

# APLICAÇÃO DO CURATIVO PROTOTIPADO EM PACIENTES PORTADORES DE FRATURAS DO OSSO ZIGOMÁTICO

## *APPLICATION OF THE PROTOTYPED FACIAL SHIELD IN PATIENTS WITH ZYGOMATIC BONE FRACTURES*

**Raissa Dias Fares, Laryssa dos Santos Pinheiro, Luiz Felipe Azevedo da Costa, Sylvio Luiz Costa de Moraes, Jonathan Ribeiro da Silva**

### RESUMO

A prototipagem é uma técnica que permite construir modelos de estruturas anatômicas com auxílio de exames imaginológicos e *softwares*. É utilizado de diversas formas como um método auxiliar nos procedimentos cirúrgicos buco-maxilo-faciais. O presente trabalho visa a utilização da prototipagem no tratamento de pacientes com fraturas no complexo zigomático, evidenciando os possíveis benefícios da técnica. A metodologia consiste em criar protótipos gerados a partir de tomografias computadorizadas dos pacientes, cortadas virtualmente e impressas em impressora 3D, que serão aplicadas no tratamento de pacientes com fratura no complexo zigomático. Tem como objetivo avaliar o custo dos biomodelos e a proteção correspondente ao complexo zigomático. Também serão avaliadas a adaptação do protótipo e as complicações pós-operatórias. Com este estudo espera-se que a utilização da prototipagem atue para proteção mecânica, diminuição do edema e atue melhorando o conforto pós-operatório.

**Palavras-chave:** Impressão Tridimensional, Fraturas Zigomáticas, Desenho Assistido por Computador

### ABSTRACT

Prototyping is a technique that allows the construction of models of anatomical structures with the aid of imaging exams and software. It is used in various ways as an auxiliary method in oral and maxillofacial surgical procedures. The present work aims to use prototyping in the treatment of patients with zygomatic complex fractures, highlighting the possible benefits of the technique. The methodology consists of creating prototypes generated from patients' computed tomography scans and printed on a 3D printer, which will be applied in the treatment of patients with fractures in the zygomatic complex. It aims to evaluate the cost of biomodels and the corresponding protection to the zygomatic complex. The adaptation of the prototype and postoperative complications will also be evaluated. With this study, it is expected that the use of prototyping will act for mechanical protection, reduce edema and improve postoperative comfort.

**Keywords:** Printing, Three Dimensional, Zygomatic Fractures, Computer-Aided Design

## 1 INTRODUÇÃO

As técnicas cirúrgicas com auxílio computadorizado implicam em diversas formas de planejamento e execução dos procedimentos, como utilização de imagens avançadas, softwares de análises, planejamentos virtuais, prototipagens específicas de modelos anatômicos, confecção de implantes específicos e robótica (STOKBRO, 2014).

O planejamento virtual é realizado em um modelo virtual composto por um escaneamento tridimensional (3D) a partir de exames imaginológicos de tomografias computadorizadas das estruturas do esqueleto maxilo-facial, conferindo maior precisão com a realidade (STOKBRO, 2014).

Para a obtenção da imagem geralmente usa-se a tomografia computadorizada ou ressonância magnética para gerar os modelos prototipados, embora existam muitos outros como varredura à laser e ultrassom. Através de uma técnica de varredura espiral, consegue-se obter o volume de estruturas internas com extrema precisão, então, é produzido um alto número de cortes axiais de 1-2 mm (KHEIROLLAHI, 2011). Os cortes axiais devem ser de no máximo 1,25 mm de espessura para ter a precisão nos modelos. Hoje com a modernidade, através dos dados obtidos pela tomografia helicoidal consegue-se cortes de até 0,25 mm, o que fornece maior fidelidade do modelo (SAFIRA, 2010).

Com o exame de imagem feito, os dados são exportados para o formato de arquivo DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) onde será interpretado por pacote de softwares apropriados. Nesta fase é obtida através dos cortes da imagem uma renderização em 3D de alta resolução e cor. Quando finalizado, este segue em outro formato de arquivo, o STL (Surface Tessellation Language) que é aceito em todas as estações de PR (KHEIROLLAHI, 2011). Os softwares mais utilizados na prototipagem médica com resultados satisfatórios são Analyse (Mayo Foundation, USA), Mimics (Materialise, Belgium) e Promed (CenPRA, Brasil). O software 3D Doctor (Apple Corporation, USA) tem fácil manuseio excelentes resultados, este foi estudado para comparar medidas de uma mandíbula seca com seu respectivo protótipo e o resultado da mensuração foi de diferenças significativas, porém em clínica são irrelevantes (SAFIRA, 2010).

O avanço tecnológico das impressoras 3D aliadas a *softwares* de planejamento permitiu a realização de impressões de modelos por estereolitografia. Estas prototipagens podem ser utilizadas para realização de próteses faciais, através de sistema CAD/CAM que permite uma adaptação mais confiável (FARYABI et al. 2019).

As fraturas do complexo zigomático correspondem de 10 a 15% das fraturas faciais, causando: deformidade facial, limitação funcional de abertura de boca e parestesia do nervo infraorbital. Comumente podem ser abordadas cirurgicamente para redução e/ou fixação interna (ORABONA et al, 2019).

Nas cirurgias de fratura no complexo zigomático-orbitário têm como objetivo recuperar a projeção zigomática, largura facial e volume das orbitas. Ao serem tratadas inapropriadamente podem levar a redução da proeminência do terço médio e da largura facial, assim como causar enftalmia e diplopia. O biomodelo neste caso auxilia a medir o afundamento do arco zigomático, volume das orbita e previsibilidade dos movimentos no pré-operatório, além da escolha de possíveis enxertos e materiais de fixação (VIEIRA, 2012).

As principais dificuldades de se obter um resultado satisfatório em fraturas não fixadas é a instabilidade na manutenção da redução por um longo período, o que inviabiliza o processo de reparo ósseo. A utilização de dispositivos para proteção externa tende a garantir um correto reparo ósseo (ORABONA et al, 2019).

Após o procedimento cirúrgico das fraturas do complexo zigomático há um risco de sangramento e hematoma que podem gerar um aumento de volume imediato no sítio cirúrgico. O uso de dispositivos compressivos auxilia no controle desse aumento de volume em comparação

a métodos farmacológicos. Algumas desvantagens estão associadas a dificuldade de adaptação do dispositivo, não cooperação do paciente e perda de compressão a longo prazo (FARYABI et al. 2019).

A utilização de dispositivos de prototipagem trará vantagens como possibilitar uma melhor proteção mecânica como tratamento das fraturas do complexo zigomático, melhor recuperação cirúrgica e diminuição das complicações pós-operatórias.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo geral dessa pesquisa foi melhorar o pós-operatório dos pacientes com fraturas no complexo zigomático, operados pela equipe de Cirurgia Buco-Maxilo-Facial, no Hospital das Clínicas de Teresópolis Costantino Ottaviano (HCTCO), com a utilização de curativo prototipado.

Além disso, demonstrar o custo do curativo quando a técnica de prototipagem é utilizada e avaliar a fidelidade da adaptação do curativo aos pacientes.

## 3 METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado no Hospital das Clínicas de Teresópolis Costantino Ottaviano (HCTCO), Teresópolis- Rio de Janeiro, de acordo com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), aprovado pelos mesmos (Número do comitê de ética - 039886/2022), via Plataforma Brasil (CEP 5.511.258) assim como a declaração de Helsinki de 1964 e suas emendas.

Os pacientes do presente estudo foram selecionados através do Serviço de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo- Facial do Hospital das Clínicas de Teresópolis Costantino Ottaviano (HCTCO), diagnosticados com fraturas do complexo zigomático-maxilar que necessitaram da abordagem cirúrgica com redução aberta e fixação das fraturas.

A seleção incluiu todos os gêneros e idade variável entre 18 a 80 anos. Todos os pacientes foram informados sobre o procedimento e assinaram um termo de comprometimento livre e esclarecido (TCLE) pré-operatório para registro de dados nos nossos arquivos clínicos.

Os pacientes foram divididos randomicamente em 02 (dois) grupos:

**Grupo Experimental:** Imediatamente após a realização das cirurgias, foi adaptado um curativo prototipado rígido para controle de edema e conforto pós-operatório.

**Grupo Controle:** Os pacientes receberam curativos tradicionais a base de gaze e micropore.

Critério de inclusão consistiu nos pacientes acima de 18 anos de idade que tiveram imprescindibilidade de abordagem cirúrgica pela cirurgia bucomaxilofacial no Hospital das clínicas de Teresópolis Costantino Ottaviano. Pacientes que apresentaram fratura do complexo órbita zigomático maxilar unilateral.

Foram excluídos da pesquisa pacientes com sequelas de fratura de complexo zigomático ou fraturas pan-faciais, paciente que não necessitavam de abordagem cirúrgica e pacientes com idade inferior a 18 anos.

Os riscos desse estudo envolvem a irritação da pele durante o uso do curativo e a não redução do edema de forma significativa.

### 2.1 O processo de Design do Protótipo Rápido:

Foram obtidas tomografias computadorizadas (TC) realizadas no momento da admissão hospitalar. O método de mensuração foi realizado através de pilares específicos da face, realizado em linha reta no programa Radiant Dicom Viewer (Medixant; Poland).

## 2.2 Edição do modelo 3D, corte e impressão:

O arquivo STL foi editado usando o *software* gratuito Autodesk Meshmixer® 2.9.1 (Autodesk®, San Rafael, CA, USA) e usando as ferramentas de seleção / análise nas quais o complexo zigomático é isolado e reparado com o aplicativo. A utilização do tamanho médio por gênero foi usado para definir as margens do protótipo para definição da espessura de 2,5mm através da ferramenta “*Extrusion tool*”. A malha foi preparada para fatiar e imprimir usando o ROBO 3D R1 (ROBO 3D®, San Diego, CA, EUA) com filamento de ácido poliláctico de 1,75 mm (PLA) (HATCHBOX, USA). O arquivo finalizado será enviado para a impressora Ultimaker 3 (ULTIMAKER, USA).

## 2.3 Cálculo do Custo do Biomodelo

Para calcular o custo do modelo de prototipagem rápida, foi mensurado o peso final do modelo em gramas e multiplicados por R\$ 0,14 que é um custo de varejo aproximado para cada grama de material de ácido poliláctico (PLA) 1,75 mm.

## 2.4 Aplicação do Biomodelo

Os pacientes operados receberam o curativo prototipado imediatamente pós-abordagem cirúrgica e foram orientados a utilizá-lo por mais 14 dias no ambiente domiciliar. O curativo foi adaptado com auxílio de fitas de tecido e tiveram a parte interna recoberta com Aquacel Foam (CONVATEC, UK).

Depois da alta hospitalar, os pacientes foram acompanhados de forma regular no ambulatório da Cirurgia Buco-Maxilo-Facial, sendo avaliados e fotografados no 7º e no 14º dia de pós-operatório.

## 2.5 Satisfação do Paciente

Por meio de uma escala visual analógica, os pacientes responderam perguntas sobre sua percepção ao utilizar o curativo no pós-operatório. As perguntas a serem respondidas foram:

1. Qual o grau de satisfação durante o uso do curativo no pós-operatório? (Opções: Satisfeito, Parcialmente Satisfeito, Insatisfeito ou Muito Insatisfeito)
2. Qual o grau de conforto durante o uso do curativo no pós-operatório? (Opções: Satisfeito, Parcialmente Satisfeito, Insatisfeito ou Muito Insatisfeito)
3. Qual sua opinião sobre o curativo impresso? (Opções: Satisfeito, Parcialmente Satisfeito, Insatisfeito, Muito Insatisfeito)
4. Sugestões de melhoria para o curativo?

## 3 RESULTADOS

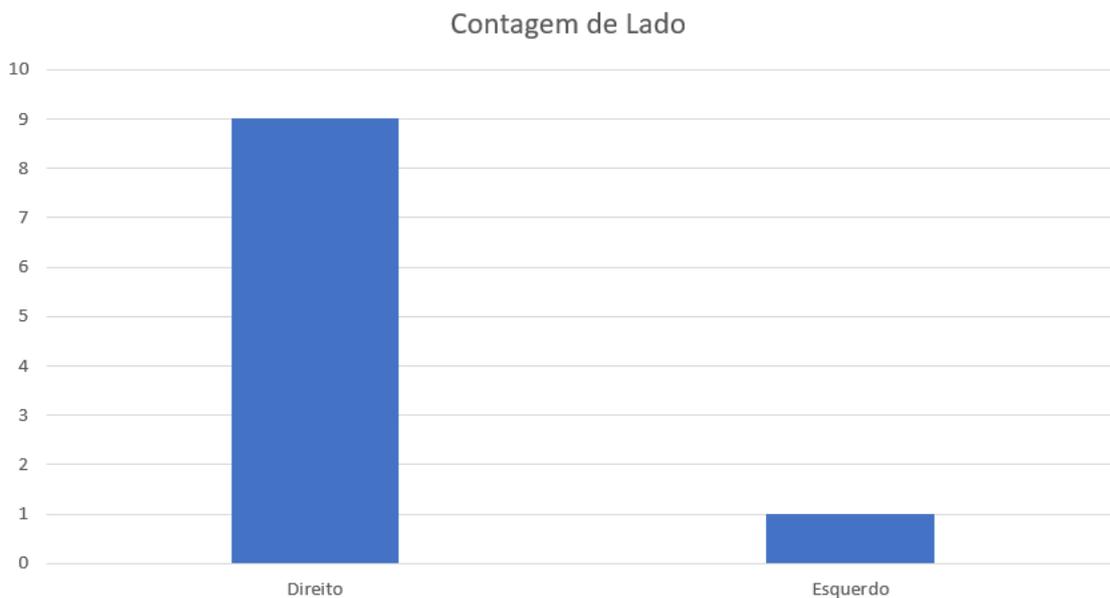
A prototipagem como tecnologia oriunda da engenharia vem propiciando diversos avanços na área médica, principalmente ao que diz respeito ao planejamento cirúrgico e ao pós-operatório. O emprego da prototipagem rápida na área da saúde para auxílio ao diagnóstico e planejamento de cirurgias complexas, tem sido amplamente difundido e estudado, principalmente nos países tecnologicamente mais avançados.

Estas aplicações pressupõem a disponibilidade de dados do corpo humano, obtidos por equipamentos de aquisição de imagens médicas, que usam técnicas tais como a tomografia computadorizada e ressonância magnética. Entende-se com isso a possibilidade de realizar uma simulação cirúrgica e o planejamento de curativos pós-operatórios bastante fiéis à anatomia do paciente.

A pesquisa do curativo prototipado foi realizada nos pacientes atendidos no Hospital das Clínicas de Teresópolis Costantino Ottaviano (HCTCO) vítimas de fraturas do osso zigomático.

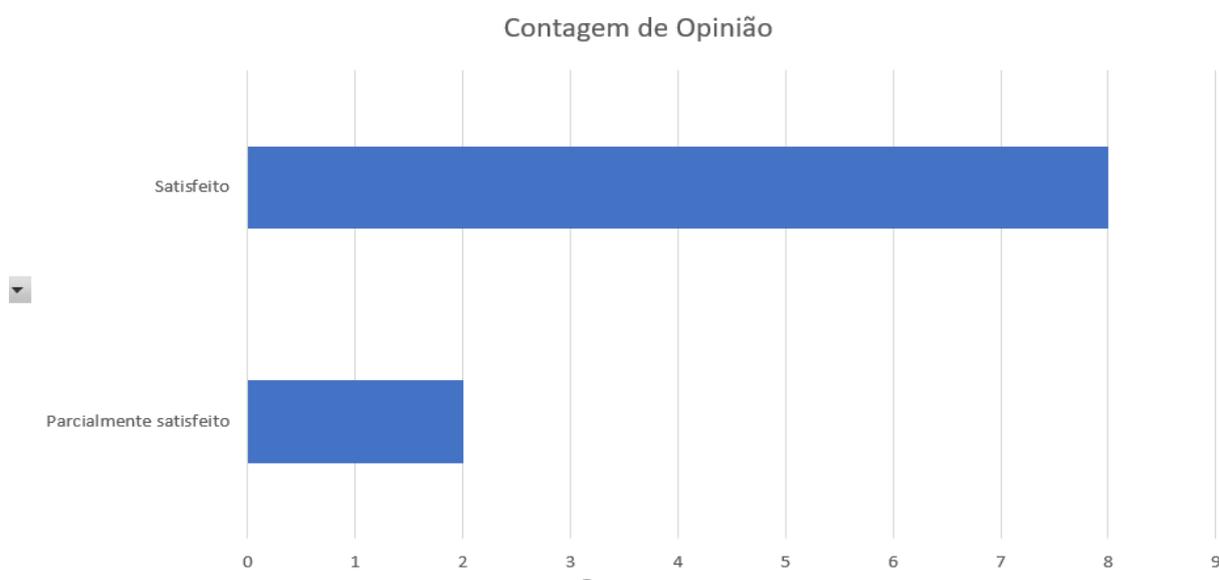
Os resultados da pesquisa, obtidos através da pesquisa de opinião entre os pacientes, demonstra satisfação do uso do protótipo pelo paciente e seus familiares. E indicam, necessidade de melhoria no que tange a adaptação da aba nasal sobre o dorso nasal anatômico.

Além disso, dentro do grupo amostral ( $n = 10$ ) até o momento, observou-se um índice de 90% de fraturas órbito zigomático maxilar do lado direito da face e 10% no lado esquerdo. Encontram-se, até o presente momento, 8 (oito) pacientes satisfeitos com o curativo impresso e 2 (dois) parcialmente satisfeitos. No que tange as possíveis melhorias do protótipo, 3 (três) paciente prefeririam sem elástico, outros 3 (três) sentiram dificuldade na adaptação da aba nasal. 2 (dois) pacientes informaram dificuldade no momento de higienização do protótipo e 2 (dois) afirmaram não ter nada a declarar.



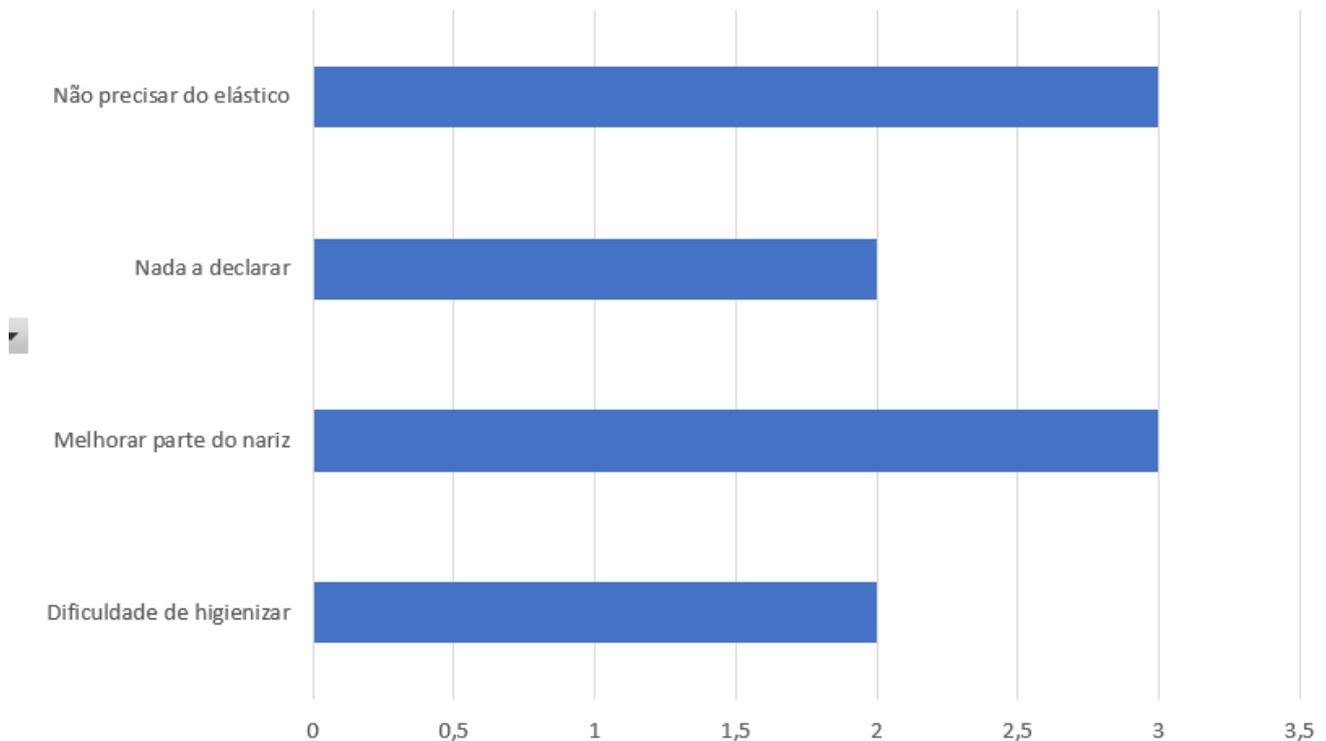
**Maior índice de lado acometido pela fratura OZM foi o direito.**

m de Opinião



**80% dos pacientes que utilizaram o protótipo ficaram satisfeitos. E apenas 20% parcialmente satisfeitos.**

### Contagem de Melhoria



MATERIAL	CUSTO
Material de consumo de impressão (1 grama)	R\$ 0,14
Peso curativo prototipado (11 gramas)	R\$ 1,54 (cada curativo)

Custo de produção do curativo usando PLA

## 4 DISCUSSÃO

A prototipagem como tecnologia oriunda da engenharia vem propiciando diversos avanços na área da saúde, principalmente ao que diz respeito ao planejamento cirúrgico e ao pós-operatório. O emprego da prototipagem rápida na área da saúde para auxílio ao diagnóstico e planejamento de cirurgias complexas, tem sido amplamente difundido e estudado, principalmente nos países tecnologicamente mais avançados.

Estas aplicações pressupõem a disponibilidade de dados do corpo humano, obtidos por equipamentos de aquisição de imagens médicas, que usam técnicas tais como a tomografia computadorizada e ressonância nuclear magnética. Entende-se com isso a possibilidade de realizar uma simulação cirúrgica e o planejamento de curativos pós-operatórios bastante fiéis à anatomia do paciente.

Atualmente, existem diversas formas de analisar os edemas pós-operatórios. A forma 2D já foi descrita por Dallazen E et al 2023, utilizando o método de duas medidas lineares traçadas na face, da inserção do lóbulo da orelha até o canto da boca e uma segunda linha que parte do canto externo do olho com o ângulo da mandíbula, também previamente citado por Amin MM et al. (AMIN MM et al, 1983).

Vários estudos demonstraram que a avaliação de edema em 3D tem mais precisão e confiabilidade do que o método manual (2D) na avaliação de alterações volumétricas na face. No entanto, fatores podem influenciar

os resultados do digital meios de análise, como expressões faciais durante digitalização, postura e alinhamento do modelo durante a sobreposição de malha. Portanto, para essa pesquisa, o método 2D foi eleito.

No presente estudo, fizemos uma adaptação de Dallazen E et al 2023, para melhor demonstrar e facilitar a medida do edema da região zigomática, através da medida feita com uma régua calibrada na fotografia de norma frontal, realizada pré e pós-operatória.

No que tange biomodelos, apesar das limitações, a impressão 3D encontrou seu caminho para múltiplas aplicações em vários campos da área médica e pode ser um grande auxiliar dentro das cirurgias. Meyer-Szary et al 2022, relata que o custo da impressão é muito baixo quando comparado com o benefício gerado, no quesito precisão, segurança e eficiência.

Neste estudo, cada biomodelo custou, em média R\$ 7,10, sendo considerado um custo muito baixo. Orabona et al em 2019 realizou um trabalho similar com curativos prototipados para fraturas isoladas de arco zigomático e obteve o resultado € 5,00. Além da compatibilidade de valores, os resultados deste trabalho são similares ao do referido autor, afinal o grupo experimental apresentou uma menor média de edema no 7º e 15º dia pós-operatório.

Quanto a satisfação do paciente, a maioria dos pacientes relata uma boa aceitação, mas ajustes podem ser feitos para torná-lo ainda mais confortável. A pesquisa do curativo prototipado continua sendo realizada nos pacientes atendidos no Hospital das Clínicas de Teresópolis Costantino Ottaviano (HCTCO) vítimas de fraturas do osso zigomático.

## 5 CONCLUSÃO

O tratamento dos pacientes abordados cirurgicamente pela equipe de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial do Hospital das Clínicas de Teresópolis Costantino Ottaviano foram beneficiados com o uso da prototipagem, realizada através da tomografia computadorizada previamente realizada no próprio hospital. Com isso, os pacientes operados apresentaram vantagens como possibilidade de melhor proteção mecânica, melhor recuperação cirúrgica, menor presença de edema e diminuição das complicações pós-operatórias. Ademais, foi mantido o intercâmbio multidisciplinar entre LPP, NIT e CTBMF.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARROS, A. et al. Steps for biomodelo acquisition through additive manufacturing for health. Revista Gaúcha de Odontologia. v. 64, n. 4, p. 442-446, 2016.
2. CHOI, J. et al. Analysis of errors in medical rapid prototyping models. International Journal of Oral & Maxillo Facial Surgery. v. 31, n 1, p. 23-32, 2002.
3. FARYABI, J. et al. Efficacy of custom-made appliance by the method of CAD/CAM compared with conventional dressing for reducing facial swelling after maxillofacial surgery. Journal Dentist Shiraz University Medicine Science. v. 20, n. 4, p. 292-297, 2019
4. FREITAS, S. et al. Uso da prototipagem biomédica em Odontologia. Odontol. ClínicoCientífica, Recife, jul./set., v. 9, n. 3, p. 223-227, 2010.
5. HUPP, James. Cirurgia oral e maxilofacial contemporânea. Elsevier Health Sciences, 2011.
6. GIBSON, I. et al. The use of rapid prototyping to assist medical applications. Rapid Prototyping Journal. v. 12, n. 1, p. 53-58, 2016.
7. KHEIROLLAHI, H. B.; ABBASZADEH, F. Application of rapid prototyping technology in dentistry. International Journal of Rapid Manufacturing. v. 2, n. 1, p. 104-120, 2011.

8. MARICEVICH, P. et al. Prototyping: applications in craniomaxillofacial surgery at the Brazilian National Institute of Traumatology and Orthopedics (INTO)-RJ. *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica (RBCP)*. v. 30, n. 4, p.626-632, 2015.
9. MENEZES, P. et al. Aplicação da prototipagem rápida na implantodontia. *Innovations implant journal*. v.3,n.6,p.39-44,2008.
10. ORABONA, G. et al. Postoperative Management of Zygomatic Arch Fractures: InHouse Rapid Prototyping System for the Manufacture of Protective Facial Shields. *The Journal of Craniofacial Surgery*. v.30, n.7, p. 2057-2060, 2019.
11. PRADO, Roberto; SALIM, Martha. *Cirurgia Bucomaxilofacial diagnóstico e tratamento*. 1º ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.
12. SAFIRA, L. et al. Aplicação dos biomodelos de prototipagem rápida na Odontologia, confeccionados pela técnica da impressão tridimensional. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*. v. 9, n. 3, p. 240-246, 2010.
13. STOKBRO, K.; AAGAARD, E.; TORKOV, P.; BELL, R. B.; THYGESEN, T. Virtual planning in orthognathic surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, [S. l.]*, v. 43, n. 8, p. 957–965, 2014.
14. STOOR, Patricia; SUOMALAINEN, Anni; LINDQVIST, Christian; MESIMÄKI, Karri; DANIELSSON, Daniel; WESTERMARK, Anders; KONTIO, Risto K. Rapid prototyped patient specific implants for reconstruction of orbital wall defects. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, vol. 42, no. 8, p. 1644–1649, 2014.
15. SUOMALAINEN, Anni; STOOR, Patricia; MESIMÄKI, Karri; KONTIO, Risto K. Rapid prototyping modelling in oral and maxillofacial surgery: A two year retrospective study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, vol. 7, no. 5, p. e605–e612, 2015.
16. TEIXEIRA, Lucilia Maria de Souza; REHER, Peter; REHER, Vanessa Goulart Sampaio. *Anatomia aplicada à odontologia*.
17. VIEIRA, W. et al. Correção cirúrgica secundária do complexo zigomático-orbitário com auxílio de biomodelos prototipagem rápida. *Revista Brasileira de Cirurgia Craniomaxilofacial*. v. 15, n. 3, p. 152-154, 2012
18. RYAN, D. P. O. et al. Prototipagem em cirurgia e traumatologia buco-maxilo-facial. *Revista de Odontologia da UNESP*, v. 40, n. Especial, p. 0-0, 2013.

## 7 LISTA DE FIGURAS



Curativo no modelo STL



Aplicação do curativo no 1º paciente da pesquisa.



Acabamento dos curativos realizado na Faculdade de Odontologia do UNIFESO *campus* Alto.