

APLICAÇÃO DA IMPRESSÃO TRIDIMENSIONAL EM CIRURGIAS MAXILOFACIAIS

APPLICATION OF THREE-DIMENSIONAL PRINTING IN MAXILLOFACIAL SURGERIES

Carolina Rodrigues Prado Simoni*
Fernando Silva Moura*
Henrique Coelho Farah Buttros*
Mariana Simon de Almeida*
Tulio Guarnieri Fernandes*
Mariane Michels**

Resumo: Devido ao grande avanço tecnológico, a utilização de sistemas complexos como CAD/CAM em procedimentos cirúrgicos e não cirúrgicos vem se tornando algo cada vez mais comum, apresentando grandes vantagens na prática odontológica, como a confecção de cópias de estruturas anatômicas e dispositivos odontológicos de alta qualidade, além do tempo de entrega reduzido. Sendo assim, este trabalho visa, através de uma revisão de literatura, identificar as aplicações possíveis da impressão 3D na cirurgia bucomaxilofacial, explorando suas tecnologias e expondo suas indicações, vantagens e desvantagens, bem como as formas de auxílio para o diagnóstico e plano de tratamento. As cirurgias bucomaxilofaciais associadas a esse sistema mostram resultados positivos, pois ocorre a diminuição da margem de erro na confecção do protótipo, o que facilita o planejamento, o trans-operatório e o pós-operatório de cirurgias complexas na face. Novas tecnologias na prototipagem rápida surgem constantemente visando facilitar o trabalho do cirurgião dentista, reduzir a morbidade pós-operatória e melhorar o resultado do tratamento.

Palavras-chave: Cirurgia maxilofacial. CAD/CAM. Impressão em 3D.

Abstract: Due to the great technological advancement, the use of complex systems such as CAD / CAM in surgical and non-surgical procedures has become something common, presenting great advantages in dental practice, such as making copies of anatomical structures and high quality dental devices, and with reduced delivery time. Therefore, this work aims, through a literature review, to identify the possible applications of 3D printing in maxillofacial surgery, exploring its technologies and exposing its indications, advantages and disadvantages, as well as the forms of aid for the diagnosis and treatment plan. The maxillofacial surgeries associated with this system show positive results, since there is a decrease in the margin of error in the making of the prototype, which facilitates the planning, the trans-operative and the post-operative of complex surgeries on the face. New technologies in rapid prototyping are constantly emerging to facilitate the work of the dental surgeon, reduce postoperative morbidity and improve the result of treatment.

Keywords: Maxyloffacial surgery. Computer-Aided Design. Printing, Three-Dimensional

1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais novas tecnologias e ferramentas são idealizadas, pesquisadas e desenvolvidas a fim de facilitar o tratamento e o atendimento odontológico (UEDA, 2015). A impressão tridimensional (3D) vem adquirindo um progressivo reconhecimento como a técnica que irá transformar a prática cirúrgica na odontologia. Essa técnica vem permitindo a rápida

* Aluno(a) do 9º período do Curso de Odontologia da Universidade de Sorocaba.

** Docente do Curso de Odontologia da Universidade de Sorocaba. mariane.michels@prof.uniso.br.

conversão de imagens anatômicas em objetos físicos, que atualmente são utilizados em diversas especialidades cirúrgicas (MALIK *et al.*, 2015).

Em muitos casos, próteses precisam ser aplicadas para restaurar uma parte malformada ou removida do corpo humano, de maneira satisfatória, com o uso de substitutos artificiais, necessitando suprir forma, função e estética de maneira precisa, sendo muitas vezes o tratamento definitivo para determinadas condições. (WATSON; MUHAMMAD, 2014).

Palousek *et al.* (2014, *apud* KAWABATA 2016), afirmam em seu estudo que, para a confecção dessas próteses existem duas formas, sendo a primeira a técnica convencional, onde a anatomia da prótese é obtida por meio da moldagem e escultura manual. Nesse método, por depender diretamente das habilidades do profissional, o resultado final pode variar. O segundo método, seria a utilização de prototipagem rápida, que permite a fabricação exata e compatível com a anatomia do paciente, segundo dados obtidos pelo autor, por escaneamentos múltiplos ou por escaneamentos de partes próximas com características semelhantes.

O uso da impressão 3D, no geral, não é recente. Muitas modalidades que são utilizadas nos dias de hoje foram desenvolvidas no final dos anos de 1980 e 1990. O primeiro tratamento em cirurgia bucomaxilofacial com o auxílio da impressão 3D ocorreu em 1999, foi feita com a tecnologia da impressora FDM (Modelagem por Fusão e Deposição) (DAWOOD *et al.*, 2015). Além dela, no uso odontológico também temos a SLS (Sintetização Seletiva a Laser) e a estereolitografia (MEURER, 2007). Com o vencimento das últimas patentes da tecnologia de Manufatura Aditiva em 2009, houve um surto de crescimento na indústria, tornando-a mais eficiente e rentável. Porém, ainda existe espaço para o avanço em eficiência e em redução de custo dos equipamentos do sistema (ATTARAN, 2017).

A aplicação da impressão 3D em fraturas associadas ao uso de softwares, faz com que seja possível realizar simulações das osteotomias e reduções, delimitando efeitos pós-operatórios, permitindo reconhecer fraturas, planejar reabilitações e localizar, de forma exata, a região da osteotomia (LI *et al.*, 2009).

A utilização da prototipagem rápida na cirurgia bucomaxilofacial, associada ao sistema CAD-CAM auxilia os profissionais e os pacientes nas abordagens cirúrgicas mais complexas e permite a redução da taxa de morbidade pós-cirúrgicas para estes casos.

Atualmente, nota-se que muitos profissionais têm aderido a este tipo de conduta clínica, porém o campo ainda é pouco explorado. Diante desta situação, o objetivo deste trabalho é identificar as aplicações possíveis da impressão 3D na cirurgia bucomaxilofacial, expondo suas indicações, vantagens e desvantagens, auxiliando no diagnóstico e no plano de tratamento.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 TECNOLOGIA DA IMPRESSÃO 3D

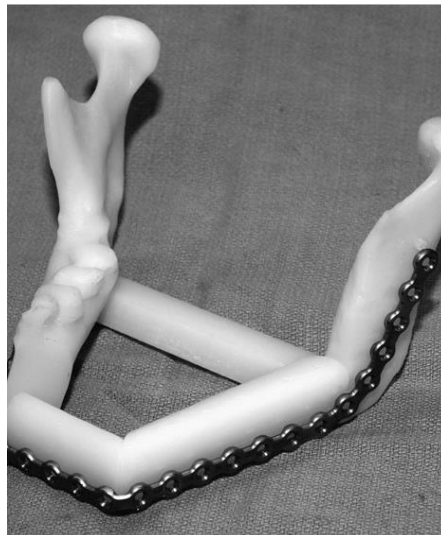
O sistema CAD/CAM, é definido como sendo, CAD: computer-aided design (desenho assistido por computador) e CAM: computer-aided manufacturing (manufatura assistida por computador). Esse sistema vem sendo utilizado em vários meios de design e produção, a fim de automatizar processos manuais que exigem habilidade e precisão artesanal, de modo a obter um material ou objeto de elevada qualidade (CORREIA *et al.*, *apud* 2006, FARIAS *et al.*, 2018).

A introdução do sistema CAD/CAM gerou um grande desenvolvimento na odontologia, simplificando processos de reabilitação e controlando, com precisão, a arquitetura da matriz em termos de tamanho, forma, ramificação, geometria e orientação (VASCONCELOS *et al.*, 2019). Existem dois processos de prototipagem rápida pelo sistema CAD/CAM: (1) por deposição de materiais, chamado de prototipagem rápida (*rapid prototyping*), onde o biomodelo é construído de maneira progressiva, por deposição de material termoplástico aquecido em camadas; e (2) a prototipagem rápida subtrativa (*subtractive rapid prototyping*), onde a prótese é obtida pelo desgaste de um bloco. (CANCIGLIERI; SELHORST; IAROZINSKI, 2007).

O desenvolvimento da informática e as aplicações dos softwares são a base do que fez a tecnologia de impressão 3D ser o que ela é hoje. Para a impressão 3D ter o valor que ela precisa ter é necessário que ela seja capaz de criar objetos a partir do zero, onde o software CAD permite isso. Porém, é preciso ter acesso aos dados volumétricos obtidos por meio da tomografia computadorizada de multidetectores (TCMD), tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) ou dados de escaneamento de superfície ótica laboratorial (DAWOOD *et al.*, 2015).

Uma das primeiras aplicações na cirurgia foi o uso de biomodelos, que são cópias digitais do crânio do paciente, que através da acessibilidade do uso de outras tecnologias importantes como as tomografias providenciando dados volumétricos da “imagem”, se tornou algo mais comum. Isso permite que a anatomia possa ser cuidadosamente revisada e, com a integração de modelos no plano de tratamento, planejada e praticada (DAWOOD *et al.*, 2015).

Figura 1 - Biomodelo da mandíbula para adaptação da cinta de titânio.



Fonte: MATTHEW, M. *et al.* Computer-assisted design and rapid prototype modeling in microvascular mandible reconstruction. *Laryngoscope*, v. 123, p. 597-604, 2013.

Segundo Varela *et al.* (2020), a prototipagem rápida na odontologia é utilizada para confeccionar biomodelos (reproduções precisas, de alta finalidade do tecido ósseo, que serão empregadas no planejamento cirúrgico). Os biomodelos são utilizados para auxiliar no planejamento de cirurgias complexas. Assim como Meurer *et al.* (2008) afirmam que, a produção desses biomodelos só é possível devido a junção das tecnologias de aquisição e manipulação de imagens com os sistemas CAD/CAM e os sistemas de prototipagem rápida.

2.2 PRINCIPAIS SISTEMAS DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA

Nos dias de hoje, existem mais de 30 processos de prototipagem rápida diferentes, sendo que, um número ainda maior está em desenvolvimento a cada dia, apresentando cada vez mais precisão. Na odontologia, os principais processos são: (1) a estereolitografia, (2) a sinterização seletiva a laser e (3) a modelagem por deposição e fusão. (KUMAR; GHAFOR, 2016).

2.2.1 PROTOTIPAGEM BASEADA EM LÍQUIDOS (ESTEREOLITOGRAFIA)

A estereolitografia é usada para criar objetos sólidos por meio de impressões de camadas sucessivas de resina líquida. Este sistema conta com a ajuda de um feixe de laser, que fotopolimeriza gradativamente, camada por camada, uma resina líquida, criando o objeto final. Por fim, o objeto é imerso em um solvente para remoção de resina não curada e, posteriormente, levado ao forno ultravioleta para completar a cura da resina. (MELONI *et al.*, 2014, *apud* VASCONCELOS *et al.*, 2019).

Figura 2 - Diagrama da técnica de estereolitografia.

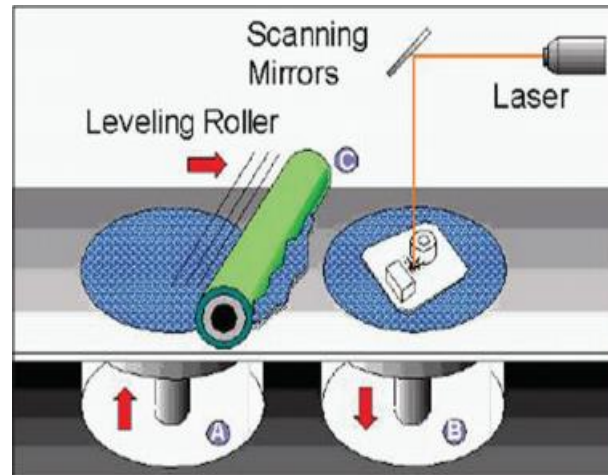


Fonte: MEURER, E. *et al.* Os biomodelos de prototipagem rápida em cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial. **Revista da Academia Tiradentes de Odontologia**. Guarulhos, v. 5, p. 349-73. 2007.

2.2.2 PROTOTIPAGEM BASEADA EM PÓ (SINTERIZAÇÃO SELETIVA A LASER)

Meurer *et al.* (2007) afirmam que nesse processo de prototipagem, um laser de gás carbônico (CO₂) incide sobre uma camada fina de um pó termoplástico, que, por um rolo de deposição é depositada gradativamente na plataforma de construção. O laser que, assim como na estereolitografia, é guiado por espelhos, é controlado por um software e sintetiza seletivamente e precisamente as partículas do pó. O processo é repetido várias vezes, sendo depositado novamente uma camada de pó da mesma espessura e, posteriormente, plastificado até a finalização do modelo/ protótipo.

Figura 3 - Ilustração do funcionamento da impressora SLS.

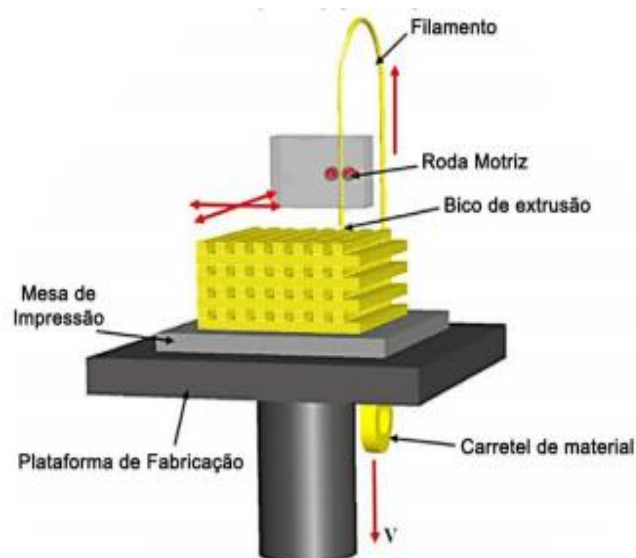


Fonte: KUMAR, A. GHAFOR, H. Rapid Prototyping: A future in orthodontics. **Journal of Orthodontic Research**, v. 4, p. 1-7, 2016.

2.2.3 PROTOTIPAGEM BASEADA EM SÓLIDOS (MODELAGEM POR DEPOSIÇÃO E FUSÃO)

De acordo com Kumar e Ghafour (2016) esta técnica de modelagem por deposição e fusão ocorre a partir de filamentos de um material termoplástico que é aquecido por um filamento ligado ao cabeçote de extrusão da impressora e é depositado, posteriormente, por um cabeçote de extrusão que se move horizontalmente e é guiado por um software específico, depositando continuamente o material, formando o protótipo.

Figura 4 - Esquema de funcionamento da impressão FDM.



Fonte: GREBER FILHO, E. *et al.* **Desenvolvimento e fabricação de moldes flexíveis (TPU) de baixo custo por manufatura aditiva para produção de próteses cranianas de PMMA**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

2.3 O USO NAS CIRURGIAS BUCOMAXILOFACIAIS

2.3.1 INDICAÇÕES

Nos casos em que o paciente apresenta perda considerável de tecido ósseo na região facial, a reposição pode ser feita por próteses bucomaxilofaciais (SIMÕES; REIS; DIAS, 2009). Com a progressão da digitalização tridimensional (3D), foi possível a criação dessas próteses, que são réplicas da morfologia de uma estrutura biológica utilizando um material sólido (FERNANDES *et al.*, 2004).

Em casos de amputação de órgãos na região facial onde o paciente é incapaz de receber reconstruções cirúrgicas complexas, as próteses maxilofaciais são elegíveis para a reconstrução (THIELE *et al.*, 2015). Além disso, as próteses auxiliam o próprio planejamento cirúrgico (ROSA; OLESKOVICZ; ARAGÃO, 2004).

Pacientes com anquiloses congênicas ou originadas a partir de traumatismos também possuem a indicação de receber as próteses manufaturadas. (ROSA; OLESKOVICZ; ARAGÃO, 2004).

Figura 6 - Componentes protéticos instalados a fim de reabilitar a região da cabeça da mandíbula do paciente de forma bilateral.



Fonte: SCHEFFER, M. *et al.* Reconstrução bilateral de ATM anquilosada por meio de prótese articular: relato de caso. **RFO, Passo Fundo**, v. 18, n. 3, p. 392-396, set./dez. 2013.

Outra indicação seria o planejamento de distrações osteogênicas, alongamento de mandíbulas hipoplásicas e o estabelecimento de uma melhor oclusão em pacientes com maloclusões esqueléticas. (ROBIONY *et al.*, 2008).

Em casos de pacientes diagnosticados com carcinoma espinocelular acometendo o tecido ósseo, pode ser necessária a ressecção mandibular. Desta forma, é construído um biomodelo que determinará o comprimento da placa de titânio, bem como o número de parafusos necessários para reabilitação do paciente (ROBIONY *et al.*, 2008).

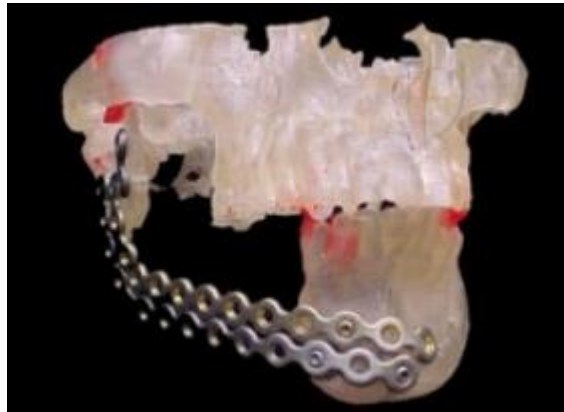
A prototipagem rápida associada a softwares específicos pode ser utilizada para simular osteotomias, controlando de maneira mais segura os efeitos pós-operatórios esperados e assim localizando de forma mais específica a região de fratura e a localização da osteotomia. Este fato auxilia na previsibilidade do tratamento (LI *et al.*, 2009).

Figura 7 - Imagem de um distrator instalado no paciente onde o procedimento foi planejado através do auxílio de biomodelos.



Fonte: QUEIROZ *et al.* Vertical bone augmentation of posterior mandibular region: a description of two surgical techniques. RGO, **Rev. Gaúch. Odontol.**, Porto Alegre, v. 64, n. 3, p. 333-337, jul./set., 2016.

Figura 8 - Biomodelo utilizado para a moldagem de placas para reconstrução de mandíbula após retirada de tumor.



Fonte: BERTOL, L.S. **Contribuição ao estudo da prototipagem rápida, digitalização tridimensional e seleção de materiais no design de implantes personalizados.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.

Um fato interessante é a utilização da segmentação volumétrica a partir de dados tomográficos que permite, além de outras aplicações, planejar o tratamento da microssomia hemifacial. Com a utilização desta técnica, é possível realizar um espelhamento da hemimandíbula saudável para confeccionar uma prótese que possa ser colocada no lado afetado. Os dados coletados neste processo são exportados para o software da prototipagem rápida que confecciona a prótese e permite que seja realizada a correção da microssomia hemifacial sem que haja assimetria facial, complicações e desconforto pós-operatório para o paciente (ROBIONY *et al.*, 2007, ZHOU *et al.*, 2009).

A técnica de mentoplastia pode ser realizada com o uso da cefalometria 3D que determinará os limites anterior, posterior e inferior do mento, usando um software para planejar

as linhas de osteotomia a serem efetuadas na cirurgia e da prototipagem rápida, que, com o auxílio da tomografia computadorizada será capaz de construir um protótipo tridimensional do mento a ser usado durante tais procedimentos cirúrgicos. (OLSZEWSKI; TRANDUY; REYCHLER, 2010).

A prototipagem rápida também é indicada, por sua precisão, na reconstrução simétrica da ATM. Com o auxílio da tomografia computadorizada é realizada uma simulação virtual da segmentação, movimentos mandibulares, disposição das placas de titânio e osteotomias. A obtenção de um biomodelo do crânio ajuda na formatação das placas de titânio e no estabelecimento de guia para utilização do enxerto ósseo fibular e costochondral (ZHANG *et al.*, 2011).

Figura 9 - Prótese em poliuretano mandibular reabilitando um paciente com perda da porção direita da mandíbula.



Fonte: MEURER, E. *et al.* Os biomodelos de prototipagem rápida em cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial. **Revista da Academia Tiradentes de Odontologia**. Guarulhos, v. 5, p. 349-73. 2007.

2.3.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS

A primeira vantagem a ser citada em relação ao uso da prototipagem rápida na cirurgia bucomaxilofacial é a possibilidade de representação da anatomia do paciente com uma margem de erro de no máximo 0.1mm, que significa que, a partir das imagens tomográficas, o modelo/protótipo a ser criado, terá uma diferença insignificante em relação à estrutura anatômica real. (MCGURK *et al.*, 1997). Outra vantagem é a contribuição com o treinamento profissional de residentes e utilização dos protótipos com fins didáticos para explicar ao paciente como será realizada a cirurgia (ROBIONY *et al.*, 2007).

É possível, ainda, reduzir o tempo operatório e determinar previamente as dimensões de osteotomias e enxertos ósseos. Além disso, os materiais utilizados nas cirurgias de reconstrução óssea e fixação de segmentos ósseos podem ser manipulados até atingirem sua conformação ideal antes da cirurgia. Esta situação reduz o tempo de cirurgia e a morbidade para o paciente. (ROBIONY *et al.*, 2008).

Em distrações osteogênicas são obtidos excelentes resultados estéticos, estabilidade oclusal, redução no tempo cirúrgico e custo das cirurgias (ROBIONY *et al.*, 2007).

A utilização de biomodelos em casos de emergência pode apresentar algumas desvantagens devido ao tempo necessário para a aquisição ou para o detalhamento das imagens tomográficas. A presença de restaurações metálicas, aparelhos ortodônticos, próteses metálicas ou qualquer outro material com alto número atômico podem causar artefatos de imagem observados nos exames de tomografia computadorizada e, assim, comprometer a qualidade do modelo obtido pela prototipagem (ARVIER *et al.*, 1994).

Uma das grandes desvantagens da prototipagem rápida é o seu alto custo pós-processamento. Podemos citar também a sua impossibilidade de realizar secções ou ajustes ao longo do planejamento cirúrgico, sua razoável precisão para confecção de estruturas finas, sua porosidade superficial e a liberação de pó ao corte. (ROBIONY *et al.*, 2008).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A associação de procedimentos cirúrgicos odontológicos com sistemas de impressão 3D pode agregar qualidade aos mesmos, permitindo maior previsibilidade no tratamento cirúrgico no pré, trans e pós-operatório. Fato este que auxilia o planejamento do tratamento e a redução da morbidade ao paciente.

Os sistemas CAD/CAM em cirurgias bucomaxilofaciais utilizam tomografias computadorizadas para obtenção dos dados que serão enviados a um sistema de impressão tridimensional, materializando a estrutura anatômica do paciente em um modelo personalizado. Suas principais aplicações estão relacionadas a planejamentos de cirurgias como reconstrução de fraturas ósseas, remoção de cistos e tumores dos maxilares, delimitações de osteotomias, substituição de defeitos anatômicos, exposição do caso para os pacientes e educação de residentes em hospitais, melhorando qualidade do ensino.

Essa tecnologia vem sendo cada vez mais utilizada e apresenta excelentes resultados, porém o profissional deve saber indicar corretamente o seu uso e, além disso, deve levar em conta o custo elevado para a fabricação dos protótipos.

REFERÊNCIAS

ARVIER, J. F. *et al.* Maxillofacial biomodelling. **Br J Oral Maxillofac. Surg.** Inglaterra, v. 32, n. 5, p. 276-283. Out. 1994.

ATTARAN, M. The rise of 3-D printing: The advantages of additive manufacturing over traditional manufacturing. **Business Horizons.** Indiana, v. 60, n. 5, p. 677-688. Out. 2017.

BERTOL, L.S. **Contribuição ao estudo da prototipagem rápida, digitalização tridimensional e seleção de materiais no design de implantes personalizados.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.

CANCIGLIERI, O.; SELHORST, A.; IAROZINSKI, A. Processos de Prototipagem Rápida por Deposição ou Remoção de Material na Concepção de Novos Produtos – Uma Abordagem Comparativa. **XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** Foz do Iguaçu. Outubro. 2007.

CORREIA, A. R. M. *et al.* CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa, **Rev Odontol UNESP, Araraquara,** v. 35, n. 2, p. 183-89, 2006.

DAWOOD, A. *et al.* 3D printing in dentistry. **British Dental Journal**. v. 219, dezembro. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2015.914>. Acesso em: 23 set. 2020.

FARIAS, I. A. *et al.* Sistema CAD-CAM: a tecnologia na confecção de próteses. **Salusvita**, Bauru, v. 37, n. 4, p. 963-983, 2018.

FERNANDES, A. Y. *et al.* Prototipagem como forma alternativa para realização de cranioplastia com metilmetacrilato. **Revista Arq Neuropsiquiatr**. Bauru, v. 62, n. 3-B, p. 865-868. 2004.

GREBER FILHO, E. *et al.* **Desenvolvimento e fabricação de moldes flexíveis (TPU) de baixo custo por manufatura aditiva para produção de próteses cranianas de PMMA**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

KAWABATA, S. C. **Avaliação da percepção estética de prótese óculo-palpebral confeccionada pelo método convencional e pelo sistema CAD/CAM**. 2016. Tese (Doutorado em Ciências Odontológicas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

KUMAR, A.; GHAFOR, H. Rapid Prototyping: A future in orthodontics. **Journal of Orthodontic Research**, v. 4, p. 1-7, 2016. Disponível em: <http://www.jorthodr.org/text.asp?2016/4/1/1/167856>. Acesso em: 14 mai. 2021

LI, W. Z. *et al.* Application of computer-aided three-dimensional skull model with rapid prototyping technique in repair of zygomatico-orbito-maxillary complex fracture. **Int. J. Med. Robotics Comput. Assit. Surg.**, v. 5, n. 2, p. 158-163, 2009.

MALIK, H. H. *et al.* Three-dimensional printing in surgery: a review of current surgical applications. **Journal Of Surgical Research**. v. 199, p. 512-22. 2015

MATTHEW, M. *et al.* Computer-assisted design and rapid prototype modeling in microvascular mandible reconstruction. **Larygoscope**, v. 123, p. 597-604, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/263578925_Computer-assisted_design_and_rapid_prototype_modeling_in_microvascular_mandible_reconstruction. Acesso em: 18 mai. 2021

MCGURK, M. *et al.* Rapid prototyping techniques for anatomical modelling in medicine. **Ann. R. Coll. Surg. Engl.**, London, v. 79, p. 169-174, 1997.

MELONI, S.M. *et al.* Computer-guided implant surgery: a critical review of treatment concepts. **J Oral Maxillofac. Surg Med Pathol**. v. 26, p. 1-6, 2014

MEURER, E. *et al.* Os biomodelos de prototipagem rápida em cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial. **Revista da Academia Tiradentes de Odontologia**. Guarulhos, v. 5, p. 349-73. 2007.

MEURER, M. I. *et al.* Aquisição e manipulação de imagens por tomografia computadorizada da região maxilofacial visando à obtenção de protótipos biomédicos. **Radiol Bras**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 49-54, Feb. 2008. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842008000100013&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 10 abr. 2021.

OLIVEIRA, M. *et al.* Reconstrução mandibular na síndrome de gorlin goltz: relato de caso. **Revista Científica do HCE**, Rio de Janeiro, v. 1, maio. 2018. Disponível em: <http://www.hce.eb.mil.br/images/comsoc/revista/2018/7.3-Relato-de-Caso-Clnico---Reconstruo-Mandibular-na-Sndrome-de-Gorlin-Goltz-Relato-de-Caso.pdf>. Acesso em: 23 set. 2020.

OLSZEWSKI, R.; TRANDUY, K.; REYCHLER, H. Innovative procedure for computer-assisted genioplasty: three-dimensional cephalometry, rapid prototyping model and surgical splint. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 39, n. 7, p. 721-724, 2010.

PALOUSEK, D.; ROSICKY, J.; KOUTNY, D. Use of digital technologies for nasal prosthesis manufacturing. **Prosthet Orthot Int.** v. 38, n. 2, p. 171-5. 2014

QUEIROZ *et al.* Vertical bone augmentation of posterior mandibular region: a description of two surgical techniques. RGO, **Rev. Gaúch. Odontol.**, Porto Alegre, v.64, n.3, p. 333-337, jul./set., 2016.

ROBIONY, M. *et al.* Accuracy of virtual reality and stereolithographic models in maxillo-facial surgical planning. **J. Craniof. Surg.** Philadelphia, v. 19, n. 2, p. 482-489, Apr. 2008.

ROBIONY, M. *et al.* Virtual reality surgical planning for maxillofacial distraction osteogenesis: the role of reverse engineering rapid prototyping and cooperative work. **J. Oral. Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 65, n. 6, p. 1198-1208, 2007.

ROSA, E. L. S.; OLESKOVICZ, F. C.; ARAGÃO, B. N. Rapid prototyping in Maxillofacial Surgery and Traumatology: case report. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto, v. 15, n. 3, p. 243-247, Set-Dec. 2004.

SCHEFFER, M. *et al.* Reconstrução bilateral de ATM anquilosada por meio de prótese articular: relato de caso. **RFO, Passo Fundo**, v. 18, n. 3, p. 392-396, set./dez. 2013.

SIMÕES, F. G.; REIS, R. C.; DIAS, R. B. A especialidade de prótese bucomaxilofacial e sua atuação na Odontologia. **RSBO**. v. 6, n. 3, p. 327-331. Dec. 2009.

THIELE, O. C. *et al.* The current state of facial prosthetics – A multicenter analysis. **J. Craniof. Surg.** Philadelphia. v. 43, n. 7, p. 1038-1041. Set. 2015.

UEDA, N. C. **Sistema CAD/CAM como ferramenta na odontologia**: Revisão de literatura. 2015. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Odontologia, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

VARELA, A. P. *et al.* O emprego da impressão tridimensional no planejamento cirúrgico. **Para Research Medical Journal**, Pará, v. 4, n. 34, p. 1-6. Abr. 2020.

VASCONCELOS, B. E. *et al.* A tecnologia 3D e suas aplicações na Odontologia moderna – Uma revisão sistemática de literatura. **Full Dent Sci.** v. 10, n. 37. Jan. 2019. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/329897511_A_tecnologia_3D_e_suas_aplicacoes_na_Odontologia_moderna_-_revisao_sistematica. Acessado em: 23. Set. 2020

WATSON, J.; MUHANAD, M. Complete integration of technology for improved reproduction of auricular prostheses. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 11, n. 5, p. 430-436, mai. 2014.

WANG, X. *et al.* 3D printing of polymer matrix composites: A review and prospective. , **Composites Part B**, Elsevier, v. 110, p. 442–458, 2017. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1359836816321230?token=F28A981FDC20133C1196FA705BA2727D9EE785F5562DC99E8ABCA20BD9C28940220FB072AADA2911CFE7FA88980899D8&originRegion=us-east-1&originCreation=20210611184515>. Acesso em: 11 jun. 2021

ZHANG, S. Y. *et al.* Application of Rapid Prototyping for Temporomandibular Joint Reconstruction. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 69, n. 2, p. 432-438, fev. 2011.

ZHOU, L. *et al.* Correction of hemifacial microsomia with the help of mirror imaging and rapid prototyping technique: case report. **Br. J. Oral Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 47, n. 6, p. 486-488, 2009.