

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

DANIEL DE ALMEIDA LABOISSIERE

Revisão de impressão 3D na odontologia: Evidências da otimização dos procedimentos em diversas especialidades.

Uberlândia – MG

Março – 2024

DANIEL DE ALMEIDA LABOISSIERE

Revisão de impressão 3D na odontologia: Evidências da otimização dos procedimentos em diversas especialidades.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Uberlândia como  
requisito parcial para obtenção do título de  
bacharel

Área de concentração: Odontologia

Orientador: Thiago Leite Beiani

Uberlândia-MG

2024

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho a minha família e aos meus amigos que sempre me apoiaram nesse longo percurso que foi a vida, não só a graduação. Devido à pequenas lutas diárias de cada um cheguei onde estou, e tenho a certeza que não estaria aqui sem os mesmos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço principalmente ao meu orientador Thiago Leite Beiani por ser tão paciente ao longo do desenvolvimento desse trabalho, sendo sempre muito prestativo em me ajudar no processo de escrita.

Agradeço também aos meus colegas que dedicaram apoio e auxílio durante toda essa caminhada que foi a graduação em odontologia, os levarei eternamente após a conclusão dessa etapa.

## SUMÁRIO

1. RESUMO.....	6
2. INTRODUÇÃO.....	8
3. OBJETIVOS.....	9
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
4.1 PROTESE DENTARIA.....	12
4.2 CIRURGIA BUCOMAXILOFACIAL.....	13
4.3 IMPLANTODONTIA.....	14
4.4 ORTODONTIA.....	15
4.5 ENDODONTIA.....	16
5. DISCUSSÃO.....	17
6. CONCLUSÃO.....	18
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

# 1. RESUMO

A tecnologia de escaneamento e impressão tridimensional já existe há algumas décadas, mas seu recente aperfeiçoamento e o crescimento gigantesco em estudos sobre suas aplicabilidades em práticas clínicas trouxeram um novo contexto dessa inovação no cenário de saúde bucal

Neste trabalho, foram buscados artigos que evidenciem sua eficácia em diversas especialidades odontológicas, como na prótese dentária, na cirurgia bucomaxilofacial, na implantodontia, na ortodontia e na endodontia. Também serão discutidos alguns pontos negativos que esse procedimento apresenta em relação a práticas clínicas convencionais, já usadas no dia a dia dos profissionais,

Ao final da pesquisa é discutida como a tecnologia 3D impacta o cotidiano clínico e se é uma inovação que realmente chega para mudar a forma como são realizadas as consultas e planejamentos, desde o laboratorial ao uso cirúrgico.

# ABSTRACT

The technology of three-dimensional scanning and printing has been around for decades, but its recent refinement and tremendous growth in studies on its applicability in clinical practices have brought a new context to this innovation in the field of oral health.

In this work, articles demonstrate its effectiveness in various dental specialties, such as prosthodontics, oral and maxillofacial surgery, implant dentistry, orthodontics, and endodontics. Some negative aspects of this procedure compared to conventional clinical practices already used by professionals in their daily routines will also be discussed.

At the end of the research, the impact of 3D technology on clinical practice is discussed and whether it is an innovation that truly changes the way consultations and planning are conducted, from laboratory work to surgical use.

# 1. INTRODUÇÃO

A impressão tridimensional (3D) é uma tecnologia que vem avançando muito ao longo seus 40 anos de criação, esse método vem se tornando útil em várias áreas desde indústrias aeroespaciais, medicina personalizada e também na odontologia(KARATAS; TOY, 2014). Esse método permite a fabricação de modelos personalizados para cada caso em específico através de tecnologias como estereolitografia, modelagem por deposição fundida, sinterização seletiva a laser, impressão por jato de tinta, jateamento de fotopolímero e impressão por ligante em pó, utilizando diversos materiais como polímeros, cerâmicas e ligas metálicas. (KARATAS; TOY, 2014).

O sistema conhecido como Design assistido por computador/fabricação assistida por computador (CAD/CAM) é um método utilizado no processo de impressão 3D vem se tornando cada vez mais popular na odontologia laboratorial e clínica nos últimos 25 anos, auxiliando o profissional em diversos processos como fabricação de inlays, onlays, facetas, prótese parciais fixas, coroas, dentre outros(KARATAS; TOY, 2014). Que possui dois métodos: subtrativo e aditivo. No método subtrativo realiza-se cortes a partir de um bloco já fabricado, enquanto no método aditivo ou impressão 3D ocorre a adição do material (DAVIDOWITZ; KOTICK, 2011)

Em resumo, esse sistema consiste em um scanner manual usado em consultórios que abriga um computador manual com monitor e uma fresadora. O scanner coleta os dados de interesse e os transmite ao computador em formato Bidimensional ou 3D, esses dados são enviados a fresadora que produz o material buscado através do sistema CAM. (KHORSANDI et al., 2021).

Na odontologia, o sistema de escaneamento oral melhora o atendimento tanto para o profissional como para o paciente, retirando o desconforto da moldagem que antes era o meio de obtenção de registro em modelos de gesso e que muitas vezes necessitava de varias repetições devido a erros, no sistema de escaneamento, o próprio mecanismo avisa o profissional em erros durante a moldagem, fazendo do processo mais rápido e eficaz, também auxilia no armazenamento desses moldes, que agora podem ser feitos em mídia digital sem necessidade de grande uso do espaço físico(DAVIDOWITZ; KOTICK, 2011).



## **2. Objetivos**

O objetivo principal desta pesquisa é realizar uma revisão de forma abrangente da literatura com o intuito de identificar e analisar relatos e descrições do uso de tecnologia de impressão 3D em diversas especialidades da odontologia, detalhando suas aplicações específicas em cada área e apresentando sua utilizações na prática clínica do profissional.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### Materiais:

Os materiais de impressão 3D são amplamente classificados de acordo com suas tecnologias de manejo e resultado. As tecnologias mais convencionamente utilizadas são as de polimerização de vasilhames (SLA, DLP e LCD), que fazem o uso fotopolímeros líquidos, como acrilatos e epóxidos (TSOLAKIS et al., 2022a). A tecnologia de extrusão de material 3D (FFF) faz uso do ácido polilático (PLA) ou estireno acrilonitrilo butadieno (ABS). Já a tecnologia PPP utiliza resinas fotopoliméricas (acrilatos) em forma líquida (TSOLAKIS et al., 2022a).

#### Escaneamento:

Para obtenção de imagens tridimensionais, pode ser usada a tecnologia de Tomografia Computadorizada (TC), que pode ser dividida em dois grupos: feixe de cone e feixe de leque (DAWOOD et al., 2015). As convencionais que utilizam feixe de leque precisam que o paciente fique posicionada estaticamente enquanto a fonte de raio-x e os receptores metálicos giram em torno do individuo. O procedimento é indolor mas gera alta grau de radiação (DAWOOD et al., 2015).

Na odontologia se usa mais o método da Tomografia Computadorizada Cone Beam (TCCB), por essa ceder uma imagem mais local e com algumas vantagens sobre a TC convencional como posicionamento do paciente, tempo de escaneamento, resolução da imagem, facilidade de uso e principalmente a menor dose de radiação, que chegar a ser 15 vezes menor do que o outro método (DAWOOD et al., 2015).

#### Impressão:

No sistema de impressão por Estereolitografia (SLA/SL) um aparelho dispara um laser de varredura confeccionando peças camada por camada, possuindo tanque de resina fotopolimerizável curada por luz (TSOLAKIS et al., 2022a). As camadas são delineada por esse laser na resina líquida, aqui uma plataforma de confecção desce, e uma outra camada de resina é difundida na a superfície, esse processo se repete para obtenção da peça (DAWOOD et al., 2015).

A tecnica de Photopolymer Jetting (PPJ) é muito semelhante a SLA, ela utiliza um metodo semelhante as impressoras de jato de tinta para depositar o fotopolímero na peça, porem de maneira bem mais cara (DAWOOD et al., 2015). Nesse método a cabeça de impressão pode ser estática ou dinâmico, já a plataforma de impressão se move durante o processo (DAWOOD et al., 2015).

As impressoras de ligante em pó, em inglês Power Binder Printers (PBP), utilizam de um cabeçote de impressão personalizado, injetando essencialmente gotículas de líquido que infiltram em uma camada de pó, tipicamente gesso, por vez (DAWOOD et al., 2015). Aqui a peça também é confeccionada camada por camada, porem fica sustentada pelo pó não infiltrado, eliminando a necessidade de um suporte. No fim do processo o delicado modelo impresso é infiltrado com com resina de cianoacrilato, para melhorar sua resistência (DAWOOD et al., 2015).

Na tecnologia de sinterização a laser seletiva (SLS) um laser de varredura é usado para fundir o pó de um material para confeccionar a peça camada por camada, uma camada de pó desce em forma incremental e uma nova camada fina de material é espalhada na superfície. A técnica obtém um alto

nível de resolução e também não necessita de um material de suporte. Os polímeros usados tem alto ponto de fusão, com excelentes propriedades do material e alta eficiência na medicina (temperatura de fusão maior do que a do autoclave), porém são muito rígidos e difíceis de ser perfurados (DAWOOD et al., 2015)

### 3.1. PRÓTESE DENTARIA

Na área de confecções de próteses dentárias, a impressão tridimensional permite ao profissional confeccionar modelo de dente personalizado do paciente, seja para produção de ponticos, prótese fixa ou implante, o procedimento cede ao dentista a liberdade de produzir elementos pessoais planejados para o paciente em específico, podendo dar a ele maior adaptação em cada caso (REZAIE et al., 2023).

Na fabricação de pontes e coroas, os estudos de uso da impressão 3D são novidade, mas já apresentam grande impacto na otimização do procedimento (REZAIE et al., 2023). O ajuste marginal interno se mostra como a principal fator de importância na adaptação de restaurações dentárias, se alterando de acordo com a fabricação da peça. Alguns parâmetros como tipo de resina, tipo de máquina e calibração do dispositivo se mostram relevantes a obtenção da forma final e consequente instalação no paciente (REZAIE et al., 2023).

Comparando as propriedades mecânicas de uma coroa confeccionada a partir de impressão 3D e outra a partir de meio convencionais, os modelos 3D não apresentam picos de estresse muito diferentes dos convencionais após instalação, porém, o grau da adaptação e conversão desses modelos se mostraram superiores em relação aos mais antigos (TAHAYERI et al., 2018).

Atualmente ainda existem alguns desafios na confecção de próteses a partir da impressão 3D, pois as mesmas precisam ser muito bem adaptadas às necessidades do paciente (REZAIE et al., 2023). O método oferece essa precisão, porém, muitas das vezes pode ser algo desafiador alcançá-la, o estudo de materiais necessários para cada caso auxilia na obtenção dessa adaptação. O polimento da peça também pode prejudicar a obtenção de um resultado de qualidade, pois devem apresentar uma superfície polida para conforto na boca (REZAIE et al., 2023).

Porém, é inegável que o tempo de produção é agilizado bruscamente com o uso da tecnologia, que permite ao profissional a confecção de próteses sob demanda de forma mais autônoma do que a convencional, que necessita de encaminhamento para a produção (TAHAYERI et al., 2018)

Por fim, o uso da tecnologia na área de prótese vem se mostrando promissor, apresentando algumas barreiras a serem passadas porém já apresentando progresso em áreas como estética natural e conforto ao paciente (REZAIE et al., 2023).

## 3.2. CIRURGIA BUCOMAXILOFACIAL

Na área de cirurgia oral, a impressão 3D vem mostrando grande avanço também, uma vez que os profissionais atuantes necessitam de grande precisão para estudo. Traumas, cirurgias ortognáticas e até terapias para substituição de articulações são alguns dos procedimentos bastante beneficiados por essa tecnologia, desde melhora no planejamento até a cirurgia propriamente dita (ZOABI et al., 2022).

Recentemente foi definido em um documento da FDA, que instalação de impressão 3D no ponto de atendimento (3DP PoC) é uma infraestrutura física localizada próxima ao local de tratamento de pacientes que necessitam dispositivos fabricados sob medida (ZOABI et al., 2022). Os laboratórios PoC são equipados com impressoras 3D, equipamentos de pós-processamento e softwares que permitem a digitalização de imagens médicas em modelos 3D, que são essenciais para o planejamento de tratamento cirúrgico personalizado, ajudando a alcançar resultados clínicos ideais em diversos casos. Essas informações são obtidas por meio de Tomografia de feixe cônico (ZOABI et al., 2022).

A área de cirurgia oral apresentou vários avanços com o uso da tecnologia, como por exemplo as mais recentes osteotomias guiadas e PSI (implantes personalizados). Devido à dificuldade de reparação da assimetria facial, reconstrução do esqueleto facial, o restabelecimento do volume orbital, a redução de fraturas cominutadas e a melhor estética e desempenho funcional podem ser desafiadores. Com a aquisição da anatomia do paciente por tecnologia 3D, um plano de tratamento próprio para o paciente é traçado, usando avaliação volumétrica e design de implante e impressão 3D. A reabilitação anatômica dos ossos faciais pode ser abordada usando a redução e reposicionamento de fraturas digitalizadas, design de osteotomia virtual, espelhamento e preparação de guias cirúrgicos (KUPFER et al., 2017).

Tradicionalmente, a área de cirurgia também utiliza modelos confeccionados a partir de gesso montados em articuladores para planejamento de cirurgias (ZOABI et al., 2022). Com o escaneamento e digitalização desses modelos, o profissional ganha mais agilidade para fazer alterações gráficas e planejar melhor procedimentos como cirurgias ortognáticas ou em osteotomias guiadas, onde se pode ver com mais clareza o tecido ósseo a ser removido, facilitando o planejamento do cirurgião e oferecendo ao paciente uma cirurgia menos invasiva. (ZOABI et al., 2022).

As osteotomias guiadas por tecnologia 3D também se mostram efetivas em caso de procedimentos enxertivos, permitindo um corte mais preciso e bem alocado em cirurgias de reconstituição mandibular, por exemplo (WEITZ et al., 2018).

Esse processo apresenta como desvantagem seu alto custo e a meticulosidade necessária para um resultado satisfatório, porém é inegável sua agilidade em relação a procedimentos tradicionais. Também nota-se o grande potencial de reduzir tempo de operação, ressecções ósseas e complicações pós-cirúrgicas ao paciente (HAQ et al., 2014).

### 3.3. IMPLANTODONTIA

Estudos mais recentes mostram a capacidade da impressão 3D em pó gerar material biocompatível para confecção de implantes a partir de um arquivo de design assistido por um computador de engenharia ossea. O uso de biocerâmica nesse processo garante uma boa adaptação do implante na boca do paciente sem apresentar reabsorção óssea a expulsão do material (VORNDRAN; MOSEKE; GBURECK, 2015).

Implantes confeccionados a partir de biocerâmica apresentam algumas vantagens em relação aos convencionais feitos a partir de titânio, pois esses são não degradáveis e não são capazes de servir como sistema de liberação de medicamentos (VORNDRAN; MOSEKE; GBURECK, 2015). Outra desvantagem do titânio é sua condutividade térmica, que é bem maior do que a apresentada pela biocerâmica. Porém, devido a sua fragilidade, os implantes cerâmicos ainda são frequentemente deixados de mão e o uso do implante de titânio torna-se inevitável em alguns casos (VORNDRAN; MOSEKE; GBURECK, 2015).

Os dados dos implantes geralmente vêm dos exames de tomografia computadorizada, e após serem adaptados para a necessidade do paciente. A geração dos implantes virtuais é normalmente realizada com o uso de imagem espelhada, criando arquivos DICOM (dados de imagem digital e comunicação em medicina), que posteriormente serão convertidos para um formato de linguagem de tesselação de superfície, que é necessário para confecção 3D (KLAMMERT et al., 2010).

As peças de implante podem ser confeccionadas diretamente com sistemas de cerâmica ou cimento de alta temperatura, sendo importante se atentar as mudanças dimensionais durante a sinterização, ou moldes metálicos e cerâmicos serão feitos, sendo usados para obter implantes personalizados por meio de síntese de alta temperatura auto-propagante. (VORNDRAN; MOSEKE; GBURECK, 2015).

Uma grande desvantagem desse tipo de modelo biocerâmico é sua característica porosa, que faz com que as peças se tornem mais frágeis e conseqüentemente apresentem menor desempenho mecânico na mastigação (SUWANPRATEEB; SANNGAM; SUWANPREUK, 2008). Porém, ainda existe a possibilidade de se infiltrar polímeros de metacrilato não degradáveis nesses poros presentes no implante para dar sustentabilidade e aumentar sua resistência (SUWANPRATEEB; SANNGAM; SUWANPREUK, 2008).

Em cirurgias guiadas, fatores como o detalhamento da condição do paciente são de extrema importância para o sucesso do procedimento (LIBARINO et al., 2024). O uso da Tomografia de Feixe Cônico é um grande advento na obtenção desses dados, visto que fornece um modelo digital detalhado, possibilitando o manejo do mesmo com vários cortes e alterações para adquirir informações e, posteriormente, é realizada a confecção de um guia cirúrgico planejado especificamente para o procedimento a ser realizado (LIBARINO et al., 2024). Diferente do convencional, o guia tridimensional apresenta padrões anatômicos com maior precisão, e também inserção do implante com menor danos as estruturas vitais da região maxilomandibular. Apresentando como desvantagem o alto custo e a dificuldade de manejo do profissional (LIBARINO et al., 2024).

### 3.4. ORTODONTIA

A ortodontia se mostra uma especialidade muito dependente de modelos para planejamento de tratamentos como o alinhamento de oclusão (TSOLAKIS et al., 2022b). A escolha do material certo para cada tipo de caso é de muita importância para o sucesso clínico dos procedimentos, pois os detalhes listados no modelo são de grande importância para a aplicação correta do tratamento (TSOLAKIS et al., 2022b).

Estudos recentes mostram que grande maioria dos aparelhos já usados podem ser projetados e impressos de forma única e específica para cada paciente, diferente da abordagem convencional de tamanho único para todos. Esses aparelhos devem ser confeccionados pessoalmente para cada indivíduo, sendo uma abordagem mais satisfatória para aquele paciente em si (FAVERO et al., 2017).

Karl Friedrich Krey et al. 2016 realizaram um estudo onde foram confeccionados braquetes de aparelho ortodontico a partir de tecnologia 3D, após escaneamento intraoral de um paciente com má oclusão, eles foram posicionados digitalmente em um modelo com a oclusão alvo para aquele indivíduo (Krey KF et al. 2016). Essa projeção foi usada para planejar uma forma de arco individualizada no plano horizontal, com auxílio de um guia personalizado para o certo posicionamento dos braquetes, eles foram alterados em seu contorno para incidir corretamente na superfície dentaria. Todo material com exceção dos fios ortodonticos foram produzidos por impressão 3D. No fim do estudo, foi constatada a eficácia do tratamento utilizando da tecnologia, que acabou por ceder mais detalhes do que os moldes convencionais e um melhor plano de tratamento personalizado (Krey KF et al. 2016).

Em um estudo feito para comparar a aplicabilidade de modelos de gessos convencionais e modelos digitais criados a partir do “Sistema eModel”, mostrou que os modelos digitais são tão confiáveis quanto os de gesso comum (OLIVEIRA et al., 2007). Porém, é inegável a facilidade de armazenamento dos digitais, além de que a conservação de informações nesse tipo de peça é extremamente maior, por não sofrer desgastes ao longo do tempo ou apresentar perigo de trincas ou rachaduras (OLIVEIRA et al., 2007).

O sistema Invisalign® realinha a oclusão de forma digital afim de criar uma série de modelos impressos em 3D para a confecção de alinhadores, que reposicionam de forma progressiva os dentes ao longo do tempo, durando meses ou até anos (TSOLAKIS et al., 2022a).

### 3.5 ENDODONTIA

O uso da impressão 3D na endodontia também ajuda os profissionais no planejamento e na execução de tratamentos complicados, sendo eles cirúrgicos ou não cirúrgicos, e auxiliam na aquisição de habilidades (SHAH; CHONG, 2018). Simuladores de haptidão digital ajudam no desenvolvimento de competência em procedimentos e na aquisição de habilidades psicomotoras, por meio de treinamento em computadores (SHAH; CHONG, 2018).

Estudos mostram a utilização de tecnologia 3D para guiar brocas em canais obliterados com dificuldade de acesso, se mostrando um meio seguro de planejamento e execução para tratamento endodônticos desafiadores, permitindo uma melhor taxa de sucesso e de conservação da estrutura dentaria (ANDERSON; WEALLEANS; RAY, 2018).

Em cirurgias endodônticas como a autotransplantação, o procedimento 3D também é de grande ajuda, nos métodos convencionais o dente transplantado é usado como modelo para preparação da área receptora, exigindo muitas vezes várias tentativas de inserção, aumentando o tempo do dente em local extraoral e conseqüentemente aumentando o risco de insucesso do procedimento (ANDERSON; WEALLEANS; RAY, 2018). Estudos usaram dentes confeccionados por impressão 3D para que a preparação do local receptor fosse feita antes da extração do dente transplantado, sem causar grandes danos ao ligamento periodontal devido à grande número de tentativas. Esse procedimento diminui o tempo extraoral do dente extraído e aumenta as chances de sucesso da cirurgia (ANDERSON; WEALLEANS; RAY, 2018).

Ainda no contexto cirúrgico, a cirurgia microendodôntica (EMS) necessita de uma osteotomia direcionada e ressecção da extremidade radicular de acordo com pontos anatômicos e medições pré-operatórias de raios-X. Podendo a mesma, devido a erro do operador, desviar do ideal como em casos clínicos onde as condições são desafiadoras (ANDERSON; WEALLEANS; RAY, 2018). A tecnologia de escaneamento 3D do local cirúrgico pode ser usada para projetar um estêncil personalizado que indica o ponto de acesso planejado da osteotomia e serve como um guia para evitar intercorrências, evidenciando informações importantes como a distância exata da perfuração. Resultando em eficiência e precisão aumentadas (ANDERSON; WEALLEANS; RAY, 2018).



## 4. DISCUSSÃO

A tecnologia de impressão 3D surge como uma ferramenta inovadora e promissora na odontologia, gerando novas possibilidades e também desafios aos profissionais de saúde. Este estudo investigou a eficácia e as implicações do uso de impressões 3D em diversas especialidades odontológicas, incluindo prótese dentária, cirurgia bucomaxilofacial, implantodontia, ortodontia e endodontia.

Os resultados da pesquisa mostram que a impressão 3D tem sido diversamente utilizada em várias áreas da odontologia, gerando avanços significativos no planejamento e execução de tratamentos. Na prótese dentária, por exemplo, as impressões 3D têm permitido a fabricação de próteses mais precisas e personalizadas, melhorando assim a adaptação e o conforto aos pacientes. Na cirurgia bucomaxilofacial, as impressões 3D têm sido empregadas na criação de modelos anatômicos complexos e guias cirúrgicos, auxiliando os cirurgiões na realização de procedimentos mais precisos e seguros.

No entanto, apesar dos benefícios evidentes, algumas limitações e desafios também foram identificados, como o custo inicial e a dificuldade de aprendizado e adaptação para a implementação da tecnologia de impressão 3D, principalmente em consultórios menores ou menos equipados. Além disso, a qualidade e precisão das impressões 3D variam dependendo dos materiais e equipamentos utilizados, o que afeta a eficácia dos resultados clínicos.

Outro aspecto a ser considerado é a regulamentação e padronização na utilização de impressões 3D na clínica odontológica. Por mais que a tecnologia ofereça muitos benefícios, também aponta questões éticas e legais relacionadas à privacidade do paciente, propriedade intelectual e responsabilidade do profissional.

## 5. CONCLUSÃO

Os resultados do trabalho mostram que a impressão 3D tem potencial para revolucionar o campo da odontologia, com uma maior precisão, personalização e eficiência nos tratamentos. Desde a confecção de próteses dentárias mais precisas até a criação de modelos anatômicos complexos e guias cirúrgicos para cirurgias bucomaxilofaciais. Porém, é necessário reconhecer que a adoção da impressão 3D na saúde bucal também traz desafios, como custos iniciais elevados, curva de aprendizado para os profissionais e questões éticas e legais relacionadas ao uso da tecnologia. É essencial que os profissionais estejam preparados e instruídos acerca do uso desse procedimento e que sejam estabelecidas diretrizes para sua implementação ética e segura.

Mesmo com seus desafios, a impressão 3D pode melhorar significativamente a qualidade e eficácia dos tratamentos, proporcionando resultados muito precisos, personalizados e satisfatórios para os pacientes. Por fim, a impressão 3D representa uma inovação promissora que está mudando o futuro da odontologia. Ao entender essa tecnologia e explorar suas aplicações clínicas, o profissional pode oferecer um tratamento e cuidado de melhor qualidade e beneficiar a saúde bucal e o bem-estar de seus pacientes.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J.; WEALLEANS, J.; RAY, J. Endodontic applications of 3D printing. **International Endodontic Journal**, v. 51, n. 9, p. 1005–1018, set. 2018.
- DAVIDOWITZ, G.; KOTICK, P. G. The Use of CAD/CAM in Dentistry. **Dental Clinics of North America**, v. 55, n. 3, p. 559–570, jul. 2011.
- DAWOOD, A. et al. 3D printing in dentistry. **British Dental Journal**, v. 219, n. 11, p. 521–529, 11 dez. 2015.
- FAVERO, C. S. et al. Effect of print layer height and printer type on the accuracy of 3-dimensional printed orthodontic models. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 152, n. 4, p. 557–565, out. 2017.
- HAQ, J. et al. Single stage treatment of ankylosis of the temporomandibular joint using patient-specific total joint replacement and virtual surgical planning. **British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 52, n. 4, p. 350–355, abr. 2014.
- KARATAS, O. H.; TOY, E. Three-dimensional imaging techniques: A literature review. **European Journal of Dentistry**, v. 08, n. 01, p. 132–140, jan. 2014.
- KHORSANDI, D. et al. 3D and 4D printing in dentistry and maxillofacial surgery: Printing techniques, materials, and applications. **Acta Biomaterialia**, v. 122, p. 26–49, mar. 2021.
- KLAMMERT, U. et al. 3D powder printed calcium phosphate implants for reconstruction of cranial and maxillofacial defects. **Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery**, v. 38, n. 8, p. 565–570, dez. 2010.
- Krey KF, Darkazanly N, Kühnert R, Ruge S. **3D-printed orthodontic brackets - proof of concept**. Int J Comput Dent. 2016;19(4):351-362. PMID: 28008431
- KUPFER, P. et al. Virtual Surgical Planning and Intraoperative Imaging in Management of Ballistic Facial and Mandibular Condylar Injuries. **Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics**, v. 25, n. 1, p. 17–23, mar. 2017.
- LIBARINO, A. D. S. et al. Utilização de guias cirúrgicos em implantodontia. **Revista Eletrônica Acervo Odontológico**, v. 6, p. e14902, 21 fev. 2024.
- OLIVEIRA, D. D. et al. Confiabilidade do uso de modelos digitais tridimensionais como exame auxiliar ao diagnóstico ortodôntico: um estudo piloto. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 12, n. 1, p. 84–93, fev. 2007.
- REZAIE, F. et al. 3D Printing of Dental Prostheses: Current and Emerging Applications. **Journal of Composites Science**, v. 7, n. 2, p. 80, 15 fev. 2023.
- SHAH, P.; CHONG, B. S. 3D imaging, 3D printing and 3D virtual planning in endodontics. **Clinical Oral Investigations**, v. 22, n. 2, p. 641–654, mar. 2018.
- SUWANPRATEEB, J.; SANNGAM, R.; SUWANPREUK, W. Fabrication of bioactive hydroxyapatite/bis-GMA based composite via three dimensional printing. **Journal of Materials Science: Materials in Medicine**, v. 19, n. 7, p. 2637–2645, jul. 2008.
- TAHAYERI, A. et al. 3D printed versus conventionally cured provisional crown and bridge dental materials. **Dental Materials**, v. 34, n. 2, p. 192–200, fev. 2018.
- TSOLAKIS, I. A. et al. Three-Dimensional Printing Technology in Orthodontics for Dental Models: A Systematic Review. **Children**, v. 9, n. 8, p. 1106, 23 jul. 2022a.
- TSOLAKIS, I. A. et al. Three-Dimensional-Printed Customized Orthodontic and Pedodontic Appliances: A Critical Review of a New Era for Treatment. **Children**, v. 9, n. 8, p. 1107, 23 jul. 2022b.
- VORNDRAN, E.; MOSEKE, C.; GBURECK, U. 3D printing of ceramic implants. **MRS Bulletin**, v. 40, n. 2, p. 127–136, fev. 2015.

- WEITZ, J. et al. Development of a novel resection and cutting guide for mandibular reconstruction using free fibula flap. **Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery**, v. 46, n. 11, p. 1975–1978, nov. 2018.
- ZOABI, A. et al. 3D Printing and Virtual Surgical Planning in Oral and Maxillofacial Surgery. **Journal of Clinical Medicine**, v. 11, n. 9, p. 2385, 24 abr. 2022.