

## CAPÍTULO 14

# CIRURGIA BUCOMAXILOFACIAL: IMPRESSÃO TRIDIMENSIONAL E PLANEJAMENTO CIRÚRGICO



<https://doi.org/10.22533/at.ed.6231125260214>

Data de aceite: 26/05/2025

### Klysman Vinicius Lima Alencar

Pós-graduado – Patologia Oral e Maxilofacial na Universidade Metropolitana de São Paulo

### Hugo Leonardo Cerqueira Oliveira

Discente – Odontologia na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

### Maria Rita dos Santos Coelho

Discente – Odontologia no Centro Universitário Ingá (UNINGÁ)

### Taís Santos De Aquino

Bacharel – Odontologia na Universidade Federal da Bahia (UFBA)

### Guilherme Frederik Da Fonseca Araújo

Bacharel – Odontologia na Universidade Salgado de Oliveira

### Alyce Maria Senes Da Silva

Bacharel – Odontologia nas Faculdades Integradas Aparício Carvalho (FIMCA)

### Jacqueline Cristine Sousa De Amorim

Bacharel – Odontologia na Faculdade Estácio

### Felipe Porto Domingues

Bacharel – Odontologia na Universidade Estadual de Londrina (UEL)

### Eduardo Loures Filho

Bacharel – Odontologia  
UNIP Universidade Paulista

### Marcelo Vinícius Lutz Kunst

Discente – Odontologia Na Universidade Do Oeste De Santa Catarina (Unoesc)

### Rita Gabriely Bezerra De Medeiros

Bacharel – Odontologia no UNIFIP – Patos

### Hellen Oliveira Maia

Bacharel – Odontologia no Centro Universitário Unipê – João Pessoa

**RESUMO:** Atualmente, a área da cirurgia bucomaxilofacial tem passado por muitas mudanças graças aos avanços tecnológicos. Esses desenvolvimentos trouxeram melhorias importantes nos procedimentos, deixando as cirurgias mais seguras, rápidas e com resultados melhores para os pacientes. Os equipamentos modernos, novas técnicas e uma verificação mais detalhada da saúde geral e local do paciente estão sendo usados. O exemplo disso é a utilização de imagens avançadas e planejamentos feitos por computador, que ajudam bastante na hora de simular e organizar as cirurgias. Nos últimos tempos,

esse tipo de tecnologia é muito usada para estudar as estruturas da face e do crânio, o que facilita prever como a cirurgia vai ficar. Além disso, com a ajuda da impressão 3D, é possível criar guias cirúrgicos e peças feitas sob medida para cada paciente. Este artigo tem como objetivo apresentar de forma geral o que é a impressão 3D e como ela está sendo usada nas cirurgias maxilofaciais e orais. Além disso, foi mostrado nossa opinião sobre o uso dessas tecnologias e destacamos os principais casos em que elas são aplicadas. Conclui-se que usar a impressão 3D diretamente no local onde o paciente é atendido, o que também está se tornando comum nessa área da odontologia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Impressão 3D; Cirurgia bucomaxilofacial; Odontologia; Equipamentos modernos; Saúde.

## ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY: THREE-DIMENSIONAL PRINTING AND SURGICAL PLANNING

**ABSTRACT:** Currently, the field of oral and maxillofacial surgery has undergone many changes thanks to technological advances. These developments have brought significant improvements to procedures, making surgeries safer, faster and with better results for patients. Modern equipment, new techniques and a more detailed inspection of the patient's general and local health are being used. An example of this is the use of advanced images and computer-generated planning, which greatly assist in simulating and organizing surgeries. In recent times, this type of technology has been widely used to study the structures of the face and skull, which makes it easier to predict how the surgery will turn out. In addition, with the help of 3D printing, it is possible to create necessary guides and custom-made parts for each patient. This article aims to present in general terms what 3D printing is and how it is being used in maxillofacial and oral surgeries. In addition, we gave our opinion on the use of these technologies and highlighted the main cases in which they are applied. It is concluded that using 3D printing directly at the place where the patient is treated, or that it is also becoming common in this area of dentistry.

**KEYWORDS:** 3D printing; Oral and maxillofacial surgery; Dentistry; Modern equipment; Health.

## INTRODUÇÃO

A cirurgia bucomaxilofacial vem sendo progressivamente transformada pela incorporação de tecnologias digitais avançadas, especialmente a impressão tridimensional (3D), que tem promovido um impacto profundo sobre o planejamento cirúrgico e a execução dos procedimentos. A manufatura aditiva, também conhecida como impressão 3D, representa uma inovação tecnológica que permite a construção incremental de objetos complexos por meio da deposição sequencial de camadas de material, utilizando dados digitais oriundos de exames de imagem, como a tomografia computadorizada (TC) e a tomografia computadorizada de feixe côncico (CBCT). (YASHAVANTH KUMAR et al., 2022) Esta abordagem possibilita a fabricação de modelos anatômicos precisos, guias cirúrgicos personalizados e próteses sob medida, aprimorando a previsibilidade, a acurácia e os desfechos clínicos em diversos contextos cirúrgicos, como na ortognatia, reconstruções oncológicas e no tratamento de traumas faciais. (ANTONELLI; BENNARDO; GIUDICE, 2024)

O conceito da impressão 3D foi utilizado inicialmente na década de 1970 e teve sua tecnologia projetada na década seguinte sendo chamada de estereolitografia. Nesta época o seu alto custo e a dificuldade de disponibilidade inviabilizou sua utilização, só sendo mais viável no século 21 permitindo, assim, que ela fosse amplamente aplicada nas áreas militar, alimentícia e artística, ganhando também relevância na área médica nos procedimentos cirúrgicos, especialmente naqueles mais com maior complexidade. Na área odontológica a impressão 3D é mais utilizada em algumas especialidades e em alguns procedimentos principalmente nas cirurgias bucomaxilofaciais, sendo empregados na obtenção de modelos anatômicos, dispositivos interoclusais, guias cirúrgicos individualizados para cada paciente e próteses faciais.

Historicamente, a impressão 3D teve suas primeiras aplicações na área cirúrgica na década de 1980, com os trabalhos pioneiros de Brix e Lambrecht no uso da estereolitografia aplicada à cirurgia oral e maxilofacial, o que marcou o início da transição de uma prática essencialmente empírica para uma medicina orientada por precisão e engenharia. (YASHAVANTH KUMAR et al., 2022) Desde então, o desenvolvimento contínuo da tecnologia, associado à significativa redução de custos e à maior acessibilidade das impressoras 3D, tem impulsionado sua adoção em larga escala na prática clínica. Essa tecnologia tornou-se, assim, um pilar fundamental da chamada Quarta Revolução Industrial, que integra digitalização, automação e customização em diversos setores, incluindo o campo da saúde. (ZOABI et al., 2022)

No contexto da cirurgia bucomaxilofacial, a impressão 3D não apenas ampliou as possibilidades de planejamento pré-operatório, como também permitiu a criação de ambientes de produção no local de atendimento (point-of-care), nos quais equipes cirúrgicas podem colaborar diretamente com engenheiros biomédicos no desenvolvimento de dispositivos e soluções personalizadas. Essa integração interdisciplinar tem permitido um refinamento significativo na abordagem terapêutica, com impacto direto sobre os resultados funcionais e estéticos dos pacientes. (ZOABI et al., 2022) Além disso, o uso de softwares de simulação cirúrgica, aliado à modelagem estereolitográfica, proporciona uma visualização tridimensional precisa das estruturas anatômicas envolvidas, otimizando a tomada de decisão e contribuindo para a redução do tempo cirúrgico e das complicações intraoperatórias. (ANTONELLI; BENNARDO; GIUDICE, 2024)

Existem algumas limitações e desvantagens no uso da impressão 3D como abordagens cirúrgica maiores devido ao volume das guias levando a uma maior morbidade aos pacientes. Também nos casos patológicos com envolvimento de tumores de crescimento rápido onde o tempo de planejamento e de confecção 3D podem atrasar a intervenção cirúrgica além de não acompanhar com certeza o real volume do crescimento das afecções. Mas estes problemas são superados pelos fatores positivos que estão relacionados à esta tecnologia como por exemplo: melhor compreensão e avaliação anatômica, melhor adaptação de placas e próteses, menor duração do procedimento cirúrgico do tempo sob anestesia, menos perca de sangue pelo paciente e maior facilidade de explicar ao paciente o que será realizado.

Portanto, a presente revisão tem como objetivo discutir a aplicação da impressão 3D na cirurgia bucomaxilofacial, com ênfase em suas contribuições para o planejamento cirúrgico, os avanços tecnológicos envolvidos e os impactos clínicos observados. A integração entre ciência, tecnologia e prática cirúrgica revela-se fundamental para o avanço da medicina personalizada e para a consolidação de uma abordagem terapêutica mais precisa, segura e eficiente. (ANTONELLI; BENNARDO; GIUDICE, 2024; YASHAVANTH KUMAR et al., 2022; ZOABI et al., 2022)

A imersão da tecnologia de impressão tridimensional tem revolucionado a área de cirurgia oral e maxilofacial na odontologia permitindo a análise de estruturas ósseas e tecido mole, além da criação de planos cirúrgicos personalizados, implantes e próteses faciais e dentárias adaptados anatomicamente a cada paciente. A partir disso há uma diminuição tempo na produção das próteses, nos procedimentos cirúrgicos e uma redução nas complicações pós-operatórias. Esses avanços permitem que, através de um planejamento virtual haja visualização de uma anatomia detalhada e obtenção do plano cirúrgico ideal para cada situação.

## METODOLOGIA

Este estudo consiste em uma revisão bibliográfica com abordagem sistemática, cujo objetivo é reunir as evidências mais recentes sobre o uso da impressão tridimensional no planejamento cirúrgico em cirurgia bucomaxilofacial. A busca foi realizada na base de dados PubMed, entre fevereiro e março de 2025, utilizando os descritores “Oral and Maxillofacial Surgery”, “3D printing”, “Three-dimensional printing” e “Surgical Planning”, combinados com operadores booleanos. Foram incluídos artigos publicados entre janeiro de 2020 e janeiro de 2025, disponíveis na íntegra, nos idiomas inglês ou português, que tratassem diretamente da aplicação da impressão 3D em cirurgia bucomaxilofacial. Excluíram-se artigos fora da temática, duplicados, indisponíveis na PubMed, bem como editoriais, cartas e resumos de congressos. A seleção foi realizada por dois revisores independentes, com análise qualitativa dos estudos incluídos, respeitando os critérios metodológicos e as normas da ABNT.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implementação de laboratórios de impressão 3D no ponto de atendimento (PoC – Point-of-Care) demonstrou resultados promissores no contexto da cirurgia bucomaxilofacial, especialmente no que se refere à melhoria do planejamento cirúrgico, à agilidade nos processos e à personalização dos dispositivos produzidos. A integração entre a captura de imagens médicas (por meio de TC e CBCT), o planejamento virtual e a impressão tridimensional de modelos anatômicos e guias cirúrgicos possibilitou maior precisão e previsibilidade nos procedimentos operatórios. Observou-se, ainda, uma redução significativa no tempo entre o diagnóstico e a intervenção, otimizando os desfechos funcionais e estéticos dos pacientes. (YASHAVANTH KUMAR et al., 2022)

Casos clínicos envolvendo fraturas complexas da face, como as que acometem mandíbula e região ziomática, revelaram benefícios específicos com a utilização de modelos físicos para a pré-moldagem de placas de osteossíntese e para o ensaio de reconstruções ósseas em ambiente laboratorial. A abordagem personalizada, viabilizada pela prototipagem rápida, permitiu melhor adaptação intraoperatória dos dispositivos, diminuindo o tempo cirúrgico e as taxas de complicações. A colaboração direta entre cirurgiões, radiologistas e engenheiros, possibilitada pelo ambiente PoC, contribuiu para o aperfeiçoamento dos protocolos terapêuticos em centros que adotaram essa tecnologia de forma integrada. (ZOABI et al., 2022)

Durante a pandemia de COVID-19, os laboratórios PoC mostraram-se ainda mais relevantes ao possibilitar soluções rápidas e individualizadas diante das restrições de mobilidade e da necessidade de redução de exposição dos profissionais de saúde. A incorporação de recursos digitais, como o escaneamento tridimensional com dispositivos móveis e a utilização de softwares de planejamento remoto, promoveu maior acessibilidade ao planejamento virtual cirúrgico, além de facilitar a comunicação entre equipe e paciente. Isso refletiu-se em condutas mais seguras, assertivas e adaptáveis ao cenário de emergência sanitária vigente. (ANTONELLI; BENNARDO; GIUDICE, 2024)

A presença de laboratórios PoC nos ambientes hospitalares e clínicos representa uma mudança significativa na abordagem terapêutica das afecções bucomaxilofaciais, ao permitir uma cadeia de produção mais ágil, precisa e centrada no paciente. A capacidade de integrar a captura de imagem, o planejamento virtual e a manufatura aditiva em um único ambiente reduz a dependência de fornecedores externos e melhora a eficiência do tratamento. Isso é particularmente relevante em casos que exigem rápida tomada de decisão, como em traumatismos faciais ou malformações severas, nos quais o tempo entre o diagnóstico e a intervenção impacta diretamente no prognóstico. (YASHAVANTH KUMAR et al., 2022)

A experiência clínica com a impressão 3D aplicada ao planejamento cirúrgico revelou ganhos substanciais em previsibilidade, simetria e adaptação intraoperatória dos dispositivos utilizados, como placas de reconstrução, guias de corte e modelos anatômicos. O uso de biomodelos tridimensionais também favoreceu o ensino e a formação de novos profissionais, oferecendo simulações realistas e reforçando a compreensão da anatomia individual do paciente. A literatura aponta que essa personalização dos dispositivos reduz complicações pós-operatórias e melhora a satisfação do paciente com o resultado estético e funcional. (ZOABI et al., 2022)

Além dos aspectos técnicos e operacionais, a pandemia de COVID-19 evidenciou a importância de ferramentas digitais no apoio ao planejamento cirúrgico remoto. O uso de escaneamento por dispositivos móveis, aliado à telemedicina e aos softwares de modelagem 3D, permitiu a continuidade dos cuidados mesmo em cenários restritivos. Essa adaptabilidade reforça o papel das tecnologias digitais como elementos centrais na

evolução da prática cirúrgica contemporânea, com impacto positivo tanto na qualidade assistencial quanto na segurança dos profissionais de saúde e pacientes. (ANTONELLI; BENNARDO; GIUDICE, 2024).

A reconstrução maxilofacial tem como principal objetivo restabelecer a simetria facial do paciente, da mesma forma e tempo em que objetiva o alcance de resultados muito mais funcionais e estéticos satisfatórios. Neste sentido a impressão 3D tem se destacado como uma tecnologia de valorização maior, sendo aplicável em inúmeras fases do procedimento que reconstrói. A satisfação de maneiras e modelos tridimensionais dar uma permissão melhor da produção de próteses que são altamente importante e traz resultados significativos, o que contribui significativamente e de forma direta para melhoria contínua da aparência física e do bem-estar emocional de pacientes acometidos por deformidades, cicatrizes ou assimetrias. Entre os benefícios do uso da manufatura aditiva nesse tipo de cirurgia, se destacam melhor análise e compreendimento da anatomia, costumes mais garantidos das placas, moldagem prévia com maior precisão, coleta de enxertos ósseos por moldes que são negativos, além da diminuição no tempo operatório, na duração da anestesia geral e perda sanguínea. (YASHAVANTH KUMAR et al., 2022)

Os desenvolvimentos na cirurgia maxilofacial e oral têm apresentados formas impulsionadas significativamente por pesquisas que são bem constantes, inovações tecnológicas e pela integração entre profissionais das áreas científica e médica, como pesquisadores, cirurgiões e engenheiros. A modernização e progresso das técnicas cirúrgicas apresentam a execução de procedimentos complexos, que envolve cirurgias ortognáticas, oncológicas, reconstrutivas e de traumas faciais com maior precisão e melhores desfechos clínicos. Além disso, a incorporação de tecnologias de imagem de alta definição, como a tomografia computadorizada e a tomografia computadorizada de feixe cônico, transformou o diagnóstico e o planejamento terapêutico, oferecendo visualizações tridimensionais detalhadas das estruturas faciais e orais. (YASHAVANTH KUMAR et al., 2022)

A implantodontia também é destacada como uma forma importante dentro da cirurgia oral e maxilofacial, com pesquisadores que se dedicam ao desenvolvimento de técnicas novas à investigação de procedimentos biológicos ligados aos implantes protéticos. Mesmo que os procedimentos de regeneração óssea guiada tenham apresentado maior atenção ao longo dos últimos anos, ainda apresentam resultados significativos e execução difícil. Portanto, profissionais da área clínica, em colaboração com engenheiros, passaram a desenvolver modelos de implantes que melhoraram o uso do osso nativo remanescente. Neste sentido, foram surgindo novas abordagens cirúrgicas voltadas à preparação do leito implantável, com o objetivo de modificar a densidade óssea nas paredes do alvéolo e, desta forma, fazer a garantia mais eficaz da estabilidade primária. Essa estabilidade inicial, por sua vez, mostrou-se diretamente associada ao sucesso do processo de osseointegração. Como consequência, há um aumento na taxa de êxito das reabilitações protéticas sobre

implantes a médio e longo prazo. No entanto, para manter esses resultados, é essencial o acompanhamento contínuo da perda óssea marginal na crista alveolar, uma vez que sua progressão pode favorecer o surgimento de complicações, como a peri-implantite. (ZOABI et al., 2022)

É evidente que a forma de combinação entre imagens tridimensionais para avaliação das estruturas ósseas e o uso de tecnologias que não são invasivas são voltadas à análise e visualização dos tecidos moles faciais, que tem permitido avaliações mais precisas quanto aos benefícios esperados com os novos métodos cirúrgicos. Essa integração tecnológica também contribui para o desenvolvimento de planos de tratamento mais individualizados e eficientes, adequados às particularidades de cada paciente. (ZOABI et al., 2022)

Além das aplicações clínicas já citadas, estudos recentes apontam novas frentes de atuação da impressão 3D na cirurgia bucomaxilofacial. Zoabi et al. (2022) destacam que a implementação da tecnologia em unidades hospitalares permite maior autonomia das equipes cirúrgicas, especialmente em atendimentos de urgência, como os casos de trauma facial. Kumar et al. (2022) reforçam que o uso da impressão 3D no planejamento de osteotomias contribui para uma execução mais precisa, reduzindo a morbidade operatória e favorecendo melhores resultados funcionais e estéticos. Por sua vez, Antonelli et al. (2024) abordam a impressão 3D como uma ferramenta fundamental dentro da medicina de precisão, ao permitir o desenvolvimento de modelos anatômicos individualizados com base em dados clínicos específicos de cada paciente. Assim, observa-se que a impressão tridimensional não apenas qualifica o planejamento cirúrgico, como também amplia as possibilidades de personalização e previsibilidade no cuidado ao paciente.

As pesquisas envolvendo as novas tecnologias são interdisciplinares entre cirurgiões e engenheiros, foram desenvolvidas técnicas cirúrgicas que permitem cirurgias complexas como cirurgia ortognática, cirurgia oncológica e reconstrutiva em casos de traumas faciais com mais precisão e segurança e associadas a exames de imagens como tomografias computadorizadas de feixe cônico que foram revolucionárias na área de diagnóstico permitem melhor planejamento das técnicas cirúrgicas personalizadas e visualização da anatomia, além disso os scanners faciais são outro recurso que são essenciais no âmbito organizacional dos tratamentos individualizados, pois é um dispositivo acessível que permitem ter imagens 3D com alta resolução (ANTONELLI, A.; BENNARDO, F.; GIUDICE, 2024)

As vantagens são inúmeras sobre a eficiências das tecnologias da impressão 3D na área de cirurgia maxilofacial: passividade, flexibilidade e utilização dos materiais, porém algumas das desvantagens dessa tecnologia são o alto custo envolvido e em cirurgias de emergência como de tumores pode ser considerado mais demorado o processo de confecção dos materiais cirúrgicos a serem utilizados. (YASHAVANTH KUMAR, D. S. et al.. 2022)

Os objetos impressos em 3D para odontologia são divididos em categorias, por exemplo guias cirúrgicos utilizados para maior precisão em osteotomias durante a cirurgia, placas oclusais, implantes específicos para pacientes e epitéses faciais. (YASHAVANTH KUMAR, D. S. et al., 2022)

## CONCLUSÃO

A impressão 3D deixou de ser uma promessa para tornar-se uma realidade transformadora na cirurgia bucomaxilofacial. Mais do que uma inovação tecnológica, ela representa uma mudança de paradigma na forma como os cirurgiões planejam, comunicam-se com outras áreas do conhecimento e executam procedimentos. O cirurgião contemporâneo não pode se limitar à destreza operatória: é necessário dominar o planejamento digital, compreender os princípios da engenharia aplicada à saúde e atuar em equipe interdisciplinar para proporcionar um tratamento verdadeiramente individualizado e centrado no paciente.

Nesse contexto, ambientes como o Point-of-Care (PoC) promovem integração entre profissionais e aceleram decisões clínicas, aproximando tecnologia e prática médica em benefício direto do paciente. A medicina de precisão, que visa personalizar terapias de acordo com as particularidades anatômicas e funcionais de cada indivíduo, encontra na impressão 3D uma aliada estratégica e eficaz.

Apesar dos avanços, ainda são necessários estudos mais robustos que comparem de forma sistemática os resultados da impressão 3D com técnicas convencionais, especialmente em termos de custo-benefício e resultados clínicos a longo prazo. Contudo, é inegável que o diferencial da impressão 3D não está apenas na peça final produzida, mas em todo o processo que ela envolve — desde o planejamento pré-operatório até a execução cirúrgica altamente detalhada.

Portanto, a impressão 3D deve ser compreendida não apenas como uma ferramenta, mas como um agente de transformação que exige dos profissionais atualização constante, abertura à interdisciplinaridade e compromisso com a inovação. Integrar-se a essa nova realidade é assumir protagonismo na construção de um novo padrão de excelência na cirurgia bucomaxilofacial: mais precisa, mais rápida e, acima de tudo, mais humana.

## REFERÊNCIAS

ANTONELLI, A.; BENNARDO, F.; GIUDICE, A. Breakthroughs in Oral and Maxillofacial Surgery. *Journal of Clinical Medicine*, v. 13, n. 3, p. 685, 24 jan. 2024.

YASHAVANTH KUMAR, D. S. et al. Three-dimensional printing in the field of oral and maxillofacial surgery. *National Journal of Maxillofacial Surgery*, v. 13, n. Suppl 1, p. S19–S23, ago. 2022.

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.