

# A Produção do Conhecimento na Engenharia Biomédica

---

Nayara Araújo Cardoso  
Renan Rhonalty Rocha  
Maria Vitória Laurindo  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2019

**Nayara Araújo Cardoso**  
**Renan Rhonalty Rocha**  
**Maria Vitória Laurindo**  
(Organizadores)

# **A Produção do Conhecimento na Engenharia Biomédica**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Geraldo Alves  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

## Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

## Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

## Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof.<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

| <b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)<br/>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b> |   |
|---|---|
| P964  | A produção do conhecimento na engenharia biomédica [recurso eletrônico] / Organizadores Nayara Araújo Cardoso, Renan Rhonalty Rocha, Maria Vitória Laurindo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.<br><br>Formato: PDF<br>Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader<br>Modo de acesso: World Wide Web<br>Inclui bibliografia<br>ISBN 978-85-7247-382-8<br>DOI 10.22533/at.ed.828190106<br><br>1. Biomedicina – Pesquisa – Brasil. 2. Robótica. I. Cardoso, Nayara Araújo. II. Rocha, Renan Rhonalty. III. Laurindo, Maria Vitória.<br><br>CDD 610 |
| <b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>   |   |

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “A Produção do Conhecimento na Engenharia Biomédica” consiste em um livro de publicação da Atena Editora, com 21 capítulos em volume único, nos quais apresentam estratégias para as técnicas e tecnologias na produção de trabalho em saúde.

As Tecnologias em Saúde é um processo abrangente, por meio do qual são avaliados os impactos clínicos, sociais e econômicos das tecnologias em saúde, levando-se em consideração aspectos como eficácia, efetividade, segurança, custos, custo-efetividade, entre outros, a mesma deve ser compreendida como conjunto de ferramentas, entre elas as ações de trabalho, que põem em movimento uma ação transformadora da natureza. Desse modo, além dos equipamentos, devem ser incluídos os conhecimentos e ações necessárias para operá-los: o saber e seus procedimentos.

Entretanto, o sentido contemporâneo de tecnologia, portanto, diz respeito aos recursos materiais e imateriais dos atos técnicos e dos processos de trabalho, sem, contudo, fundir estas duas dimensões. Além disso, dado o grande desenvolvimento do saber técnico-científico dos dias atuais, este componente saber da tecnologia ganha qualidade estatuto social adicionais. Assim, novas tecnologias são lançadas no mercado todos os dias e com isso as demandas pela incorporação pelo sistema de saúde geradas pelas indústrias, pacientes e profissionais de saúde, têm crescido e continuará crescendo.

Com o intuito de colaborar com os dados já existentes na literatura, este volume traz atualizações sobre novas tecnologias que implementam melhores estratégias terapêuticas, que podem inovar o tratamento dos pacientes de um modo mais prático e resolutivo, assim esta obra é dedicada tanto à população de forma geral, quanto aos profissionais e estudantes da área da saúde. Dessa forma, os artigos apresentados neste volume abordam: aplicabilidade da robótica em terapia para reabilitação de pacientes com perdas de membros; jogo educativo para avaliação cognitivo-motor de deficientes intelectuais, avaliação da resposta da frequência cardíaca de adultos durante teste cardiopulmonar; tecnologias aplicadas à oftálmica como forma de melhorar a qualidade de vida; exposição à radiação ionizante em cirurgias ortopédicas; considerações sobre o espectro luminoso da descarga eletrocirúrgica; desenvolvimento de hidrogéis de quitosana associados a Ibuprofeno para liberação controlada; sistema de identificação de alimentos baseado em imagens de porções alimentares; a hemólise como fator interferente em parâmetros bioquímicos; planejamento em área estética de implante instalado tardiamente pós exodontia - relato de caso clínico e epidemiologia do Alzheimer.

Sendo assim, almejamos que este livro possa colaborar com informações relevantes aos estudantes e profissionais de saúde sobre diferentes tecnologias e técnicas aplicada à saúde, que podem ser usadas para aprimorar a prática profissional, e também para a população de forma geral, apresentando informações atuais sobre

técnicas e tecnologias aplicadas á saúde.

Nayara Araújo Cardoso

Renan Rhonalty Rocha

Maria Vitória Laurindo

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1 ..... 1** **APLICABILIDADE DA TERAPIA ROBÓTICA NA REABILITAÇÃO EM PÓS-OPERATÓRIO DE ESOFAGECTOMIA**

Daniela Santana Polati da Silveira  
Jéssica Peixoto de Araújo  
Maria Lúcia Pedroso Lourenço  
Pedro Melhado Trovo  
Renata Carvalho Cardoso

**DOI 10.22533/at.ed.8281901061**

### **CAPÍTULO 2 ..... 5** **ADAPTAÇÃO DE UM PROJETO DE ROBÔ HUMANOIDE IMPRESSO EM 3D EM UMA PRÓTESE SENSORIAL DE MEMBRO SUPERIOR**

Gustavo Pasqua de Oliveira Celani  
Roberto Luiz Assad Pinheiro  
Mariana Brandão Silvério  
Rani Sousa Alves  
Elisa Rennó Carneiro Dester  
Fabiano Valias de Carvalho

**DOI 10.22533/at.ed.8281901062**

### **CAPÍTULO 3 ..... 14** **MAO3D - PROTETIZAÇÃO E REABILITAÇÃO DE MEMBRO SUPERIOR ADULTO COM A TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D**

Maria Elizete Kunkel  
Patrícia Bettiol Abe  
Marcelo Pasqua  
Israel Toledo Gonçalves  
Lucas de Macedo Pinheiro  
Sandra Maria Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.8281901063**

### **CAPÍTULO 4 ..... 30** **SISTEMA COMPUTADORIZADO PARA APRESENTAR AS VARIAÇÕES NO CENTRO DE MASSA NO DISCO PROPRIOCEPTIVO DE FREEMAN**

André Roberto Fernandes da Silva  
Antônio Vinícius de Moraes  
Leandro Lazzareschi  
Silvia Regina Matos da Silva Boschi  
Terigi Augusto Scardovelli  
Alessandro Pereira da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.8281901064**

### **CAPÍTULO 5 ..... 40** **ESPECTROSCOPIA RAMAN APLICADA NA OBSERVAÇÃO DE PRINCÍPIO ATIVO DE REPELENTE DE INSETOS NA PELE**

Michele Marin da Costa  
Landulfo Silveira Jr.  
Renato Amaro Zângaro  
Marcos Tadeu Tavares Pacheco  
João Dias da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.8281901065**

|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPÍTULO 6</b> .....   | <b>54</b>  |
| AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO COGNITIVO-MOTOR DE DEFICIENTES INTELLECTUAIS COM JOGO EDUCATIVO   |            |
| Letícia Gonçalves Segatto<br>Mariana Cardoso Melo   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.8281901066</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 7</b> .....   | <b>68</b>  |
| UM NOVO ALGORITMO DE EVOLUÇÃO DIFERENCIAL BASEADO EM SIMULATED ANNEALING PARA RECONSTRUÇÃO DE IMAGENS DE TOMOGRAFIA POR IMPEDÂNCIA ELÉTRICA                 |            |
| Reiga Ramalho Ribeiro<br>Priscila Dias Mendonça   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.8281901067</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 8</b> .....   | <b>79</b>  |
| SISTEMA BASEADO NA WEB DE ESPECIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS APLICADO EM RAIOS-X  |            |
| Walter Lima Ramirez Filho<br>Lourdes Mattos Brasil  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.8281901068</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 9</b> .....   | <b>87</b>  |
| A NEW MEASURE TO EVALUATE SUBTHRESHOLD RESONANCE IN NEURONS   |            |
| Rodrigo Felipe de Oliveira Pena<br>Vinicius Lima Cordeiro<br>Cesar Augusto Celis Ceballos<br>Renan Oliveira Shimoura<br>Antônio Carlos Roque da Silva Filho |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.8281901069</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 10</b> .....  | <b>94</b>  |
| REPEATABILITY OF GAIT RANGES OF MOTION IN THE PRESENCE OF STROKE  |            |
| Vanessa Lucas dos Santos<br>Gisele Francini Devetak<br>Elisangela Ferretti Manffra  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.82819010610</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 11</b> .....  | <b>107</b> |
| AVALIAÇÃO DA RESPOSTA DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE ADULTOS DURANTE TESTE CARDIOPULMONAR  |            |
| Elisângela de Andrade Aoyama<br>Vera Regina Fernandes da Silva Paz<br>Marília Miranda Forte Gomes   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.82819010611</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 12</b> .....  | <b>113</b> |
| ASSISTIVE TECHNOLOGY OF OPHTHALMIC MEMBRANE OCCLUSIVE FROM NATURAL LATEX  |            |
| Jaqueline Alves Ribeiro<br>Suéilia de Siqueira Rodrigues Fleury Rosa  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.82819010612</b>   |            |



|  |            |
|--|------------|
| <b>CAPÍTULO 13</b> .....   | <b>121</b> |
| VALORES DE EXTINÇÃO TOPOLÓGICOS PARA ANÁLISE DE QUALIDADE DE IMAGENS DE FUNDO DE OLHO                              |            |
| Alexandre Gonçalves Silva<br>Marina Silva Fouto<br>Angélica Moises Arthur<br>Rangel Arthur                         |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.82819010613</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 14</b> .....   | <b>131</b> |
| EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO IONIZANTE EM CIRURGIAS ORTOPÉDICAS  |            |
| Celso Júnio Aguiar Mendonça<br>Frieda Saicla Barros<br>Bertoldo Schneider Júnior                                   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.82819010614</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 15</b> .....   | <b>141</b> |
| CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESPECTRO LUMINOSO DA DESCARGA ELETROCIRÚRGICA  |            |
| Elton Dias Junior<br>Evaldo Ribeiro<br>Bertoldo Schneider Junior   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.82819010615</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 16</b> .....   | <b>149</b> |
| DESENVOLVIMENTO DE HIDROGÉIS DE QUITOSANA ASSOCIADOS A IBUPROFENO PARA LIBERAÇÃO CONTROLADA                        |            |
| Amanda de Castro Juraski<br>Sônia Maria Malmonge<br>Nasser Ali Daghasanli<br>Juliana Kelmy Macário Barboza Daguano |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.82819010616</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 17</b> .....   | <b>159</b> |
| SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DE ALIMENTOS BASEADO EM IMAGENS DE PORÇÕES ALIMENTARES                                    |            |
| Yuri Malinowsky Shiga<br>Kristy Soraya Coelho<br>Joao da Silva Dias<br>Giselle Lopes Ferrari Ronque                |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.82819010617</b>  |            |
| <b>CAPÍTULO 18</b> .....   | <b>169</b> |
| A HEMÓLISE COMO FATOR INTERFERENTE EM PARÂMETROS BIOQUÍMICOS   |            |
| Luma Carolina Santos da Silva<br>Graziéli Ferreira Carmargo<br>Camilla Lazzaretti                                  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.82819010618</b>  |            |

|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPÍTULO 19 .....</b>  | <b>177</b> |
| <b>DOENÇA DE ALZHEIMER: ESTIMATIVAS EM USUÁRIOS DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE DO MUNICÍPIO DE OSÓRIO/RS</b>       |            |
| Cristiano Serrano Tubelo Filho  |            |
| Gabriel Corteze Netto   |            |
| Camilla Lazzaretti  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.82819010619</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 20 .....</b>  | <b>187</b> |
| <b>UPPER LIMB EXOSKELETON BY PNEUMATIC MUSCLES</b>  |            |
| Filipe Loyola Lopes   |            |
| Larissa Guimarães Veríssimo   |            |
| Elton Silva de Moraes   |            |
| Raphael Sander de Souza Pereira   |            |
| Rani de Souza Alves   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.82819010620</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 21 .....</b>  | <b>190</b> |
| <b>PLANEJAMENTO EM ÁREA ESTÉTICA DE IMPLANTE INSTALADO TARDIAMENTE PÓS EXODONTIA – RELATO DE CASO CLINICO</b> |            |
| Edith Umasi Ramos   |            |
| Luan Pier Benetti   |            |
| Luiz Gustavo Cavalcanti Bastos  |            |
| André Carlos de Freitas   |            |
| Tainara Tejada Camacho  |            |
| Ana Paula farnezi Bassi   |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.82819010621</b>   |            |
| <b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>  | <b>203</b> |

## MAO3D - PROTETIZAÇÃO E REABILITAÇÃO DE MEMBRO SUPERIOR ADULTO COM A TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D

### **Maria Elizete Kunkel**

Universidade Federal de São Paulo UNIFESP,  
Instituto de Ciência e Tecnologia  
São José dos Campos - SP

### **Patrícia Bettiol Abe**

Universidade do Vale do Paraíba, UNIVAP,  
Faculdade Ciências da Saúde  
São José dos Campos - SP

### **Marcelo Pasqua**

Marcelo Pasqua Studios  
São Paulo – SP

### **Israel Toledo Gonçalves**

Universidade Federal de São Paulo UNIFESP,  
Instituto de Ciência e Tecnologia  
São José dos Campos - SP

### **Lucas de Macedo Pinheiro**

Universidade de Brasília, UnB  
Brasília – DF

### **Sandra Maria Rodrigues**

Lexis Psicologia  
São José dos Campos - SP

**RESUMO:** Diversos tipos de traumas como acidentes de trabalho ou trânsito, sequelas de doenças adquiridas ou casos de agressões físicas resultam em amputação traumáticas de membro superior. Nestes casos, próteses de mão podem auxiliar o usuário visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social. Manufatura aditiva ou impressão

3D é um princípio de fabricação utilizado em aplicações na engenharia biomédica como customização de órteses e próteses. O Programa Mao3D da Unifesp desenvolveu um processo de protetização e reabilitação para uma mulher adulta vítima de agressão física. Este capítulo apresenta a evolução deste estudo de caso cujos objetivos foram: 1) Criar um modelo feminino de prótese mecânica de mão, a partir de modificações estruturais de modelos open source infantis, para manufatura por impressão 3D, 2) Avaliar o desempenho da prótese por meio de uma equipe interdisciplinar e 3) Realizar a reabilitação da voluntária. O modelo completo da prótese de membro superior desenvolvida estará disponibilizado no site do Mao3D [www.mao3d.com.br](http://www.mao3d.com.br). O modelo criado consiste de um novo modelo de mão com a parte do braço adaptada do Team Unlimbited Arm. Com o uso da prótese a voluntária conseguiu realizar a maioria das tarefas pré-estabelecidas na etapa de reabilitação. Mais estudos precisam ser realizados para avaliar o uso de prótese a longo prazo.

**PALAVRAS-CHAVE:** prótese de mão, impressão 3D, manufatura aditiva, engenharia biomédica, Mao3D.

**ABSTRACT:** Various types of trauma such as work or traffic accidents, sequelae of acquired diseases or cases of physical aggression result

in traumatic upper limb amputation. In these cases, hand prostheses can help the user with autonomy, independence, quality of life and social inclusion. Additive manufacturing or 3D printing is a principle used in biomedical engineering applications such as orthotic and denture customization. The Mao3D Program of Unifesp has developed a process of protection and rehabilitation for an adult female victim of physical aggression. This chapter presents the evolution of this case study whose objectives were: 1) To create a female model of mechanical hand prosthesis, from structural modifications of children's open source models, to manufacturing by 3D printing, 2) To evaluate the performance of the prosthesis by middle of an interdisciplinary team and 3) Rehabilitate the volunteer. The complete model of the developed upper limb prosthesis will be available on the Mao3D website [www.mao3d.com.br](http://www.mao3d.com.br). The created model consists of a new hand model with the adapted arm part of Team Unlimbited Arm. With the use of the prosthesis, the volunteer was able to perform most of the tasks pre-established in the rehabilitation stage. More studies are needed to evaluate the use of prostheses in the long term.

**KEYWORDS:** hand prosthesis, 3D printing, additive manufacturing, biomedical engineering, Mao3D.

## 1 | INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil tem cerca de 25% da população com algum tipo de deficiência. Anomalias congênitas afetam entre 1 e 2% dos nascidos vivos. Desta população, aproximadamente 10% possuem deformidades dos membros superiores (Chung 2011; França Bisneto 2011). A maioria dos casos de anomalia congênita da mão são resultado de malformação do feto durante alguma fase da gestação. A brida amniótica, por exemplo, é a consequência de traumatismo intrauterino que resultam em malformação das mãos do feto que pode nascer com a ausência de um ou mais dedos (Matic e Komazec 2009). Além disso, diversos tipos de traumas como acidentes de trabalho ou de trânsito, sequelas decorrentes de doenças adquiridas ou até mesmo casos de agressões físicas podem resultar em uma amputação traumáticas de membro superior. Com a perda da capacidade manipulatória, o indivíduo passa a ter uma vida menos funcional, mais dependente e com limitações para exercer atividades relacionadas com a rotina pessoal como educação, trabalho e lazer.

A Tecnologia Assistiva abrange todo dispositivo, recurso tecnológico ou serviço desenvolvido para proporcionar mais autonomia, independência e inclusão social à pessoa com deficiência (Cook 2001). Próteses de mão são dispositivos de tecnologia assistiva criados com a função de substituir o membro ausente visando a autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social do usuário. Devido à sua natureza interdisciplinar, a criação de uma prótese de mão e a reabilitação do usuário para o bom uso deste dispositivo, requer a integração de várias disciplinas de diferentes áreas de conhecimento, como engenharia, medicina, terapia ocupacional, psicologia,

design e outras. Desse modo, desenvolver uma prótese de mão com custo acessível e boa funcionalidade requer um processo inovativo e interdisciplinar.

A biomecânica da mão humana é algo ainda muito difícil de ser reproduzido, assim, desenvolver uma prótese de mão é complexo pois este dispositivo deve ser uma estrutura articulada que possa ser facilmente acionado, de tamanho reduzido, com boa resistência mecânica e peso adequado (Loenert, 2018). Além disso, em muitos casos a prótese de mão precisa ser personalizada pois cada caso tem um anatomia diferenciada e requer um bom ajuste da prótese com o formato do coto de acordo com a necessidade do usuário. A personalização de um dispositivo de tecnologia assistiva eleva o custo final e o tempo de produção. Outra etapa muito importante no processo de protetização é o processo de reabilitação pois é ele que permite que o usuário aprenda a utilizar a prótese para realizar as tarefas do dia a dia como manipular objetos, se alimentar, fazer higiene pessoal e etc (Loenert, 2017a).

As próteses convencionais de membro superior podem ser do tipo estética, mecânica ou automatizadas, de modo geral os modelos mais acessíveis disponíveis no mercado apresentam muitas limitações funcionais e uma taxa de abandono de uso em torno 90%. Um dos motivos do abandono está no fato das próteses serem feitas em escala industrial, ou seja, exatamente iguais. Como cada pessoa apresenta características únicas, conhecer e levar em consideração as deformidades anatômicas, mobilidades articulares e mesmo a condição do tecido do coto, é essencial para se desenvolver uma boa prótese. Não levar em considerações tais fatores, implica diretamente na má reabilitação do usuário. Se o processo de reabilitação não for bem concluído, inevitavelmente o usuário não conseguirá utilizar a prótese em seu cotidiano. A prótese de membro superior estética tem a função apenas de representar o aspecto visual do membro sendo passiva, a prótese mecânica é articulada e pode ser acionada pelo movimento de uma articulação do braço e a prótese automatizada por ser do tipo mioelétrica com sensores em contato com a pele para acionar motores que irão fazer a articulação dos dedos.

A manufatura aditiva ou impressão 3D engloba um conjunto de tecnologias que permitem a criação de objetos físicos em vários tipos de materiais a partir de modelos virtuais em 3D (Volpato, 2017). Inicialmente, a impressão 3D foi aplicada em áreas industriais como desenvolvimento de produtos otimizados e de qualidade. Nos últimos anos, a impressão 3D tem sido aplicada também na área de saúde como uma ferramenta para a criação de órteses, próteses e biomodelos para ensino, planejamento e treinamento cirúrgico (Kunkel, 2019). O processo de impressão 3D Moldagem por Fusão e Deposição FDM (*Fused Deposition Modeling*) permite que um objeto seja construído por deposição de um polímero extrudado sobre uma mesa com movimentação vertical. A cabeça de extrusão se movimenta no plano x-y e é alimentada por um filamento de polímero que é aquecido para ser dispensado na forma de filetes em estado pastoso formando a estrutura física de um objeto. Dentre os diversos processos de impressão 3D existentes atualmente, o FDM é o mais

acessível. O mercado nacional dispõe de diversos tipos de impressoras de baixo custo e filamentos de polímeros e diversas plataformas na internet disponibilizam modelos em 3D de diversos tipos de objetos com licença de uso livre, os modelos open source (Loenert 2016a, 2017b).

O primeiro modelo *open source* de prótese mecânica de mão infantil manufaturado por impressão 3D foi criado no projeto *Robohand*, na África do Sul em 2013 (Fig.1). Comparada com uma prótese comercial, a prótese mecânica feita por impressão 3D tem uma produção simples e com custo mais baixo. A prótese é feita com material plástico, o que permite que ela seja leve e viabiliza, a uma criança sem membro, a realização de diversas atividades como escrever, brincar de bola ou bicicleta e segurar objetos pequenos (Robohand, 2013). A Organização Não Governamental ONG e-Nable foi criada nos EUA em 2014 baseada no projeto Robohand (Schull, 2014). A e-Nable é formada por milhares de voluntários de todo o mundo, principalmente americanos, que colaboram juntos com o desenvolvimento de novos modelos de próteses de mão e braço *open source*, impressão e montagem de próteses para doação às crianças ou divulgando e ensinando como as próteses podem ser feitas (e-Nable, 2014) (Fig. 1). Em 2017 foi criado um segmento da e-Nable no Brasil, ainda são poucos os voluntário que atuam neste contexto, se destacam a ONG Dar a Mão e o Programa Mao3D.



Fig. 1 – Prótese de mão mecânica infantil feitas por impressão 3D dos projetos Robohand e e-Nable.

Fonte: (Robohand, 2013 e e-Nable, 2014).

O Programa Social de Extensão Mao3D do Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) foi criado em 2015 para reproduzir os modelos de prótese da e-Nable e doar estes dispositivos sem custo para crianças

que precisam (Loenert 2016a e b) (Fig. 2). O Mao3D é formado por estudantes de bacharelado em ciência e tecnologia e engenharia da UNIFESP e conta com a ajuda de voluntários externos na área de design e saúde. O Mao3D está alinhado com a missão da UNIFESP de promover o avanço do conhecimento através de ações de ensino, pesquisa e extensão. As atividades de extensão do Mao3D estão vinculadas com o curso de Engenharia Biomédica que tem como fundamentos a interdisciplinaridade, excelência e inclusão social (Kunkel 2017). Vídeos disponíveis em [www.mao3d.com.br](http://www.mao3d.com.br)



Fig. 2 – Próteses de mão mecânica infantil feitas por impressão 3D do Programa Mao3D.

Atualmente, um grande número de próteses feitas por impressão 3D têm sido doadas na maioria dos casos para crianças. No entanto, ainda faltam estudos mostrando evidências sobre a aceitação, funcionalidade e durabilidade destes dispositivos. A grande vantagem do uso de impressão 3D para fazer próteses de membros é a possibilidade de personalização com variação de cores, formas, tamanhos e modelos (Ganga 2016, ten Kate et al, 2017). No início de 2018, uma equipe do Mao3D criou uma próteses de mão por impressão 3D para uma mulher adulta, este capítulo apresenta a evolução deste estudo de caso. Os objetivos deste estudo foram: 1) Criar um modelo feminino de prótese mecânica de mão a partir de modificações estruturais de modelos open source infantis para manufatura por impressão 3D, 2) Avaliar o desempenho da prótese por meio de uma equipe interdisciplinar e 3) Realizar a reabilitação da voluntária.

## 2 | MÉTODOLOGIA E RESULTADOS

### 2.1 Caso estudado

A voluntária do estudo é uma mulher de 31 anos residente em Campo Novo do Parecis (MT) que foi agredida fisicamente com um objeto cortante adquirindo várias lesões pelo corpo. A voluntária passou por cirurgias reparadoras de amputação nos dois membros superiores que resultou em uma amputação de desarticulação de punho do lado esquerdo e uma amputação transradial do terço distal no lado direito. Em casos de amputação bilateral como este, o uso de próteses de mão pode ajudar o usuário na realização de atividades do dia a dia. Entre janeiro e fevereiro de 2018, uma equipe do mao3D foi formada para a criação de uma prótese de membro superior para atender a este caso. Como a voluntária é destra a equipe optou por fazer inicialmente uma prótese de mão para o membro superior direito.

### 2.2 Equipe interdisciplinar

A criação da prótese de mão personalizada e o processo de reabilitação requerem informação de várias áreas para atender as necessidades do usuário. Neste estudo foi formada uma equipe interdisciplinar (Fig. 3):

| Nome  | Área de atuação       | Instituição            | Função                  |
|---|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| Maria Elizete Kunkel  | Biomecânica           | Unifesp                | Coordenação             |
| Patricia Bettiol Abe  | Terapeu Ocupacional   | Univap                 | Reabilitação            |
| Sandra Maria Rodrigues  | Psicóloga             | Lexis Psicologia       | Atendimento psicológico |
| Marcelo Pasqua  | Designer gráfico      | Marcelo Pasqua Studios | Modelagem 3D            |
| Lucas de M Pinheiro   | Eng. Mecatrônica      | UnB                    | Impressão 3D            |
| Israel Toledo Gonçalves   | Protetista e podólogo | Unifesp                | Montagem e revestimento |
| Clinton A do E Santos<br>Mariana Mineiro<br>Paloma Gonçalves<br>Viviane Mariano<br>Natália A dos Santos | Eng. Biomédica        | Unifesp                | Apoio na Impressão 3D   |
| Renato Spenser e Everton  | Assessoria técnica    | e-Nable Brasil         | Assessoria técnica      |

Fig. 3 – Equipe interdisciplinar do Programa Mao3D

### 2.3 Entrevistas com psicóloga e terapeuta ocupacional para prescrição da prótese

Inicialmente a voluntária recebeu atendimento psicológico sobre a expectativa e aspectos emocionais com relação à aquisição e utilização da prótese. Este atendimento visou reduzir a frustração e o risco de abandono do uso da prótese. Durante o processo de protetização e reabilitação foram realizados mais 4 atendimentos. A voluntária foi atendida também pela terapeuta ocupacional que é a profissional que prescreve a prótese. Os objetivos dos encontros foram: 1) Definir o modelo de prótese mais



adequado para a voluntária com base no exame do coto e articulação do cotovelo, 2) Realizar testes para avaliar a condição física do coto em relação à força, amplitude articular e sensibilidade e 3) Determinar as principais necessidades funcionais. Neste caso, Um modelo de prótese mecânica de mão acionado pela articulação do cotovelo foi definido como sendo o mais adequado. A avaliação sensitiva realizada na região das cicatrizes para determinar possível hipersensibilidade, anestesia, sensação de membro fantasma, mostrou que a voluntária não apresentou nenhuma alteração. As principais necessidades de atividades de vida diária descritas pela voluntária foram alimentação, andar de bicicleta, fazer a higiene independentemente no banheiro e as atividades de cuidado com a casa.

## 2.4 Definição dos requisitos e modelo da prótese de mão

Utilizando uma metodologia de design thinking, os seguintes requisitos foram definidos para a prótese de mão desenvolvida neste estudo: Baixo custo, produção das peças em polímero por impressão 3D, conforto e facilidade de uso, boa aparência estética, funcionalidade, boa resistência mecânica com acionamento pelo cotovelo. Até o momento da execução deste projeto não existiam modelos *open source* de prótese mecânica de mão para adultos, todos os modelos disponíveis são lúdicos para agradar o público infantil. Neste estudo foi idealizado a criação de um novo modelo de mão adulta com características femininas. O designer criou um novo modelo da mão e para a parte do braço foi utilizado um modelo *open source* da e-Nable originalmente projetado para criança. O desafio aqui foi adequar o modelo de prótese infantil para o uso adulto.

## 2.5 Aquisição das medidas antropométricas da usuária.

De modo geral, uma prótese de membro superior é feita baseada na medida dimensionais do membro contralateral do usuário. Neste caso de estudo, como a voluntária apresentava uma amputação bilateral não havia a possibilidade de fazer a prótese com a medida exata do membro perdido. As medidas do coto da voluntária foram adquiridas com um fita métrica (Fig. 4a) e por escaneamento 3D com o scanner Isense (Fig. 4b). A solução encontrada pelo designer para fazer o modelo da mão foi criar o modelo 3D baseado em fotos e medidas da mão da mãe da voluntária (Fig. 4c e d).

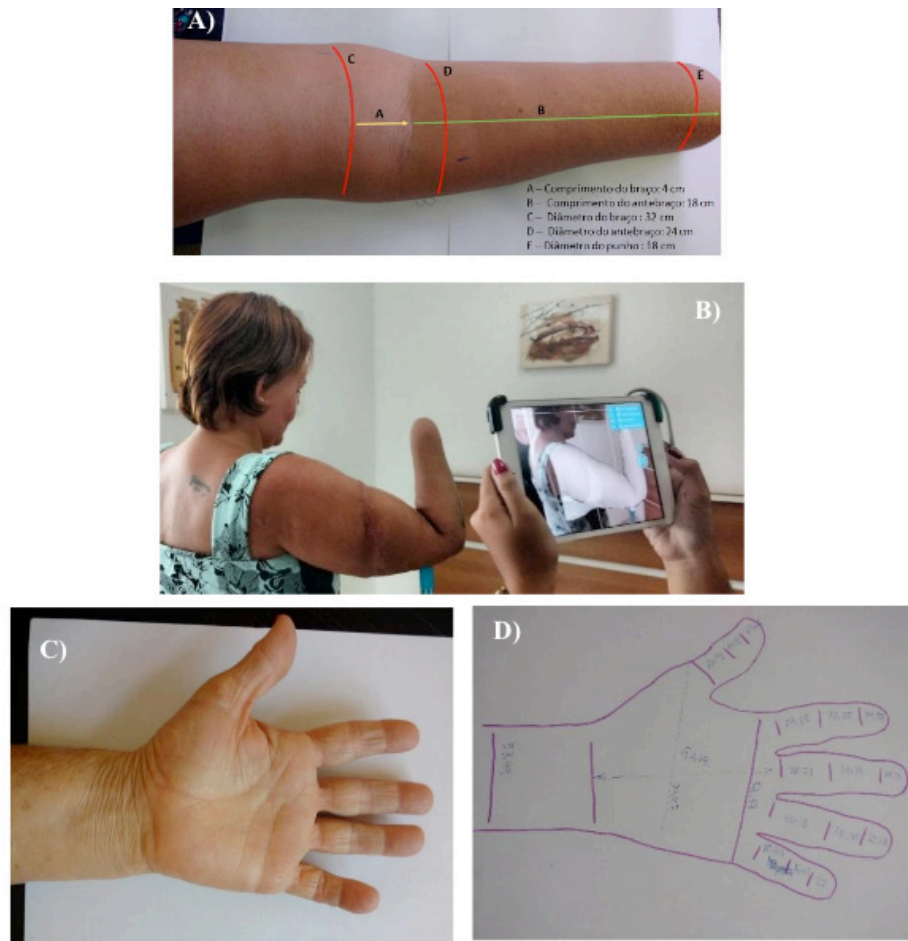


Fig.4 – Processo de aquisição das medidas: A) Medidas diretas com uso de fita métrica, B) Digitalização do coto, C) e D) Mão da mãe da voluntária e suas respectivas medidas que serviram de base para a modelagem 3D da prótese de mão.

## 2.6 Modelagem 3D da prótese

A modelagem da parte da mão da prótese foi feita com o software de escultura digital ZBrush. Em relação à estética foram reproduzidos os traços da mão da mãe da voluntária para que a peça ficasse mais delicada. Alguns critérios importantes com a posição do polegar foram considerados no design final da prótese para permitir a função de pinça entre os dedos. O desenho da mão da voluntária foi redimensionado para se ajustar ao formato do coto obtido por escaneamento 3D (Fig. 5).



Fig.5 – Modelagem 3D da parte da mão da prótese.

Assim como nos modelos *open design* da e-Nable, os dedos da mão da prótese desenvolvida neste projeto foi projetada para serem acionados por um sistema mecânico de fios tracionadores (Fig. 6). A extremidade proximal dos fios é fixada a uma base na parte do antebraço da prótese e a distal à ponta de cada dedo. Os fios são guiados da base até a ponta dos dedos pelo interior das peças proporcionando flexão e extensão das articulações dos dedos por meio do movimento do cotovelo.

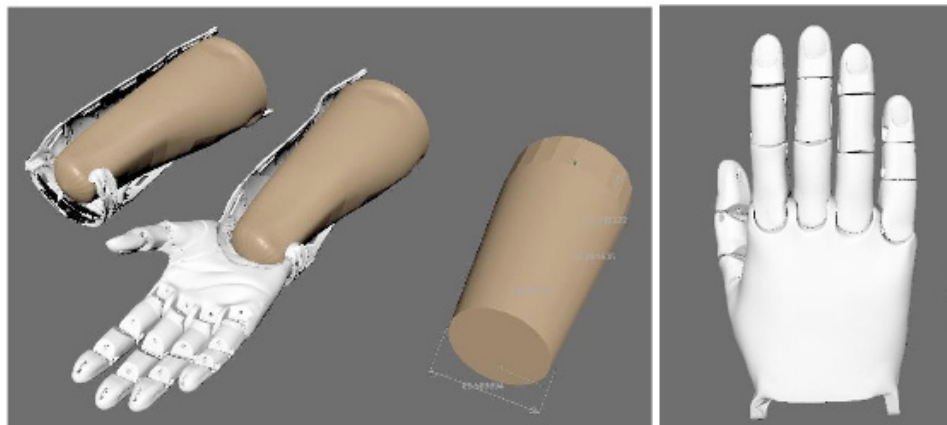


Fig.6 – Modelo 3D da prótese de mão mecânica adulta ajustado ao coto digital da voluntária.

A parte do braço do modelo *open source* de prótese The UnLimbited Arm v2.1 - Alfie Edition foi utilizado por atender ao tipo de amputação transradial do braço da voluntária (Team UnLimbited Arm 2016) (Fig.7). Para permitir um melhor ajuste ao braço da voluntária as medidas foram redimensionadas de modo que a proporção do modelo original foi modificada.

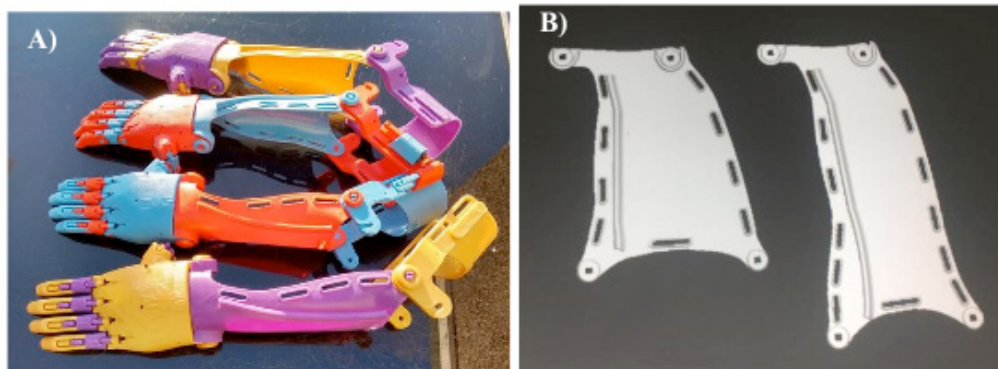


Fig.7 –

A) Modelo Team Unlimbited Arm v2.1 - Alfie Edition utilizado como base para a modelagem da parte do braço da prótese, B) Peça original e redimensionada do antebraço.

## 2.7 Impressão 3D

A etapa de impressão 3D das peças que formam a prótese inclui os seguintes passos: exportação da geometria tridimensional em STL (formato de arquivo comum para impressão 3D); verificação da integridade do arquivo; Definição dos parâmetros de impressão desejadas; exportação em código de máquina; impressão e pós-processamento da peça se necessário (Fig. 8).

Neste estudo, todas as peças rígidas que formam a prótese como a palma, falanges, conectores, antebraço e braço foram manufaturadas em material polimérico termoplástico ácido Polilático (PLA) e as partes flexíveis como a articulação dos dedos foram manufaturadas em poliuretano (TPU) em uma impressora 3D Sethi3D Aip (Fig. 8). O PLA é um material biodegradável, rígido, leve, com pouca flexibilidade e boa resistência em relação a absorção de impacto sendo por isso muito usado na produção de próteses e órteses pela boa relação preço e qualidade. O TPU foi utilizado como filamento flexível para obter elasticidade na conexão entre as falanges e consequentemente a eficiência no acionamento da prótese.

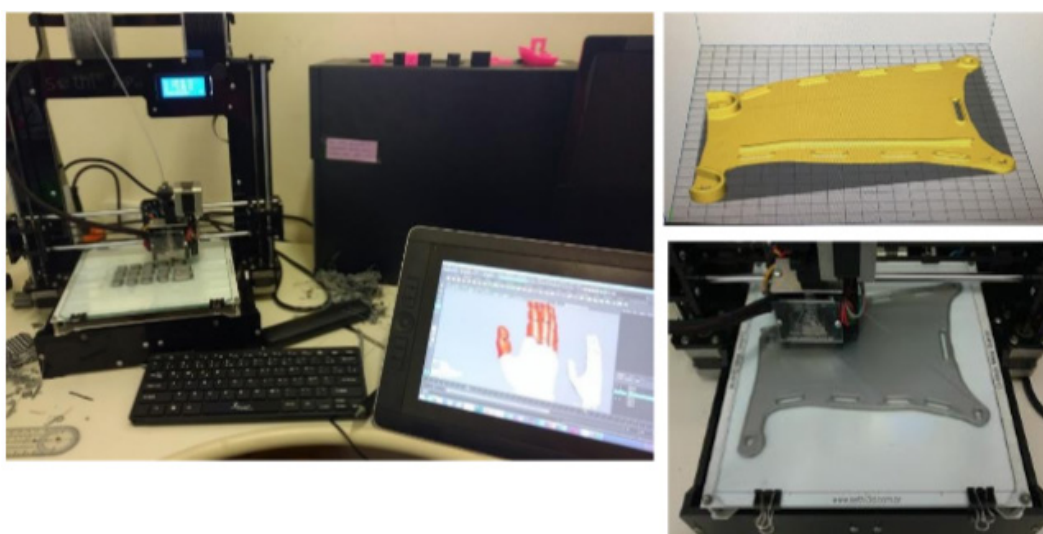


Fig.8 – Impressão 3D das peças que forma a prótese de mão

## 2.8 Moldagem, montagem e testes de ajuste da prótese

Após a impressão 3D das peças e antes da montagem da prótese em si é

realizado o processo de moldagem das peças do antebraço e braço. Para isto, as peças do braço e antebraço foram aquecidas uma a uma com um soprador térmico com uma temperatura entre 60°C e 80°C com uma distância das peças de aproximadamente 15 cm para não as danificar. As peças manufaturadas em PLA facilmente torna-se maleável a esta temperatura e uma vez aquecido, as peças foram modeladas em uma base circular cônica com dimensões similares ao da voluntária (Fig. 9). Estas peças são impressas planas pela facilidade e são moldadas após a impressão 3D para que possam oferecer um bom ajuste ao coto. O processo de montagem da prótese é feito com fio multifilamento que oferecem maior resistência mecânica e mais força de tração nos dedos e parafusos roscados para aumentar a estabilidade das articulações (Fig. 10).

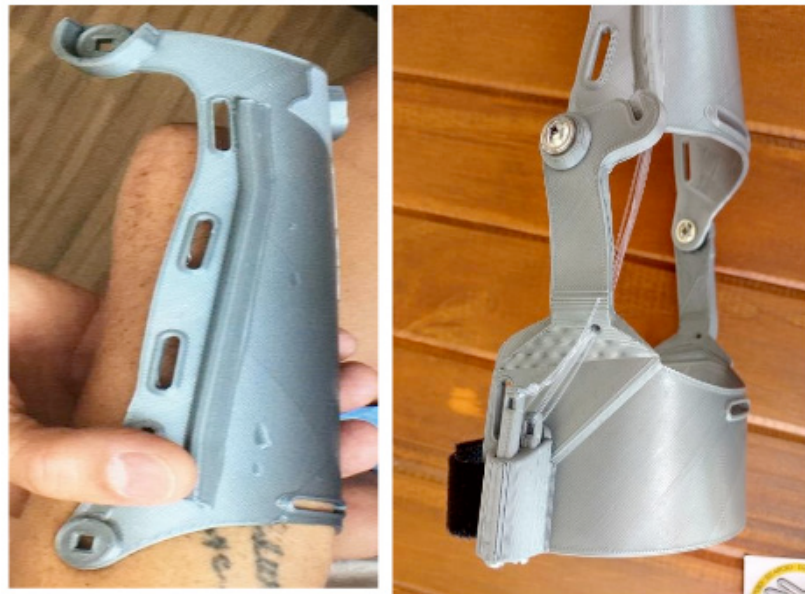


Fig.9 – Resultado do processo de moldagem e montagem da prótese

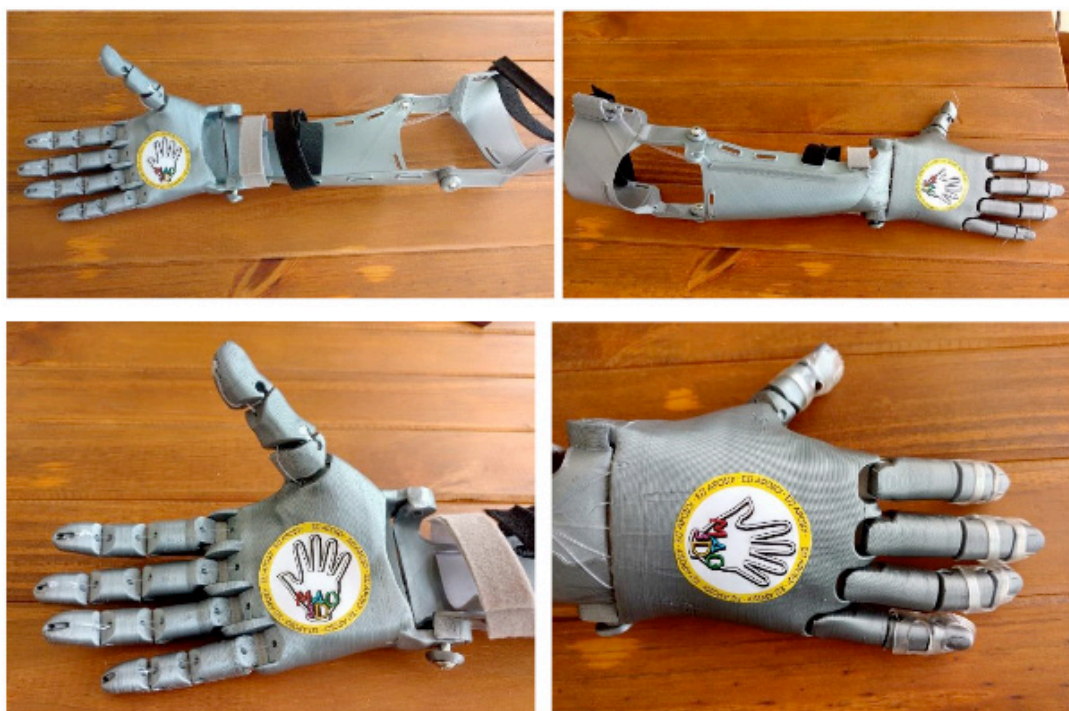


Fig.10 – Vista anterior e posterior da prótese de membro superior montada

Após a montagem da prótese foi feito o primeiro teste de ajuste com a voluntária, durante o teste é possível observar se a prótese está bem dimensionada ou se precisará voltar para a etapa de modelagem e impressão 3D. Nesta etapa podem ainda ser feitos pequenos ajustes por aquecimento da peça com o soprador térmico (Fig. 11).



Fig.11 – Primeiro teste de ajuste da prótese com a voluntária

Na região das pontas dos dedos foi confeccionada uma ponteira para melhorar o contato da prótese com objetos criando mais aderência pelo aumento do atrito entre os dedos e um objeto (Fig. 12). O aumento do atrito é importante na aplicação de forças ao agarrar um objeto. Assim o material intervém, de maneira proporcional à área de contato entre o objeto e a mão, evitando o deslizamento.

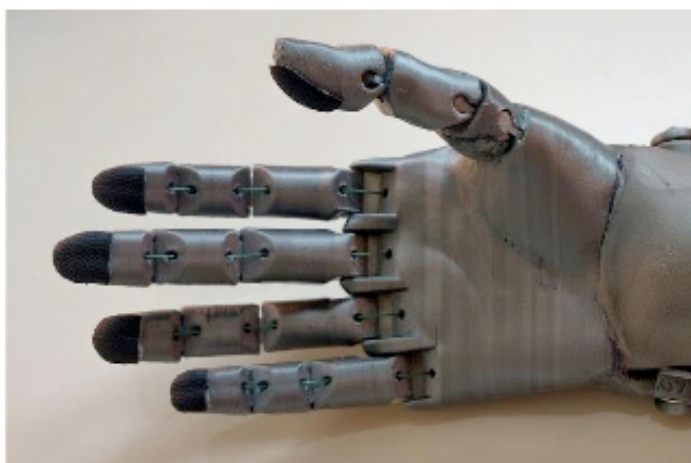


Fig.12 – Ponteiros foram confeccionados para melhorar o contato dos dedos com objetos

Os testes de bancada da prótese isolada foram realizados para avaliar o desempenho da prótese ao exercer a função de garra na realização de tarefas básicas como agarrar, levantar e sustentar objetos com diferentes características geométricas (forma e tamanho) e físicas (peso e material).

## 2.9 Revestimento interno e acessórios para fixação da prótese

O revestimento é uma cobertura feita na parte interna da prótese que entra em contato com o coto do usuário. Este revestimento protege os pontos de pressão que tendem a causar dor ou lesões. Para que este revestimento tenha uma boa resposta, é necessário que o material tenha ótima resistência a abrasão e se possível, capacidade

de dispersão dos picos de pressão. Neste estudo, o Etil Vinil Acetato (EVA) com 25% de borracha em sua composição foi utilizado para o revestimento. O EVA foi aderido à parte interna da prótese com cola de contato. Ainda nessa etapa foi utilizado abaixo da camada de revestimento em EVA, o biolátex com densidade de dureza shore 5 para fazer o contato do coto com a palma da prótese (Fig. 13). O Biolátex não tem resistência a abrasão, mas tem excelente capacidade de dispersão de força e grande durabilidade. A junção desses materiais oferece mais resistência às forças externas e conforto sem risco de lesão. Tais revestimentos e a devida aplicação da engenharia dos materiais, levando em conta as características anatômicas e a biomecânica do movimento, são essenciais para permitir uma boa reabilitação do usuário. Para finalizar a prótese foram confeccionados acessórios para fixação da prótese no coto e realizados mais testes de ajuste com a voluntária.



Fig.13 – Montagem final da prótese: revestimento interno e acessórios para fixação.

## 2.10 Reabilitação

O processo de reabilitação da voluntária com o uso da prótese desenvolvida neste estudo foi realizado pela terapeuta ocupacional e acompanhado pela equipe técnica e psicóloga. A reabilitação consistiu em 5 encontros com a realização de testes de manipulação de objetos comuns no dia a dia da voluntária (Fig. 14). A maioria das atividades foi realizada com sucesso. Além destes testes a voluntária relatou o uso da prótese para andar de bicicleta.



Fig.14 Diferentes etapas do processo de reabilitação

### 3 | DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, o desenvolvimento de próteses e órteses no contexto de Engenharia biomédica está ainda dando os seus primeiros passos. As próteses convencionais trazem limitações funcionais e elevado custo, se tornando de difícil aplicabilidade. Próteses mecânica desenvolvida com a tecnologia de impressão 3D são uma boa alternativa por conta da possibilidade de customização e uso de diversos tipos de materiais.

Somente uma equipe interdisciplinar trabalhando junto com o usuário com foco nas suas necessidades específicas pode garantir o sucesso do processo de protetização e melhoria da qualidade de vida e autonomia. Este estudo trouxe contribuições importantes no sentido de aprofundar o entendimento da protetização com a utilização de próteses produzidas por impressão 3D (Fig. 15). No entanto, mais estudos são necessários para avaliação da aceitação do modelo pelo usuário a médio e longo prazo. Em relação à reabilitação, percebe-se a importância de um acompanhamento longitudinal de curto e médio prazo. Durante o atendimento psicológico, os medos e inseguranças da voluntária foram trabalhados visando a reestruturação cognitiva da mesma e a resiliência para as dificuldades decorrentes da amputação e do processo



de reabilitação.



Fig.15 – Etapa inicial e final do projeto de protetização e reabilitação de membro superior. Da esquerda para a direita: Psicóloga, voluntária, Coordenadora e Terapeuta Ocupacional

O modelo completo da prótese desenvolvida neste estudo estará disponibilizado no site do Mao3D [www.mao3d.com.br](http://www.mao3d.com.br). Seguem algumas sugestões para estudos futuros:

- Investigar e conhecer o perfil de qualidade, segurança e efetividade das próteses por meio de ensaios laboratoriais.
- Identificar problemas críticos relacionados à fabricação do material e ao procedimento de montagem e uso.
- Realização de simulação computacional com as próteses.
- Acrescentar à prótese mecânica mecanismos robóticos com sensores e atuadores de modo que a prótese possa ser automatizada por sinais mioelétricos colhidos das terminações nervosas, tenha um sistema de realimentação e possa obedecer a um comando do usuário

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Richard Van As e Ivan Owen pela criação da primeira prótese de mão por impressão 3D no projeto Robohand, a todos os membros da comunidade global e-NABLE e The Unlimbited pelo desenvolvimento e divulgação de novos modelos *open source*, e a todos os voluntários e apoiadores do Programa Mao3D em especial à empresa Boa Impressão 3D.

## REFERÊNCIAS

Chung MS. **Congenital differences of the upper extremity: classification and treatment principles.** Clin Orthop Surg. 2011;3(3):172-7.

Cook AM, Hussey S. **Assistive Technologies: Principles and Practices.** Mosby – Year Book, Inc., 2001

e-Nable. Enabling the Future. 2014. Disponível em <http://enablingthefuture.org/> acesso em fevereiro de 2019.

França Bisneto EN. **Deformidades congênitas dos membros superiores**. Parte I: falhas de formação. Rev. bras. Ortop. 2012, vol.47, n.5, pp. 545-552.

Ganga T. 2016. Qual modelo usar? Disponível em <https://mao3d.wordpress.com/2016/02/18/qual-modelo-usar/> acesso em fevereiro de 2019.

Kunkel ME. 2019. **Fundamentos e Tendências em Inovação Tecnológica**. Editora Unifesp (pré print).

Kunkel, ME. (2017) iMaster. **Mao3D- O programa colaborativo que reúne inovação, tecnologia e inclusão**. Disponível em <https://imasters.com.br/tecnologia/mao3d-o-programa-colaborativo-que-reune-inovacao-tecnologia-e-inclusao>, acesso em fevereiro de 2019.

Loenert L - 3DPrinting. 2016a. **Assistive technology in Brazil: how 3D printing has revolutionized the Biomechanics**. Disponível em <https://3dprinting.com.br/tecnologia-assistiva-no-brasil-como-a-impresao-3d-tem-revolucionado-a-biomecanica/> acesso em fevereiro de 2019.

Loenert L - 3DPrinting. 2016b. **Mao3D reabilita crianças com próteses impressas em 3D no Vale do Paraíba**. Disponível em <https://3dprinting.com.br/mao3d-reabilita-criancas-com-protese-impresas-em-3d-no-vale-do-paraiba/> acesso em fevereiro de 2019.

Loenert L - 3DPrinting. 2017a. **Challenges in the rehabilitation of patients with assistive technology equipment**. Disponível em <https://3dprinting.com.br/desafios-na-reabilitacao-de-pacientes-com-equipamentos-de-tecnologia-assistiva/> acesso em fevereiro de 2019.

Loenert L - 3DPrinting. 2017b. **Prosthetics and Orthotics upper member produced by additive manufacturing**. Disponível em <https://3dprinting.com.br/protese-e-ortese-de-membro-superior-produzidas-por-manufatura-aditiva/> acesso em fevereiro de 2019.

Loenert L - 3DPrinting. 2018. **3D printing and biomechanics applied to upper limb prosthesis**. Disponível em <https://3dprinting.com.br/impresao-3d-e-a-biomecanica-aplicada-as-protese-de-membros-superiores/> acesso em fevereiro de 2019.

Matic A, Komazec J (2009) **Amniotic band syndrome**. Acta Medica Medianae, 48, 2, 44-48. acesso em fevereiro de 2019.

Robohand. 2013. **MakerBot and Robohand I 3D Printing Mechanical Hands**. Disponível em <https://youtu.be/WT3772yhr0o> acesso em fevereiro de 2019.

Schull J. **e-NABLE - Volunteers changing the world with 3D-printed prosthetics**. TEDxFlourCity. 2014 Disponível em <https://youtu.be/H4Fwn3RHa14> acesso em fevereiro de 2019

Sumsion T. **Prática Baseada no Cliente na Terapia Ocupacional**, Roca 2003

Team UnLimbited Arm. 2016. Disponível em <https://www.thingiverse.com/thing:1672381>. acesso em fevereiro de 2019.

ten Kate, J., Smit, G., & Breedveld, P. (2017). **3D-printed upper limb prostheses: a review**. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, 12(3), 300-314.

Volpato, N. Manufatura aditiva: **Tecnologias e aplicações da impressão 3D**. Blucher. 2017 São Paulo.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**NAYARA ARAÚJO CARDOSO** - Graduada com titulação de Bacharel em Farmácia com formação generalista pelo Instituto Superior de Teologia Aplicada – INTA. Especialista em Farmácia Clínica e Cuidados Farmacêuticos pela Escola Superior da Amazônia – ESAMAZ. Mestre em Biotecnologia pela Universidade Federal do Ceará – *Campus* Sobral. Membro do Laboratório de Fisiologia e Neurociência, da Universidade Federal do Ceará – *Campus* Sobral, no qual desenvolve pesquisas na área de neurofarmacologia, com ênfase em modelos animais de depressão, ansiedade e convulsão. Atualmente é Farmacêutica Assistente Técnica na empresa Farmácia São João, Sobral – Ceará e Farmacêutica Supervisora no Hospital Regional Norte, Sobral – Ceará.

**RENAN RHONALTY ROCHA** - Graduado com titulação de Bacharel em Farmácia com formação generalista pelo Instituto Superior de Teologia Aplicada - INTA. Especialista em Gestão da Assistência Farmacêutica e Gestão de Farmácia Hospitalar pela Universidade Cândido Mendes. Especialista em Análises Clínicas e Toxicológicas pela Faculdade Farias Brito. Especialista em Farmácia Clínica e Cuidados Farmacêuticos pela Escola Superior da Amazônia - ESAMAZ. Especialista em Micropolítica da Gestão e Trabalho em Saúde do Sistema Único de Saúde pela Universidade Federal Fluminense. Farmacêutico da Farmácia Satélite da Emergência da Santa Casa de Sobral/CE, possuindo experiência também em Farmácia Satélite do Centro Cirúrgico. Membro integrante da Comissão de Farmacovigilância do referido hospital. Foi coordenador da assistência farmacêutica de Morrinhos/CE por dois anos. Mestrando em Biotecnologia pela Universidade Federal do Ceará - UFC.

**MARIA VITÓRIA LAURINDO** - Graduada com titulação de Bacharel em Enfermagem pelo Centro Universitário INTA – UNINTA. Foi bolsista no hospital da Santa Casa de Misericórdia de Sobral (SCMS) no setor de Quimioterapia, participei do programa de monitoria na disciplina de Patologia Humana e fui integrante do Projeto de Extensão Humanização Hospitalar. Assim como, desenvolvi ações em educação e saúde como extensionista para pacientes parturientes no hospital Santa Casa de Sobral (SCMS). Pós-Graduada em Urgência e Emergência pela Universidade Cândido Mendes – UCAM.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-382-8

