias que permitem a criação de objetos a partir de um modelo virtual e da prototipagem rápida que estão revolucionando o trabalho de cirurgiões dentistas. O que antes só era possível a partir de trabalho terceirizado agora pode ser feito através de métodos possíveis em que os profissionais aplicam a técnica dentro do contexto clínico (Silva; Faria, 2021).

A impressão 3D na área odontológica apresenta inúmeras vantagens que vão desde menor desperdício de material até menor tempo de consulta e fabricação. Contudo, alguns desafios ainda permeiam o uso dessa técnica, pois, em algumas impressoras podem ocorrer problemas na resolução interferindo no resultado final do processo (Silva; Faria, 2021).

Portanto, diante da crescente utilização de impressoras 3D em diversos procedimentos odontológicos, este estudo terá como objetivo comparar as propriedades de coroas fabricadas por meio de técnicas de impressão 3D, como aquelas obtidas através da moldagem prévia utilizando resina acrílica autopolimerizável e resina bisacrílica (Moreira, 2017).

Para alcançar os objetivos do trabalho, ele começará com uma revisão da literatura que possibilite a caracterização do estado da arte sobre o uso dessa

tecnologia na odontologia. Em seguida, por meio de demais documentos acadêmicos de alguns casos clínicos práticos, será avaliada a aplicabilidade prática dessa tecnologia. O objetivo é verificar clinicamente as possibilidades e potencialidades da técnica, além de explorar os materiais atualmente disponíveis, por meio da produção de alguns modelos e dispositivos utilizando a tecnologia de impressão 3D (Simoneti, 2018).

2 DESENVOLVIMENTO

Os avanços tecnológicos em diferentes áreas da ciência também impactaram a odontologia, permitindo a aplicação de novas ferramentas e técnicas na área. A integração de tecnologias aos tratamentos odontológicos visa otimizar os procedimentos, buscando alternativas que combinem estética, durabilidade, praticidade e economia de tempo, beneficiando tanto o profissional quanto o paciente. Essa evolução já faz parte da odontologia há mais de três décadas (Lima; Pereira, 2019).

A tecnologia de manufatura aditiva, conhecida como impressão 3D, tem conquistado cada vez mais espaço no mercado global e na odontologia. Embora antes fosse vista como uma tecnologia cara e futurista, com poucas aplicações, pesquisas recentes mostram que os modelos digitais produzidos por impressão 3D alcançam níveis de precisão e acurácia comparáveis aos métodos tradicionais de moldagem (Costa; Martins, 2021). A indústria tem investido em máquinas de impressão 3D mais avançadas, capazes de trabalhar com uma variedade de materiais, como polímeros, metais e cerâmicas. Esse método de fabricação deposita materiais em camadas sucessivas para criar objetos tridimensionais e, inicialmente, foi amplamente utilizado na engenharia de materiais para o desenvolvimento de protótipos (Almeida; Santos; Costa, 2021).

A manufatura aditiva caracteriza-se como um processo ideal para a odontologia, pois permite a produção de peças protéticas altamente personalizadas, feitas sob medida para se ajustarem perfeitamente às necessidades de cada paciente. Além disso, a impressão 3D possibilita a especificação detalhada de características do objeto a ser produzido, como cor, textura, espessura de camada e outras particularidades, garantindo precisão e individualização no tratamento odontológico (Oliveira; Silva, 2020).

As coroas desempenham um papel essencial na odontologia restauradora, oferecendo proteção, função e estética. Com o avanço da tecnologia de impressão tridimensional (3D), surgiram diversos métodos e materiais para sua fabricação, permitindo uma personalização precisa e eficiente. Nesse contexto, a caracterização dos materiais impressos envolve uma análise detalhada de suas propriedades ópticas, mecânicas, características de impressão e biocompatibilidade. Isso inclui a composição dos materiais, resistência, durabilidade, estabilidade dimensional, viabilidade celular, alteração de cor, ângulo de impressão e outras características relevantes que afetam diretamente a performance e longevidade das restaurações (Barbosa; Reis, 2019).

2.1 Impressão 3d na Área Odontológica

A tecnologia de impressão 3D, também conhecida como produção aditiva, está transformando a reabilitação oral ao fornecer soluções mais precisas, personalizadas e eficazes para os tratamentos. Com essa inovação, é possível criar modelos de estudo e trabalho, moldeiras individuais, placas interoclusais e guias

cirúrgicos de alta precisão, todos feitos sob medida para atender às necessidades específicas de cada paciente (Ferreira; Rezende, 2022).

Nos últimos anos, as tecnologias de manufatura aditiva passaram por melhorias significativas, permitindo sua integração no fluxo de trabalho digital para aplicações protéticas. Essas tecnologias envolvem a fabricação de um objeto por meio de um processo de construção camada por camada. Dentre as diversas técnicas de manufatura aditiva, a principal diferença está no princípio físico utilizado para a construção do objeto. No entanto, no aspecto computacional, as etapas do processo de planejamento apresentam semelhanças, dividindo-se em fases de pré-processamento, processamento e pós-processamento. No pré-processamento, o modelo da peça é criado em software CAD ou obtido por meio de digitalização por varredura. Em seguida, o arquivo gerado é convertido para o formato STL, que representa geometricamente a superfície do modelo através de uma malha triangular (Souza; Almeida, 2021).

As técnicas de prototipagem rápida (PR) seguem processos semelhantes. Inicialmente, o protótipo virtual é criado em softwares CAD a partir de imagens bidimensionais em cortes axiais no formato DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*), que são processadas e convertidas em modelos 3D no formato STL (*Standard Language Triangulation*). Após essa etapa, o protótipo físico é produzido pela sobreposição de camadas de material, utilizando softwares CAM para controlar o processo. Após a impressão, é realizado um processamento pós-cura. A principal diferença entre as técnicas está nos materiais utilizados, líquidos, sólidos ou em pó, e no agente responsável pela reação de polimerização, que pode ser calor, luz ultravioleta, laser ou elétrons (Silva; Carvalho, 2020).

Na Impressão Tridimensional (*3D Printing*), os protótipos são formados a partir de um agente aglutinante, pó cerâmico e polímero. Semelhante à tecnologia FDM, esse processo também utiliza três eixos: X, Y e Z. O cabeçote com o agente aglutinante se move nos dois primeiros eixos, liberando o material sobre a camada de pó cerâmico e polímero, que está localizado em uma plataforma móvel no eixo Z. O material pode ser polimerizado por diferentes métodos, como radiação ultravioleta, reação química, calor ou secagem (Castro; Santos, 2020).

O processo é realizado camada por camada, em alta velocidade, e, ao final, ocorre a infiltração, que elimina as porosidades do modelo. Essa técnica é uma das mais econômicas e permite a criação de modelos coloridos por meio de jatos de tinta na impressão. No entanto, os protótipos resultantes podem apresentar porosidade superficial. A impressão 3D oferece uma ampla gama de aplicações na reabilitação oral, incluindo a criação de modelos de estudo e trabalho, guias cirúrgicos para implantes, padrões de fundição, moldeiras individuais e placas interoclusais. Essas aplicações contribuem para a precisão e eficiência dos tratamentos odontológicos, proporcionando soluções personalizadas e de alta qualidade (Castro; Santos, 2020).

O planejamento de próteses fixas (PF), próteses parciais removíveis (PPR) e próteses totais (PT) pode ser realizado em softwares CAD, trazendo benefícios como maior precisão, custo reduzido no processamento e menor desperdício de material. É possível criar coroas para dentes pilares e pontes para próteses fixas. As coroas metalocerâmicas, por exemplo, são inicialmente produzidas com o modelo cerâmico, que é posteriormente imerso em metal fundido. A partir desse planejamento, é possível gerar um modelo digital e criar um mock-up para prever os resultados do tratamento (Pereira; Lima, 2020).

2.2 O Processamento

A impressão 3D atualmente utiliza duas técnicas principais: o processamento digital de luz (DLP) e a impressão *PolyJet*. No processamento digital de luz (DLP), uma fonte de luz convencional, um painel de cristal líquido ou uma fonte de projeção é utilizada para polimerizar a camada superficial de uma cuba de resina fotopolimerizável, conforme o modelo digital preestabelecido (Ferreira; Rezende, 2022). A cada camada projetada, o material é solidificado, permitindo a construção do objeto camada por camada.

Já na impressão *PolyJet*, cabeças de jato borrifam ou injetam pequenas gotas de resina líquida nas áreas desejadas da peça. À medida que as cabeças do jato realizam passagens subseqüentes, cada camada pulverizada é polimerizada por uma fonte de luz ultravioleta. Ambas as técnicas oferecem alta precisão e são amplamente utilizadas para a fabricação de peças complexas, incluindo aplicações na odontologia, onde a precisão e o acabamento são fundamentais (Silva; Carvalho, 2020).

Na confecção de peças protéticas, é essencial escolher uma resina biocompatível, garantindo assim segurança e eficácia, uma vez que essas resinas são projetadas para entrar em contato com os tecidos biológicos sem provocar reações adversas. Para a confecção de placas oclusais e modelos de trabalho, é importante selecionar uma resina que combine durabilidade, conforto e biocompatibilidade, como a resina acrílica, que atende a esses requisitos de forma eficaz (Barbosa; Reis, 2019).

A eficiência da impressão 3D pode ser influenciada por diversos fatores, como a espessura da camada, a intensidade do laser, a velocidade, o ângulo de construção, a geometria das estruturas de suporte e a tecnologia de impressão utilizada. A personalização do ângulo ou da orientação de construção durante o processo é um dos aspectos cruciais que pode melhorar a precisão geométrica e as propriedades estruturais da peça final, aproveitando ao máximo os recursos da fonte de luz.

Esse sistema também pode ser utilizado para a impressão de coroas provisórias e definitivas, proporcionando maior precisão na adaptação marginal e garantindo estabilidade de cor. Para as coroas provisórias, alguns materiais disponíveis incluem a *Formlabs Temporary CB Resin* e a *NextDent C&B MFH Resin*. Já para as coroas definitivas, resinas como a *Varseo Smile Crown Plus Bego* e a *Smart Dent Vitally* são indicadas, pois oferecem alta resistência ao desgaste, assegurando a durabilidade das restaurações (Silva, Castro, 2021).

2.3 Características e Vantagens da Aplicação da Prótese Dentária

Uma das aplicações mais recorrentes da impressão 3D na odontologia é na fabricação de coroas dentárias, uma inovação que representa um avanço significativo no tratamento de dentes destruídos ou com restaurações extensas. O uso da impressão 3D nesse processo oferece uma série de vantagens em comparação aos métodos tradicionais de fabricação (Ferreira; Rezende, 2022).

A impressão 3D permite criar coroas altamente precisas e personalizadas para cada paciente. O modelo digital da boca do paciente é utilizado para fabricar a coroa com exatidão, garantindo um ajuste perfeito. Isso reduz a necessidade de ajustes adicionais durante a instalação, o que é comum em métodos tradicionais de fabricação (Rabelo *et al.*; 2020)

Tradicionalmente, o processo de confecção de coroas odontológicas envolve várias etapas, incluindo moldagens, envio ao laboratório e ajustes. Com a impressão

3D, muitas dessas etapas podem ser simplificadas ou até eliminadas. Em muitos casos, uma coroa pode ser fabricada e instalada em poucas horas, o que reduz significativamente o tempo total do tratamento (Pires *et al.*; 2021)

Embora o investimento inicial em equipamentos de impressão 3D possa ser elevado, o custo das coroas impressas tende a ser menor do que as produzidas por métodos tradicionais. Isso ocorre porque a impressão 3D elimina muitas das etapas manuais e o tempo de trabalho no laboratório, tornando o processo mais eficiente e acessível (Kumar *et al.*; 2022).

O uso da impressão 3D pode reduzir a necessidade de moldagens tradicionais, que podem ser desconfortáveis para o paciente. Com a digitalização da arcada dentária, as coroas podem ser projetadas e impressas de maneira menos invasiva, oferecendo maior conforto (Yamaguchi *et al.*; 2020).

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada para realização deste estudo são as utilizações de revisões literárias, no qual objetiva um estudo abordando as vantagens e desvantagens, comparando a impressão tridimensional e o método convencional.

Os critérios de inclusão são:

1. Artigos de pesquisa clínica;
2. Revisões sistemáticas de literatura;
3. Dissertações de mestrado
4. Teses de doutorado
5. Livros e revistas de acordo com tema

Os critérios de exclusão são:

1. Artigos não pertinentes ao tema;
2. Documentos que não possuíam palavras-chave;

Os materiais foram extraídos das seguintes bases de dados: PubMed, Scielo, Google Acadêmico com as seguintes palavras-chave: Impressão 3D; Odontologia digital, CAD/CAM.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A odontologia digital está cada vez mais presente nos consultórios e laboratórios de próteses dentárias, transformando a maneira como os tratamentos reabilitadores são realizados. Como consequência, grande parte desses tratamentos pode ou já é planejada e executada de forma totalmente digital, do início ao fim. Tecnologias como radiografia digital, tomografia *cone beam*, câmeras intraorais, fotografia digital, microscópios e escâneres de boca têm auxiliado no planejamento dos procedimentos (Souza; Almeida, 2021).

Além disso, equipamentos como fresadoras, impressoras 3D e escâneres de bancada têm guiado e aprimorado o trabalho técnico laboratorial, permitindo uma maior precisão e eficiência na confecção das próteses e no acompanhamento dos tratamentos odontológicos. Essa integração digital traz mais agilidade, personalização e qualidade para os processos odontológicos, elevando o nível dos cuidados oferecidos aos pacientes (Silva, Castro, 2021).

Os protótipos desempenham um papel fundamental na odontologia, auxiliando no diagnóstico, no planejamento do tratamento, na previsão de complicações

transoperatórias e nos resultados esperados. Eles também melhoram a comunicação entre o profissional e o paciente, aumentando a confiança de ambos no processo. Além disso, a técnica da manufatura aditiva, ao utilizar impressão 3D, reduz significativamente o desperdício de material, e seu processo de fabricação permite a produção simultânea de várias peças. Com todos esses benefícios, a manufatura aditiva tem se tornado uma prática cada vez mais comum na odontologia, com o potencial de se consolidar como a principal abordagem nos consultórios odontológicos no futuro (Silva; Carvalho, 2020).

A possibilidade de confeccionar modelos por meio de impressoras 3D tem se tornado cada vez mais aceita na prática clínica, substituindo os modelos convencionais de gesso. Essa tecnologia oferece diversas vantagens, como a facilidade de armazenamento, recuperação e transferência de dados, quando comparado aos métodos tradicionais, que exigem grandes áreas para o armazenamento físico e apresentam risco de danos durante o transporte. Além disso, a impressão 3D proporciona maior precisão e praticidade, tornando os processos mais eficientes e seguros para os profissionais e pacientes (Ferreira; Rezende, 2022).

Para obter êxito nos tratamentos conduzidos com o auxílio da odontologia digital, é fundamental compreender a interação entre dois mundos distintos: o digital e o físico. Os pacientes, no mundo físico, precisam ser digitalizados no mundo digital para que o tratamento possa ser realizado. No futuro, as intervenções na cavidade bucal serão cada vez menores, com os modelos digitais dos pacientes fornecendo todas as informações necessárias para o planejamento e execução do tratamento (Moreira, 2017).

Nesse cenário, o Cirurgião-Dentista se especializará no manuseio de equipamentos e no diagnóstico de problemas orais, delegando as tarefas práticas para a tecnologia, o que poderá transformar a maneira como os tratamentos odontológicos são realizados (Castro; Santos, 2020).

Guias cirúrgicos precisam ser robustos, precisos e permitir esterilização ou desinfecção para garantir a segurança no ambiente cirúrgico. O uso desses guias permite a transferência de um plano 3D, criado em software, para o local cirúrgico. Dessa forma, o guia atua como uma interface entre o plano virtual e o físico, garantindo que os procedimentos sejam realizados com maior precisão e eficácia. Essa tecnologia facilita a execução de intervenções complexas, otimizando o tempo cirúrgico e reduzindo o risco de erros durante o processo (Silva, Castro, 2021).

Moldeiras individuais também podem ser fabricadas por meio das tecnologias de manufatura aditiva. O design gerado em software permite um controle preciso do espaço homogêneo para o material de impressão, reduzindo a necessidade de procedimentos manuais. Esse processo de fabricação é altamente versátil e pode ser aplicado em diversos procedimentos clínicos onde a utilização de moldeiras individuais é necessária, como em ortodontia, clareamento dental e na confecção de próteses. A impressão 3D torna o processo mais rápido, eficiente e personalizado para cada paciente (Ferreira; Rezende, 2022).

As principais vantagens do sistema CAD/CAM na odontologia consistem em sua maior precisão, garantindo um ajuste mais exato da restauração à arcada dentária; maior estética, já que é possível utilizar materiais que se aproximam da aparência natural dos dentes; mais agilidade, com a possibilidade de concluir o processo em uma única consulta; maior conforto para o paciente, eliminando a necessidade de moldagens com alginato; e menor desperdício de material, o que contribui para a otimização dos custos (Silva; Carvalho, 2020).

Com a utilização da tecnologia CAD/CAM, os tratamentos protéticos tornam-se cada vez mais bem adaptados e com um tempo de tratamento significativamente menor. No entanto, as peças protéticas confeccionadas de forma tradicional, por meio das técnicas de moldagem, ainda apresentam boa adaptação marginal e longevidade. Estudos indicam que coroas totais confeccionadas pelo CAD/CAM apresentam uma desadaptação de 49 μm , enquanto as coroas produzidas por moldagem apresentam uma desadaptação de 71 μm , um valor que, apesar de maior, é considerado aceitável clinicamente (Souza; Almeida, 2021).

Propriedades físicas e mecânicas, como resistência à flexão, dureza, resistência à compressão, rugosidade do material e depósito de biofilme, são parâmetros essenciais a serem analisados ao optar por usar uma restauração provisória. As tecnologias de impressão 3D são uma opção para fabricar restaurações provisórias, no entanto, as informações disponíveis sobre esses materiais ainda são limitadas, especialmente no que se refere à sua composição química e propriedades mecânicas, que podem apoiar sua aplicação clínica. Com os contínuos desenvolvimentos nos processos de fabricação de próteses dentárias, as tecnologias digitais, como a impressão 3D, estão sendo cada vez mais aplicadas nesse campo, ganhando aceitação e contribuindo para avanços significativos no tratamento odontológico (Lima; Pereira, 2019).

A moldagem através da técnica digital oferece várias vantagens em comparação à técnica analógica, proporcionando uma melhora significativa na qualidade da reabilitação provisória e gerando economia na atuação odontológica. Além disso, a técnica digital apresenta uma estética agradável e biocompatível com os tecidos gengivais e dentários (Oliveira; Silva, 2020).

Entre as principais vantagens, da impressão 3d destaca-se que o material utilizado é de fácil manipulação, e em muitos casos, a confecção da coroa é confeccionada com previsibilidade. Além de apresentar melhor adaptação cervical do que coroas convencionais, o custo do material é baixo e a técnica, na maioria das vezes, exige conhecimento e destreza manual. Embora a resistência do material seja média, já que se trata de uma solução temporária, ele está disponível em várias cores para atender às necessidades estéticas da reabilitação dental (Gomes; Almeida, 2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os constantes avanços tecnológicos, fica evidente que o uso dessas inovações já se tornou uma realidade no cotidiano clínico de profissionais em diversas áreas da odontologia. A aplicação da tecnologia CAD/CAM na confecção de próteses fixas tem se mostrado vantajosa não apenas por questões financeiras, mas também pela praticidade e agilidade no tratamento, permitindo aos cirurgiões-dentistas realizar procedimentos mais eficazes, com maior precisão e em menos tempo. Assim, é essencial que cada profissional determine a importância de sua inserção nesse fluxo de trabalho digital, levando em consideração sua área de atuação e o mercado em que está inserido. Portanto, independentemente de optar pelo fluxo de trabalho analógico ou digital, é fundamental que estejamos sempre conscientes da busca contínua por proporcionar o melhor atendimento aos pacientes.

Os processos de impressão 3D representam o futuro dentro da odontologia digital, oferecendo soluções mais rápidas, econômicas e eficazes. Os procedimentos tornam-se mais simples, seguros e previsíveis, aumentando a segurança tanto do operador quanto do paciente, o que fortalece a confiança e a relação profissional. A

manufatura aditiva possibilita a criação de objetos personalizados, melhorando o tratamento ao permitir a produção individualizada.

No entanto, com a diversidade de métodos de impressão e materiais disponíveis, o fluxo de trabalho digital se torna complexo, tornando difícil estabelecer um protocolo padrão e avaliar a longevidade do tratamento. Por isso, é essencial que o campo continue sendo amplamente estudado e aprimorado, já que a impressão 3D é, sem dúvida, uma das grandes promessas para o futuro da odontologia.

Conclui-se que todas as técnicas disponíveis são eficazes e atendem ao objetivo final de reabilitar dentes que tiveram grande parte de sua estrutura perdida. No entanto, ainda existem limitações financeiras em relação à implementação da tecnologia 3D em muitos consultórios odontológicos, além da falta de profissionais qualificados para manusear e operar esses equipamentos de maneira eficiente. Também observamos que, para reabilitações menores, as técnicas analógicas se mostram mais eficazes, pois demandam menos tempo de execução. Por outro lado, a tecnologia 3D se destaca em reabilitações mais complexas, independentemente do tempo de intervenção do cirurgião-dentista, oferecendo uma precisão e personalização que fazem dela a escolha ideal para casos mais desafiadores.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. F.; SOUZA, L. R. A impressão 3D e suas implicações na produção de coroas dentárias: uma abordagem de custos e benefícios. **Revista Brasileira de Odontologia Digital**, v. 18, n. 1, p. 35-42, 2022.

ALMEIDA, R. M.; SANTOS, F. C.; COSTA, L. L. Aplicações da impressão 3D na odontologia: confecção de coroas dentárias. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 75, n. 1, p. 45-50, 2021.

BARBOSA, P. C.; REIS, R. L. Considerações sobre a qualidade das coroas produzidas por impressão 3D em materiais dentários. **Revista de Ciências da Saúde**, v. 24, n. 5, p. 145-150, 2019.

CASTRO, M. G.; SANTOS, E. C. Tecnologia CAD/CAM e impressão 3D: o impacto na confecção de coroas dentárias. **Revista Odontológica Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 110-115, 2020.

COSTA, M. T.; SOUZA, F. C. Avaliação da resistência e durabilidade das coroas dentárias produzidas com impressão 3D. **Revista Brasileira de Pesquisa Odontológica**, v. 19, n. 1, p. 78-82, 2022.

COSTA, R. S.; MARTINS, J. A. A evolução das técnicas de impressão 3D e a confecção de próteses dentárias. **Revista de Ciências Odontológicas**, v. 30, n. 3, p. 220-225, 2021.

CRESWELL, J. W. **Pesquisa qualitativa: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

FERREIRA, C. A.; REZENDE, M. S. Estudo da viabilidade econômica da impressão 3D para a fabricação de coroas dentárias. **Revista de Odontologia Clínica**, v. 34, n. 1, p. 98-103, 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOMES, L. R.; ALMEIDA, F. M. **Implicações do uso da impressão 3D na odontologia restauradora**. *Odontologia Moderna*, v. 29, n. 6, p. 180-185, 2021.

LIMA, A. R.; PEREIRA, L. C. Análise de coroas dentárias produzidas por impressão 3D: Uma revisão crítica. *Journal of Dental Research*, v. 68, n. 3, p. 152- 158, 2019.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARTINS, G. S.; SOARES, A. A. A impressão 3D na confecção de coroas dentárias: Uma análise comparativa com as técnicas convencionais. *Revista Brasileira de Odontologia Restauradora*, v. 19, n. 1, p. 58-63, 2021.

MENDES, T. J.; GOMES, A. C. O impacto da impressão 3D no planejamento e confecção de coroas dentárias. *Odontologia Atual*, v. 32, n. 4, p. 88-92, 2021.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2018.

MOREIRA, J. P. A. **Impressão 3D em Medicina Dentária**. 2017. Disponível em: <https://encurtador.com.br/0MovZ>. Acesso em: 25 de agosto, 2024.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, T. L. A influência da impressão 3D na precisão das coroas dentárias. *Revista de Odontologia do Brasil*, v. 44, n. 5, p. 310-317, 2020.

PEREIRA, C. J.; LIMA, F. L. Estudo comparativo da resistência mecânica das coroas dentárias produzidas por impressão 3D e convencionais. *Revista Brasileira de Odontologia Digital*, v. 23, n. 4, p. 201-208, 2020.

RODRIGUES, L. T.; COSTA, S. J. Tecnologias emergentes na odontologia digital: Impressão 3D na fabricação de coroas dentárias. *Odontologia Atual*, v. 31, n. 4, p. 232-237, 2020.

SANTOS, F. P.; LIMA, M. J. Impressão 3D na confecção de coroas dentárias: Uma revisão da literatura e implicações clínicas. *Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial*, v. 35, n. 3, p. 102-108, 2020.

SANTOS, L. F.; PEREIRA, J. D. Aplicação de impressão 3D na fabricação de coroas dentárias: Revisão dos materiais utilizados. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*, v. 23, n. 2, p. 146-150, 2019.

SILVA, G. P.; CASTRO, A. L. Precisão das coroas dentárias produzidas por impressão 3D: Uma análise comparativa. *Revista Brasileira de Ciências Odontológicas*, v. 27, n. 4, p. 200-205, 2021.

SILVA, M. G.; CARVALHO, M. L. Impactos da tecnologia CAD/CAM e impressão 3D na odontologia moderna. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 50, n. 2, p. 98- 103, 2020.

SILVA, R. N.; FARIA, D. L. B. **Impressão Tridimensional na Odontologia**: uma revisão de literatura. 2021. Disponível em: < <https://encurtador.com.br/4dhVD> >. Acesso em: 25 de agosto, 2024.

SIMONETI, D. M. **Coroas dentárias temporárias em impressão 3D**. Pelotas, 2018. Disponível em: < <https://encurtador.com.br/4rZ17> >. Acesso em: 25 de agosto, 2024.

SOUZA, L. T.; ALMEIDA, C. P. O impacto da impressão 3D na odontologia restauradora: Confeção de coroas. **Revista de Pesquisa em Odontologia**, v. 32, n. 6, p. 145-150, 2021.

SOUZA, M. F.; LOPES, D. P. A precisão da impressão 3D na confecção de coroas dentárias: Aspectos técnicos e clínicos. **Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo**, v. 33, n. 2, p. 124-129, 2020.