

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

**PROCESSO DE CRIAÇÃO E GESTÃO DE UMA INICIATIVA
DE IMPACTO SOCIAL NA ÁREA DE TECNOLOGIA
ASSISTIVA: ESTUDO DE CASO ÚNICO**

ISRAEL TOLEDO GONÇALVES

ORIENTADORA: PROFA. DRA. MARIA ELIZETE KUNKEL

São José dos Campos - SP
Março/2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

PROCESSO DE CRIAÇÃO E GESTÃO DE UMA INICIATIVA DE IMPACTO SOCIAL NA ÁREA DE TECNOLOGIA ASSISTIVA: ESTUDO DE CASO ÚNICO

ISRAEL TOLEDO GONÇALVES

Defesa apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica da Universidade Federal de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências, área de concentração: Inovação Tecnológica
Orientadora: Profa. Dra. Maria Elizete Kunkel

São José dos Campos - SP
Março/2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

PROCESSO DE CRIAÇÃO E GESTÃO DE UMA INICIATIVA DE IMPACTO SOCIAL NA ÁREA DE TECNOLOGIA ASSISTIVA: ESTUDO DE CASO ÚNICO

ISRAEL TOLEDO GONÇALVES

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica da Universidade Federal de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências, área de concentração: Inovação Tecnológica.

Aprovado em 17 de Março de 2021.

Presidente da Banca:



Profa. Dra. Maria Elizete Kunkel

Membros da Banca:

Profª Drª. Luciana Portas Campelo

(1º Titular Interno – DCT - Unifesp)

Profª. Drª. Iraci João-Roland

(2º Titular Interno – DCT - Unifesp)

Profº. Dr Felipe Moura

(1º Titular Externo - UEL)

São José dos Campos - SP
Março/2021

"Porque a sabedoria serve de sombra, como de sombra serve o dinheiro, mas a excelência da sabedoria é que ela dá vida ao seu possuidor"

Eclesiastes 7:12

AGRADECIMENTOS

Toda história é composta por fases difíceis e fases felizes. Na história desse mestrado, minha entrada já começou bem difícil, mas entrei, estudei, me dediquei e cheguei na reta final. Toda história é feita por pessoas, e nunca por uma só. Nessa história também tive muitas pessoas ao meu lado, algumas por um breve momento em sala de aula, e outras foram coadjuvantes de cada passo. De coração grato, fico feliz em citar dentre outros: O meu Deus em quem sempre tive fé e certeza de que terminaria como vencedor, a minha família que suportou minha ausência enquanto eu me debruçava sobre a leitura de artigos e a minha amiga e orientadora Profa. Dra. Maria Elizete Kunkel que sempre me impulsionou a ir além de meus limites.

RESUMO

O Projeto de Extensão Mao3D do Instituto de Ciência e Tecnologia da Unifesp, protetiza e reabilita crianças e adultos com falta ou malformação de membro superior. As próteses são produzidas, graças ao trabalho de voluntários e colaboradores externos, com uso da tecnologia de manufatura aditiva (impressão 3D) e são doadas para quem precisa. No final de 2018 foi iniciado o processo de transformação do Projeto Mao3D em uma iniciativa de impacto social de base tecnológica da área de tecnologia assistiva. A decisão surgiu pela grande demanda de próteses em todo o Brasil e pela necessidade de geração de recursos para autossustentação do Mao3D. O processo de transformação evidenciou a necessidade da aplicação de práticas de gestão, criação de protocolos, um modelo de negócios e um plano de negócio. O objetivo dessa pesquisa foi descrever o processo de criação e gestão de uma iniciativa de impacto social na área de tecnologia assistiva a partir de um projeto de Extensão. Na metodologia foi utilizada uma abordagem qualitativa com a condução de um estudo de caso único. Os dados foram coletados por meio de entrevistas, levantamento bibliográfico, registros internos e observação direta. O modelo de negócio escolhido para a criação da iniciativa de impacto social em uma Universidade pública foi o Projeto Acadêmico de Prestação de Serviços (PAPS). Dessa forma as próteses do Mao3D continuarão a ser produzidas e doadas, até mesmo em maior quantidade, e por meio do PAPS será realizada a prestação de serviços como modelagem e impressão 3D de dispositivos de tecnologia assistiva, cursos e consultorias na área com o envolvimento de alunos, além da realização de atividades de pesquisa. Novas práticas de gestão da equipe de recursos humanos foram definidas, bem como, protocolos de atendimento do usuário e produção de prótese. Um plano de negócios foi apresentado de acordo com a definição de uma iniciativa de impacto social, que tem como características ser uma organização autônoma, gerenciada de modo participativo, criada pela e para a comunidade para a produção de bens e serviços que garantam a sua viabilidade financeira e continuidade. Este estudo de caso pode fornecer um ponto de partida para inovadores e empreendedores sociais dentro da academia, principalmente com interesse na área de tecnologia assistiva. **Palavras-chave:** prótese de membro superior, impressão 3D, iniciativa de impacto social, práticas de gestão.

ABSTRACT

*The Mao3D Extension Project of the Institute of Science and Technology of Unifesp, prosthetics and rehabilitates children and adults with missing or malformation of the upper limb. The prostheses are produced, thanks to the work of volunteers and external collaborators, using additive manufacturing technology (3D printing) and are donated to those in need. At the end of 2018, the process of transforming the Mao3D Project into a technology-based social impact initiative in the assistive technology area was initiated. The decision arose due to the great demand for prostheses throughout Brazil and the need to generate resources for self-sustainability of Mao3D. The transformation process highlighted the need to apply management practices, create protocols, a business model and a business plan. The objective of this research was to describe the process of creating and managing a social impact initiative in the assistive technology area from an Extension project. In the methodology, a qualitative approach was used with the conduction of a single case study. Data were collected through interviews, bibliographic survey, internal records and direct observation. The business model chosen for the creation of the social impact initiative at a public university was the Academic Service Delivery Project (PAPS). In this way, Mao3D prostheses will continue to be produced and donated, even in greater quantities, and through PAPS services such as modeling and 3D printing of assistive technology devices, courses and consultancy in the area will be carried out with the involvement of students, in addition to conducting research activities. New management practices for the human resources team were defined, as well as protocols for user care and prosthesis production. A business plan was presented in accordance with the definition of a social impact initiative, whose characteristics are to be an autonomous organization, managed in a participatory way, created by and for the community for the production of goods and services that guarantee its viability financial and continuity. This case study can provide a starting point for innovators and social entrepreneurs within the academy, mainly with an interest in assistive technology. **Keywords:** upper limb prosthesis, 3D printing, social impact initiative, management practices.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fases do processo de design thinking	28
Figura 2 - Tipos de próteses comerciais de membro superior	35
Figura 3 - Caso infantil de reabilitação de membro superior com prótese mioelétrica	37
Figura 4 - As quatro revoluções industriais	39
Figura 5 - Tecnologias da Indústria 4.0	40
Figura 6 - Processo de impressão 3D do tipo FDM	41
Figura 7- Próteses de mão mecânica produzidas em 3D no projeto Robohand	42
Figura 8 - Processo de produção de prótese de mão por impressão 3D	43
Figura 9 - Próteses de mão mecânica infantil produzidas em 3D no projeto e-Nable	44
Figura 10 - Impressoras 3D do Programa de extensão Mao3D da Unifesp	45
Figura 11 - Próteses de mão 3D mecânicas infantil e adulta do projeto Mao3D	46
Figura 12 - Fluxograma de implementação do modelo de negócios PAPS Unifesp	51
Figura 13 – Processo de criação da nova logomarca Mao3D	55
Figura 14 - Página antiga do Facebook do Projeto Mao3D	56
Figura 15 - Página nova do Facebook da IIS Mao3D	57
Figura 16 - Ferramenta insights da página atual do Facebook do Mao3D	58
Figura 17 - Alcance e engajamento das publicações da página do Facebook Mao3D	59
Figura 18 - Canal do YouTube do Projeto Mao3D	60
Figura 19 - Instagram da IIS Mao3D	61
Figura 20 - Estrutura da Linktree do Instagram da IIS Mao3D	61
Figura 21 - Site da IIS Mao3D	62
Figura 22 - Montagem de próteses na oficina de próteses da Clínica Toledo	63
Figura 23 - Laboratório LOP3D reestruturado para a IIS Mao3D	63
Figura 24 - Prótese transradial 3D, modelo The UnLimbited Arm v2.1 - Alfie Edition	66
Figura 25 - Formulário contato inicial na Aba “quero uma prótese” do site da IIS Mao3	67
Figura 26 - Detalhes do formulário para solicitação de atendimento pelo Mao3D	68
Figura 27 - Psicóloga da IIS Mao3D durante atendimento por telemedicina	69
Figura 28 - Processo de aquisição das medidas no modo presencial e remoto	70
Figura 29 - Processo de escaneamento 3D do membro remanescente	71
Figura 30 - Modelagem 3D das peças da prótese de acordo com as medidas	70
Figura 31 - Impressão 3D da parte do antebraço e todas as partes de uma prótese	72
Figura 32 - Modelador para moldagem das peças de braço e antebraço da prótese	73
Figura 33 - Estruturas de pinos das próteses 3D	73
Figura 34 - Prótese modelada e montada usando fios multifilamento de polietileno	74

Figura 35 - Destaque para o revestimento em EVA na palma e ponteiros	75
Figura 36 - Sistema de parafusos para ajuste dos filamentos	75
Figura 37 - Fases do design thinking do processo de protetização à reabilitação	76
Figura 38 - Reabilitação de uma garota de 5 anos com próteses de mão mecânica	77
Figura 39 - Organização do processo de protetização por caso na plataforma Trello®	79
Figura 40 - Processo de protetização por operador na plataforma Trello®	80
Figura 41 - Casos atendidos ou em andamento na plataforma Trello®	80
Figura 42 - Laboratório LOP3D do Mao3D reorganizado	81
Figura 43 - Etapas do processo de protetização utilizado no Mao3D.	83
Figura 44 - Protocolo de qualidade de impressão 3D.	83
Figura 45 - Destaque do Mao3D na Newsletter da Universidade de Carleton Canadá	84
Figura 46 - Modelagem 3D e otimização de uma peça a ser manufaturada	88
Figura 47 - Modelagem 3D e otimização de uma peça a ser manufaturada	88
Figura 48 - Modelagem 3D, simulação e otimização de uma peça	88
Figura 49 - Impressoras 3D do laboratório LOP3D	89
Figura 50 - Planilha de estimada de custos	90
Figura 51 - Detalhes da planilha de estimada de custos	91
Figura 52 - Parte da Equipe do Mao3D	92
Figura 53 - Canvas do Mao3D	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparativo do processo convencional e o processo de design thinking	28
Quadro 2 - Protocolo de estudo de caso único	47
Quadro 3 - Temas abordados na análise de estudo de caso único	49
Quadro 4 - Resposta dos voluntários sobre motivação.	82
Quadro 5 - Relação do projeto com ensino, pesquisa e extensão	86
Quadro 6 - Resultados esperados da proposta PAPS	87
Quadro 7 - Cronograma da proposta PAPS	87
Quadro 8 - Custos base de serviços do Mao3D	96
Quadro 9 - Descritivo da equipe do Mao3D	98

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABOTEC	<i>Associação Brasileira de Ortopedia Técnica</i>
ABS	<i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i>
AGITS	<i>Agência de Inovação Tecnológica e Social</i>
ANVISA	<i>Agência Nacional de Vigilância Sanitária</i>
CEP	<i>Comitê de Ética e Pesquisa</i>
CONITEC	<i>Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias em Saúde</i>
ENCTI	<i>Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação brasileira</i>
EVA	<i>Etíl Vinil Acetato</i>
FDM	<i>Fused Deposition Modeling</i>
HCD	<i>Human Centred Design</i>
IBGE	<i>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística</i>
ICT	<i>Instituto de Ciência e Tecnologia</i>
IIS	<i>Iniciativa de impacto social</i>
INMETRO	<i>Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia</i>
INPI	<i>Instituto Nacional da Propriedade Industrial</i>
MAI	<i>Metodologia de Avaliação de Impacto</i>
MCTIC	<i>Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações</i>
ONG	<i>Organização Não Governamental</i>
ONU	<i>Organização das Nações Unidas</i>
OMS	<i>Organização Mundial de Saúde</i>
PAPS	<i>Projeto Acadêmico de Prestação de Serviços</i>
PLA	<i>Polylactic Acid</i>
PROADM	<i>Pró-Reitoria de Administração</i>
PROEC	<i>Pró-Reitoria de Extensão e Cultura</i>
PROGPq	<i>Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa</i>
STEAM	<i>Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics</i>
SUS	<i>Sistema Único de Saúde</i>
TRIPS	<i>Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights</i>
UNIFESP	<i>Universidade Federal de São Paulo</i>

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	14
1.2 QUESTÃO DE PESQUISA	16
1.3 OBJETIVOS.....	17
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	17
CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DA ÁREA DE GESTÃO.....	18
2.1.1 Iniciativas de Impacto Social.....	18
2.1.2 Modelo de Negócio Social	22
2.1.3 Negócios Sociais de Base Tecnológica na Área da Saúde	23
2.1.4 Design Thinking	27
2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DA ÁREA DE SAÚDE	31
2.2.1 Tecnologia Assistiva	31
2.2.2 Próteses Convencionais de membro superior.....	34
2.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DA ÁREA DA ENGENHARIA	39
2.3.1 Tecnologias da Indústria 4.0	39
2.3.2 Produção de Próteses de Membro Superior por Manufatura Aditiva	41
CAPÍTULO 3 - DESENVOLVIMENTO.....	45
3.1 CASO: A INICIATIVA DE IMPACTO SOCIAL MAO3D (IIS MAO3D)	45
3.2 METODOLOGIA	47
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
4.1 PLANEJAMENTO E CRIAÇÃO DA IIS MAO3D	50
4.1.1 Definição do Modelo de Negócio Social.....	50
4.1.2 Identificação Visual	53
4.1.3 Criação das contas da IIS nas Redes Sociais.....	55
4.1.4 Estruturação do Espaço Físico e Parque de Equipamentos.....	62
4.1.5 Formação da Equipe de Recursos Humanos.....	63
4.2 PROTOCOLOS DE ATENDIMENTO E PRODUÇÃO DE PRÓTESE.....	65
4.2.1 Protocolo de Atendimento do Usuário.....	66
4.2.2 Protocolo de Aquisição das Medidas	70
4.2.3 Protocolo de Modelagem e Impressão 3D das Peças	71

4.2.4 Protocolo de Moldagem e Montagem da Prótese 3D	72
4.2.5 Protocolo de Reabilitação Física e Atendimento Psicológico	76
4.3 PLANO DE GESTÃO DA IIS MAO3D	78
4.3.1 Gestão de Pessoas.....	78
4.3.2. Gestão do Processo de Produção.....	82
4.4 ELABORAÇÃO DO PLANO DE NEGÓCIOS DA IIS MAO3D	84
4.4.1 Título do Projeto de Prestação de Serviços Técnicos Especializados	85
4.4.2 Objeto do Projeto de Prestação de Serviços Técnicos Especializados	85
4.4.3 Dados Cadastrais da Proponente	86
4.4.4 Período de Execução.....	86
4.4.5 Contextualização e Justificativa Institucional.....	86
4.4.6 Resultados Esperados	86
4.4.7 Cronograma de Execução	87
4.4.8 Serviços Técnicos Especializados a Serem Oferecidos	88
4.4.9 Definição dos Valores dos Serviços	90
4.4.10 Equipe do Projeto	91
4.4.11. Ressarcimento da Infraestrutura UNIFESP e Custos Operacionais à FAP-Unifesp .	92
4.4.12. Gerenciamento dos Serviços e dos Recursos Arrecadados.....	92
4.4.13 Análise de Mercado	93
4.4.15. Plano de Marketing	94
4.4.16 Planejamento e Desenvolvimento de Projetos	95
4.4.17 Plano Financeiro	95
4.4.18 Canvas.....	96
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO	97
5.1 CONTRIBUIÇÕES.....	97
5.2 INSERÇÃO SOCIAL	98
5.3 PERSPECTIVAS FUTURAS.....	98
REFERÊNCIAS	99
APÊNDICE	107

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A legislação brasileira declara que todo cidadão com algum tipo de deficiência tem o direito de receber recursos de tecnologia assistiva para a garantia da sua qualidade de vida (Bersch, 2008). No entanto, a estrutura atual do Sistema Único de Saúde (SUS) brasileiro não consegue disponibilizar recursos de auxílios para a vida diária como próteses para toda a população com deficiência física que precisa. Pessoas com falta de membro superior podem ter dificuldades para realizar atividades do dia a dia e apresentar baixa estima e menor inclusão social. No Brasil, a demanda de próteses de membro superior é grande em crianças e adultos devido às causas congênitas de malformação ou amputações decorrentes de acidentes, tratamento de câncer ou infecções graves (Biddiss & Chau, 2007; Sims et al., 2020).

Apesar da falta de dados nacionais detalhados, os poucos dados sugerem que poucas cidades do país dispõem de centros de protetização e reabilitação com atendimento público. O Estado de São Paulo, por exemplo, tem o Centro Lucy Montoro de referência. Mas são poucas as cidades que têm um centro assim, por isso, existem um grande deslocamento de pessoas de regiões distantes e muitos ficam sem reabilitação. A maioria dos centros existentes no Brasil, não oferece dispositivos protéticos de membro superior e de modo geral, o SUS não fornece próteses de membro superior para crianças. Casos complexos de deficiência física infantil, associados com outros tipos de deficiência ou patologias como câncer, que requerem uso de próteses, não são atendidos pelos centros de referência públicos.

De modo geral, a protetização e reabilitação de uma pessoa com deficiência física reflete em uma melhor inclusão dela na sociedade a partir da sua participação em atividades de estudo, trabalho e lazer por meio de inclusão social. Próteses de membro superior requerem um maior tempo de produção devido a sua complexidade anatômica e de engenharia. Também é necessário mais tempo para a

reabilitação do usuário com esse tipo de prótese devido às complexidades anatômicas e fisiológicas somadas às complexidades com o desenvolvimento e ajustes.

O Projeto de Extensão Mao3D foi criado no Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de São Paulo no Campus de São José dos Campos (ICT/Unifesp- SJC) com o objetivo de fazer e doar próteses mecânicas de membro superior com o uso da tecnologia de manufatura aditiva (impressão 3D). Além disso, o Mao3D oferecer acompanhamento psicológico e reabilitação aos usuários (Kunkel, 2017; Bina et al., 2020). Em 2019 foi iniciado um processo de transformação do Projeto de extensão Mao3D em uma iniciativa de impacto social (IIS) de base tecnológica. Esta necessidade surgiu pela grande demanda de próteses de membro superior produzidas por impressão 3D para crianças e adultos em todo o Brasil, bem como, pela grande quantidade de pessoas da sociedade disposta a colaborar com recursos materiais, técnicos e financeiros e pela necessidade de ter uma estrutura jurídica que permita a prestação de serviços.

Por ser um projeto de extensão dentro de uma Universidade Federal, não caberia criar uma empresa tradicional com fins lucrativos, pois não estaria de acordo com a motivação do projeto Mao3D e nem com os princípios de uma universidade pública. Uma organização sem fins lucrativos poderia ser uma alternativa, mas os processos de comando para a composição da diretoria, exigem muitas pessoas e o Mao3D trabalha com uma equipe em que sua maioria, é formada por voluntários, o que impossibilitaria a formação de uma diretoria. Assim, um modelo misto de organização mais adequado seria uma iniciativa de impacto social.

Neste processo de transformação do Mao3D em uma IIS, várias ferramentas da Indústria 4.0, especificamente da área da saúde foram implementadas como design thinking, tecnologias digitais, escaneamento 3D, telemedicina, processamento de imagens médicas, simulações e manufatura aditiva. A IIS Mao3D é caracterizada pela presença de uma equipe multidisciplinar que integra conceitos complementares de diversas áreas como engenharia (mecânica, de materiais, da computação, biomédica), terapia ocupacional, fisioterapia, ortopedia técnica, design 3D e psicologia. Os processos utilizados no Projeto Mao3D para a produção de próteses de membro superior e reabilitação do usuário têm sido difundidos para a sociedade em palestras e workshops realizados em universidades, hospitais e

escolas em todo o Brasil sendo ainda disponibilizados na internet pelas redes sociais. Essa expertise adquirida foi implementada na IIS Mao3D que promoverá também a formação de recursos humanos para profissionais da área técnica e de saúde no desenvolvimento de próteses.

Pesquisas sobre a criação e gestão de uma organização social ou IIS de base tecnológica são muito escassas na literatura (Joao et al., 2017, 2018; João-Roland e Granados 2020). Por isso, várias questões importantes desse contexto são pouco discutidas, como por exemplo, a definição sobre qual o modelo de negócios mais adequado. Independentemente do tipo de formação, a criação de uma IIS envolve várias etapas como: Criação da estrutura inicial física e de recursos humanos, planejamento da gestão; desenvolvimento de protocolos específicos para padronização de cada fase de criação de novos produtos; criação de atendimento local e à distância; criação de um plano de negócio para autossustentação da organização.

A motivação para esta pesquisa de mestrado foi a necessidade de colaborar com a literatura atual sobre o processo de criação e gestão de uma organização social de base tecnológica na área de tecnologia assistiva. Para a metodologia dessa pesquisa foi utilizada a abordagem qualitativa de pesquisa pela condução de um estudo de caso único sobre a IIS Mao3D.

1.2 QUESTÃO DE PESQUISA

Nesta pesquisa foi realizado um estudo sobre o processo de transformação do projeto social de extensão Mao3D da Unifesp em uma iniciativa de impacto social (IIS) na área de tecnologia assistiva, visando a promoção de impacto social positivo através de uma mudança significativa na sociedade. O propósito da IIS Mao3D é a produção e doação de próteses de membro superior, oferta de serviço de reabilitação, além de formação de recursos humanos na área. No processo de transformação foi criado e implementado um planejamento da estrutura física e de recursos humanos, protocolos de desenvolvimento de produtos e oferta de serviços e plano de gestão e plano de negócios. Mediante o cenário exposto, e a fim de prover um estudo de caso com implicações úteis para as áreas acadêmica e empresarial, a questão orientadora deste estudo é: Como é o processo de criação e gestão de uma iniciativa de impacto social de base tecnológica na área de tecnologia assistiva?

1.3 OBJETIVOS

O objetivo principal dessa pesquisa foi realizar um estudo de caso sobre o processo de criação e gestão de uma iniciativa de impacto social na área de tecnologia assistiva, o Mao3D. O objetivo específico da pesquisa foi fazer a descrição dos principais elementos organizacionais envolvidos nessa transformação: Planejamento e criação da IIS Mao3D, criação de protocolos para atendimento e produção, e a elaboração do plano de gestão e do plano de negócios da IIS Mao3D.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Os capítulos subsequentes estão divididos em Revisão Bibliográfica, Desenvolvimento, Resultados e Discussão, e conclusão. Devido à interdisciplinaridade da pesquisa, o Capítulo 2 de Revisão Bibliográfica foi dividido em seções de fundamentação teórica da área de gestão, saúde e engenharia. No Capítulo 3 de Desenvolvimento é apresentada a questão de pesquisa e a metodologia que foi utilizada no desenvolvimento. O Capítulo 4 Resultados e Discussão foi dividido em 4 etapas que apresentam os resultados da análise realizada. No Capítulo 5 de Conclusão são apresentadas as contribuições da pesquisa, a inserção social e as perspectivas futuras.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DA ÁREA DE GESTÃO

2.1.1 Iniciativas de Impacto Social

Uma Iniciativa de impacto social (IIS) é aquela que visa promover impacto positivo em um determinado meio com efeitos imediatos ou a longo prazo promovendo mudança significativa na sociedade em relação a um problema social existente (MRCSI, 2017). Impactos sociais são consequências para a população de qualquer ação pública ou privada que altere as formas como as pessoas vivem, trabalham, brincam, relacionam-se, organizam-se para atender às suas necessidades e lidar com membros da sociedade (ICGPSIA, 1995).

Uma IIS pode se originar tanto em organizações com foco de natureza exclusivamente social como naquelas que também tem foco comercial. As IISs comerciais incluem tantos negócios com impacto social quanto programas ou projetos realizados por empresas convencionais. As IISs que são reconhecidamente sociais podem ser governamentais ou promovidas pela sociedade civil, organizadas como programas ou projetos (Pinto et al., 2019). Uma intervenção proposta sobre um grupo social pode resultar em uma melhoria significativa e, em alguns casos duradoura, em qualquer uma das condições ou das características da população alvo que tenha emergido como essencial para a definição do problema (Bonilla, 2007; Silva, 2017).

Segundo Hespanha (2008), o cidadão se torna um agente ativo atuando no âmbito de organizações autônomas ou em parcerias com o Estado. Algumas das intervenções sociais governamentais são um subconjunto das ISSs que incluem também aquelas idealizadas e realizadas por organizações empresariais em uma perspectiva de negócios. As organizações podem ser classificadas por sua

propriedade (pública ou privada) e pelos objetivos de negócios (comercial ou social). Existem ainda organizações híbridas com características de organizações filantrópicas e comerciais.

As empresas privadas têm objetivos puramente comerciais e finalidade de criar valor econômico. Mesmo assim, elas podem ser uma IIS por meio de ações de responsabilidade social corporativa (Climent et al., 2019; Perez, 2020). A administração pública é formada por agentes, serviços e órgãos instituídos pelo Estado para trabalhar a favor do interesse da sociedade, por meio de políticas públicas determinadas pelos órgãos de esfera municipal, estadual e federal. No setor público, estão as empresas públicas que seguem basicamente os mesmos mecanismos de gerenciamento das empresas privadas, porém, elas executam somente prestação de serviços públicos e são administradas exclusivamente pelo poder público. As empresas públicas, tampouco, têm como objetivo principal a geração de impacto social, pois governos tem setores exclusivos para o fim social. (Pinto et al., 2019). As entidades filantrópicas são instituições privadas que prestam serviços para a sociedade, principalmente para a parcela mais carente, através de projetos sociais. Essas entidades são dirigidas com a missão de criar valor social e não possuem como finalidade a obtenção de lucro (Pinto et al., 2019).

A prática crescente de organizações com impacto social ocorre devido à busca da sustentabilidade pelas organizações filantrópicas, para que elas se tornem independentes de financiamentos privados ou governamentais. As organizações híbridas surgem motivadas por fatores balanceados entre missão e mercado, tendo como objetivo a criação de valor social e econômico (Alter, 2007). O modelo atual de organização híbrida, que combina as competências do setor privado com os conhecimentos de gestão social das organizações filantrópicas, pode resolver os problemas sociais utilizando os mecanismos de mercado. Essa nova combinação originou os negócios sociais, que podem identificar soluções inovadoras aos problemas sociais como o programa de microcrédito de Muhammad Yunus que usa um modelo de organização híbrida para a redução da vulnerabilidade dos pobres em Bangladesh (Pinto et al., 2019).

João-Roland e Granados (2020) realizaram uma revisão sistemática para identificar os condutores da inovação social, bem como ferramentas e procedimentos associados para a criação desse tipo de organização. Na pesquisa a Inglaterra se destaca como um país que publica resultados de pesquisas na área. A revisão sistemática destaca quatro subfatores organizacionais que influenciam o processo de inovação social: O modelo de negócios, parcerias, gerenciamento do conhecimento, e a cultura da organização. Os autores afirmam ainda que, apesar da relevância do tema, não existem periódicos especializados em inovação social.

O negócio social tem o objetivo de resolver problemas sociais através de mecanismos de mercado na forma de um empreendimento autossustentável, que gera renda suficiente para cobrir suas próprias despesas, e que foi concebido para resolver um problema social (Young, 2007; Comini et al., 2013; Silva, 2017; Artemisia, 2019). Segundo o modelo de Yunus et al., (2010) a receita excedente pode ser reinvestida no negócio social para expansão e melhorias, depois de cobertos os custos e o investimento. Segundo João (2014) o modelo americano permite a existência de negócios sociais, de modo que, uma vez que o negócio atende as normativas em que se enquadra, os lucros gerados não apresentam restrição de como será feita a sua distribuição. Os negócios sociais atendem às necessidades sociais, enquanto empresas tradicionais vendem produtos e serviços para gerar receita, motivadas pela maximização dos lucros, com o objetivo principal de criar valor para os acionistas (Yunus et al., 2010).

Negócio para a Base da Pirâmide é um outro tipo de organização voltada à população de baixa renda, fornecendo produtos e serviços para esse público-alvo, não tendo como objetivo inicial o impacto social. Nesse caso, o foco é a maximização dos lucros para empresa e acionistas e os benefícios sociais são consequências da venda de seus produtos ou serviços (Prahalad e Hart, 2002). Os negócios com impacto social são organizações privadas com objetivo principal de gerar impacto social. A geração de lucro é essencial para a sustentabilidade da organização, como consequência do processo e não como objetivo do negócio, porém o modelo gera rentabilidade sem depender de investimento externo, pois é autossustentável (Artemisia, 2019).

A Administração Pública pode intervir na sociedade por meio de políticas públicas, e atua no mundo dos negócios por meio das empresas públicas. As

empresas privadas tradicionais e as empresas públicas visam claramente o valor econômico, porém elas podem realizar intervenções sociais através de responsabilidade social corporativa, gerando impacto social (Silva, 2017). Uma forma de classificação das organizações é denominar o governo de primeiro setor como “iniciativa privada”, de segundo setor e o terceiro setor como “organizações não lucrativas de interesse público” consideradas como grandes laboratórios para geração de inovação e impacto social (Silva, 2017; Vieira et al., 2017)

O terceiro setor é caracterizado por organizações sem fins lucrativos ou vínculo governamental, com força de trabalho voluntária guiada por ideais tradicionais da caridade e filantropia. Ele difere do primeiro setor porque suas entidades são não governamentais e do segundo setor por não se encontrar sujeito aos ideais de lucratividade (Vieira et al., 2017; Oliveira e Coelho, 2018).

O negócio com impacto social é identificado como o setor 2.5 pois ele tem uma lógica híbrida entre o segundo setor (iniciativa privada que possui um modelo que harmoniza uma gestão inteligente e eficiente de empresas) e o terceiro setor (que objetiva o benefício social sem considerar o lucro) (Fernandes, 1997; Oliveira e Coelho, 2018). O setor 2.5 é uma organização híbrida, um segmento emergente e inovador da economia que engloba formas inovadoras de empreender, com fins lucrativos para buscar formas de amenizar problemas sociais: O segundo setor (empresas privadas) caracterizado pelo lucro e o terceiro setor (organizações sem fins lucrativos) com foco no impacto social. O setor 2.5, interage entre o segundo e terceiro setor, pois trabalha com serviços e produtos, mas sem deixar de trazer soluções para os desafios sociais. O setor 2.5 também mencionado como quarto setor ou setor cidadão (Martins, 2015; Oliveira e Coelho, 2018).

O impacto social gerado por uma IIS pode ser difícil de ser identificado e mensurado em decorrência da dificuldade de definição e avaliação de indicadores, da ausência de conhecimento com relação às metodologias existentes ou por limitações tais como falta de recursos (Pinto et al., 2019). Um estudo realizado com 579 negócios de impacto social no Brasil indica que as áreas mais atuantes são a educação (38%), tecnologias verdes (23%), cidadania (12%), saúdes (10%), cidades (8%) e finanças sociais (9%). O mesmo estudo revelou que 31% dos negócios não possuem indicadores de impacto definidos, 28% possuem indicadores, mas não os

medem de maneira formal e 28% não acham necessário medir o impacto gerado pelo seu trabalho, restando somente 13% dos negócios que possuem um processo formal de medição de impacto (PIPE SOCIAL, 2017).

O Setor 2.5 tem mais de 30 anos de existência no mundo, mas ainda é muito incipiente no Brasil. O conceito não é muito difundido e a criação deste tipo de negócio social é pouco estimulada. O Brasil ainda não conta com uma regulamentação oficial para a formalização deste tipo de empresa, por isso, muitas iniciativas são formalizadas como empresa do segundo setor denominadas informalmente como uma Organização Não Governamental (ONG) do terceiro setor. Os investidores dizem que nessa área falta bons projetos com bons planos de negócios, planos viáveis financeiramente e empreendedores capacitados para gerirem o negócio (Oliveira e Coelho, 2018).

2.1.2 Modelo de Negócio Social

Modelos de negócio são estrutura que simplificam o entendimento e ajudam a construção de narrativas que facilitam a comunicação desempenhando um papel importante em coordenar e facilitar as ações entre a organização e seus parceiros externos (Massa et al., 2017). Spaviero (2019) introduziu o modelo de negócio Canvas concebido para o desenho de empresas sociais.

João-Roland e Granados (2020) reafirmam a definição de Westley et al. (2014) de que o modelo de negócio é crucial para garantir que uma inovação proposta atingirá impacto social e ao mesmo tempo permita o sustento financeiro de uma IIS. Segundo Bocken et al. (2014) e Yanus et al. (2010) os três pilares principais do modelo de negócio social são: 1. A proposição do valor, obtida como resposta à questão: Quem são os nossos consumidores e o que nós oferecemos de valor para eles? 2. A criação de valor sócio-ambiental, feita a partir da oferta do valor ao cliente, envolvendo a empresa, seus fornecedores e parceiros, e 3. A captura do valor decorrente da receita, obtida pelo fornecimento de bens e serviços em uma equação de lucro social, visando a recuperação do custo total e do capital, mas não a maximização do lucro econômico.

2.1.3 Negócios Sociais de Base Tecnológica na Área da Saúde

Negócios sociais promovidos por uma IIS são capazes de alcançar pessoas pela educação em negócios, distribuição de rendas via microcréditos e promoção do empreendedorismo social (Silva, 2017). O desenvolvimento de empresas sociais é um fenômeno do século 21 que teve origem na década de 90 e ainda está em fase de construção (João et al., 2017). Silva (2017) realizou uma pesquisa com 200 empresas que atuam no setor social visando o impacto social e ambiental em diversas frentes. A pesquisa indica que o número de empresas de impacto social vem crescendo em todo o mundo e no Brasil. Independente das características jurídicas ou dos detalhes que as diferenciam, o foco final dessas empresas é o mesmo, poder de alguma forma voltar seus recursos e conhecimentos para a população. A análise de negócios de impacto social, negócios inclusivos, negócios com foco na base da pirâmide, cooperativas, incubadoras, aceleradores e fundos de investimento dedicados a negócios de impacto social e B-Corp mostra que a principal característica das empresas que atuam nessa área é a forma como elas administram seus recursos financeiros e como esses recursos voltam a população. O modelo B-Corp por exemplo, é um novo conceito de organizações híbridas como um novo perfil da atividade empresarial que incorpora o valor socioambiental mas que permite o lucro, uma resposta evolutiva do conceito americano de negócios de impacto social (Rodrigues, 2016). De alguma forma, nesse modelo o impacto social está na condição de inclusão através de repasse de tecnologias e capacitação para ser sustentável.

A área da saúde em todo o mundo e no Brasil tem seu sucesso ou fracasso relacionado com avanços tecnológicos. A avaliação de tecnologia em saúde tem como objetivo as tomadas de decisões com foco na incorporação de novas tecnologias de forma sustentável. O Brasil tem um programa de incorporação de tecnologia, a Lei n.º 12.401/2014, marco para o SUS por definir critérios e prazos para a incorporação de novas tecnologias em saúde e instituir a Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias em Saúde (Conitec), porém a lei não é devidamente praticada (Gon et al., 2017).

Um dos grandes fatores que gera uma assimetria global na distribuição de tecnologia na área da saúde é a apropriação de patentes pelo setor privado (Augusto et al., 2018). Essa tendência mundial tem afetado diretamente países,

estados e regiões mais carentes. Nessa perspectiva, a tecnologia está voltada de forma capitalista e não inclusiva. A Organização Mundial de Saúde (OMS) através do tratado de *Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights* (TRIPS) de 1994, tem alertado sobre a importância da propriedade intelectual e seu acesso. Entre 2000 e 2015 houve uma crescente escalada no uso de medicamentos no Brasil que ficou em 7º lugar no ranking mundial (Gadelha et al., 2018). Porém o setor de equipamentos médicos e produtos apresentou uma queda na capacitação tecnológica.

A conexão entre o impacto da tecnologia e a área da saúde, está diretamente ligada às empresas e sua contribuição. Sousa (2017) revela que empresas dentro de parques tecnológicos que objetivam o fomento de pesquisas e desenvolvimento indicam que a inovação tecnológica é o grande diferencial no desenvolvimento econômico e na competitividade. Apesar do Brasil possuir os elementos de inovação tecnológica, a gestão para a oportunidades de negócios ainda é uma grande dificuldade. O empreendedorismo e os planos de negócios são o déficit brasileiro pois mais importante do que a tecnologia, pois eles viabilizam a transformação dela em um produto.

IIS de base tecnológica tem o dever de anexar o conhecimento adquirido por meio de pesquisas científicas, tornando-as acessíveis à população e gerando impacto direto à saúde, independente dos fatores socioeconômicos. A saúde coletiva, tendo como base o SUS, reflete diretamente na comunidade científica para a busca de tecnologia direcionada à saúde que seja sustentável. Seguir avançando nesse diálogo em busca da ciência sustentável e inclusiva é um desafio atual. Portanto, atribuir um crescimento a este setor irá gerar melhor qualidade de vida para a população. A saúde é um segmento altamente inovador, que além do direto impacto científico, também é um mercado de renda que inspira novos investimentos. Várias startups estão transformando a área da saúde e de tecnologia assistiva (Pinto et al., 2019).

A startup Salus faz agendamento de consultas particulares, checkups e exames médicos a preços populares, de R\$ 40 a R\$ 120,00. Ela foi criada com base em dois fatos: O SUS não consegue oferecer a agilidade e a qualidade necessária de atendimento para a população brasileira e alternativas como planos de saúde e consultas particulares são cada vez mais caras e inacessíveis. O paciente acessa a Salus através do site, aplicativo, telefone ou WhatsApp, escolhe o médico ou tipo de

exame, de acordo com a disponibilidade e preço, informa se a consulta é de urgência e recebe a confirmação da data e horário. Na Salus, os atendimentos são agendados com prazo bem mais curto que o atendimento do SUS. Os serviços englobam mais de 20 especialidades médicas, cerca de 70 procedimentos odontológicos, diversos serviços laboratoriais e exames de imagem. A startup gerou acessibilidade pois permitiu aos usuários acesso aos exames, mostrando que a tecnologia pode ser um excelente caminho de inclusão social. Além disso, ela mantém, uma parceria com a organização Médicos sem Fronteiras e a cada consulta uma parte do valor arrecadado vira doação para a ONG Kaleydos (<http://www.kaleydos.com.br/salus-healthtech/>).

O Projeto Adam Robô da startup Prevention está democratizando o teste de visão pelo Brasil com o uso de soluções de inteligência artificial para simplificar a realização de testes de visão. Segundo a OMS, a cada cinco segundos uma pessoa fica cega no mundo e a cada minuto, uma criança perde a visão sendo que mais de 80% dos problemas relacionados à cegueira poderiam ser evitados. A missão da startup, que tem parceria com o governo do Paraná e São Paulo, é prevenir e evitar a cegueira, reduzir a evasão escolar, diminuir acidentes no trabalho e no trânsito, além de promover melhor rendimento na indústria. Os resultados dos testes são baseados em um volume grande volume de dados (Big Data) coletado diariamente em mais de 210 cidades, de 26 estados do Brasil, além de dados advindos de outros países, como França, Costa do Marfim e EUA. A meta da empresa era realizar 1 milhão de testes até 2020 com dados coletados em várias partes do mundo.

A empresa Bright Photomedicine promete revolucionar a saúde com o uso de luz para tratamento de dores crônicas e incapacitantes com o uso de um analgésico não-invasivo e sem efeito colateral. O projeto inédito é fruto de uma tese de doutorado sobre fotobiomodulação, área da física médica que usa a luz para melhorar funções biológicas do organismo. O desafio da empresa para os próximos anos é criar remédios digitais, além de customizar cada caso e paciente. A inexistência de efeitos colaterais e eventos adversos associados à terapia por fotobiomodulação promoveu a aceitação não apenas da comunidade médica e terapêutica, mas também do público em geral (<https://www.brightmed.com.br>).

Segundo a OMS, a incidência do câncer no mundo aumenta drasticamente e deve atingir 29,4 milhões de novos casos em 2040, uma expansão de 63% nos próximos 20 anos. A startup Innovacare Health busca gerar maior inclusão e acessibilidade para pacientes que sofrem de doenças crônicas, genéticas, degenerativas ou autoimunes. A empresa criou um software para gerenciar o cuidado oncológico de clínicas, hospitais oncológicos, operadoras e planos de saúde. Seja qual for a terapia para tratamento de câncer, a dificuldade maior para o paciente e hospital é o acompanhamento e monitoramento do tratamento oncológico fora do ambiente hospitalar, sem deslocamentos desnecessários ao pronto atendimento. A humanização do paciente oncológico aliada à tecnologia é uma ferramenta estratégica eficaz para garantir a aderência dos pacientes ao tratamento, melhorando a expectativa e qualidade de vida (<https://innovacarehealth.com/>).

A empresa Guiaderodas criou uma ferramenta gratuita e colaborativa para consultar e avaliar a acessibilidade dos locais. O fundador, que é cadeirante, foi motivado a criar uma plataforma para poupar frustrações advindas da falta de informação sobre a acessibilidade. O usuário cadastrado pode em alguns minutos responder às perguntas sobre acessibilidade de determinado lugar, assim, quando alguém passa pelo mesmo local saberá de antemão se o ambiente é acessível ou não. Já foram realizadas mais de 160.000 avaliações e 80% dos avaliadores não declararam ter deficiência, fato que mostra que a empresa está conseguindo sensibilizar a todos (<https://guiaderodas.com/certificacao-guiaderodas>).

A HOOBOX Robotics é uma *healthtech* que usa reconhecimento facial para dar autonomia aos cadeirantes. A empresa desenvolveu um software para controlar uma cadeira de rodas por meio dos movimentos do rosto. Ela passou pelo programa de aceleração da Startup Farm e firmou parcerias com o Hospital Albert Einstein (de SP). A empresa quer ser líder mundial dessa tecnologia para o mercado da saúde, criando produtos de impacto e ajudando grandes empresas a desenvolver seus próprios produtos usando a tecnologia e o selo HOOBOX (<https://hoobox.one>).

A startup KitLivre tem uma proposta bastante ousada para o mercado, transformar uma simples cadeira de rodas em um triciclo elétrico com design esportivo. O veículo híbrido dá maior independência aos cadeirantes, pessoas com mobilidade reduzida e idosos. Proporcionando mais autonomia ao cadeirante, o triciclo promove o conceito de liberdade amplificada e maior inclusão social (<http://www.kitlivre.com/>).

2.1.4 Design Thinking

Design thinking é um processo inovador que pode ser utilizado para geração de serviços e produtos combinando criatividade, interdisciplinaridade e foco no atendimento das demandas do usuário. O processo envolve equipes multidisciplinares e prototipagem rápida de soluções a serem testadas pelo usuário para a melhoria do produto (Brown e Wyatt, 2010). O design thinking pode ser resumido como um processo de criação de soluções para problemas complexos de um grupo específico de usuários (Criscitelli e Goodwin, 2017). O termo design thinking foi utilizado pela primeira vez em 2008, com foco inicial em negócios e com o objetivo de mudar o comportamento e tendências do consumidor (Brown, 2010). Nos últimos anos, a ferramenta tem ganhado destaque na esfera industrial e acadêmica pois ela pode ser aplicada a todos setores que envolvem necessidades humanas como indústria, mobilidade urbana e a área da saúde (Leavy, 2012; Moody, 2015). Grandes companhias como a Apple têm usado o design thinking para criar produtos inovadores para o mercado (Thomke e Feinberg, 2009).

O design thinking não é uma metodologia e sim um processo de abordagem criativa que não foca no problema e sim na busca de soluções. Ao adotá-lo, as necessidades do usuário passam a estar no centro do processo de inovação. No processo de design thinking, os profissionais focam em necessidades reais das pessoas de forma inovadora e criativa para encontrar uma solução satisfatória e específica. O diferencial do design thinking está no fato de não oferecer uma solução já existente e que melhor se enquadre a necessidade, mas, desenvolver algo específico e singular ao usuário. O grande desafio neste processo é pensar de forma inusitada, fora dos padrões tradicionais, visando algo novo que ainda não foi pensado, mas que pode funcionar. A criatividade é a palavra-chave para a aplicação do design thinking e junto com a interdisciplinaridade pode enriquecer todo o processo para que profissionais de áreas diferentes encontrem juntos a melhor solução para um problema (Roberts et al., 2016). A interdisciplinaridade na equipe executora é muito importante pois muitas soluções inovadoras surgem na diversidade de conhecimentos. A diferença das características do processo de design thinking em relação ao modo convencional de resolver problemas inclui o tipo de problema, o seu contexto e a ênfase da inovação (Quadro 1).

Processos utilizados para identificar a solução de um problema	
Convencional	Design thinking
Prioriza a avaliação de um número <u>limitado</u> de possíveis soluções	Prioriza o <u>entendimento abrangente de problemas adjacentes</u>
É adequado para problemas que possuem soluções <u>previsíveis</u>	É adequado para problemas com soluções <u>imprevisíveis</u>
Promove a construção de consenso (convergente)	Promove a oposição de ideias e debates (divergente)
Objetiva descobrir o que é importante para a pessoa <u>em uma situação específica</u>	Objetiva descobrir o que é importante para a pessoa <u>no seu dia a dia</u>
A pesquisa de empatia foca no que a pessoa pensa para oferecer <u>resultados melhores</u>	A pesquisa de empatia foca no que a pessoa <u>sente</u> para oferecer resultados <u>inovadores</u>

Quadro 1 - Comparativo do processo convencional e o processo de design thinking. Fonte: Adaptado de Roberts et al. (2016).

A execução de um processo sistemático e inovador de design thinking requer cinco fases sequenciais que devem ser seguidas para que o processo possa ser efetivamente replicado: 1. Empatizar, 2. Definir o problema, 3. Idear a solução, 4. Prototipar e 5. Testar. Eventualmente no desenvolvimento do processo é preciso retornar para a fase 3 e continuar o ciclo (Henriksen et al., 2017; Woods et al., 2017) (Fig. 1).

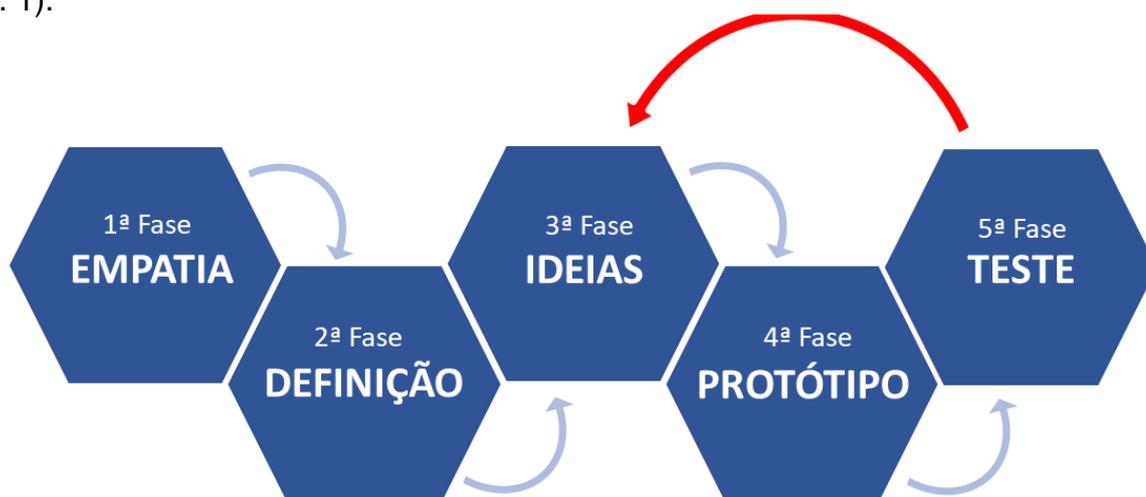


Figura 1. Fases do processo de design thinking. Fonte: Adaptado de Henriksen et al. (2017).

O entendimento de cada fase é fundamental para a aplicação do design thinking. A empatia é a habilidade de entender ou sentir o que outra pessoa está vivendo a partir do ponto de vista dela, isto é, a capacidade de se pôr no lugar da

pessoa. A fase de empatia também chamada de imersão consiste em observar e se envolver na realidade do usuário, mapear sua necessidade, observar pelo seu ponto de vista e então, de uma maneira criativa, pensar em uma solução. A busca e observação da necessidade particular do indivíduo para encontrar uma solução inovadora e única passa a ser uma necessidade. Esta fase requer uma visão aberta aos novos conceitos e a fase da execução do projeto em que devem ser definidos os integrantes da equipe. Alguns autores propõem a realização de um workshop com os membros para a apresentação do problema e recepção de possíveis soluções (Woods et al., 2017). Posteriormente, com base nas propostas mais viáveis e criativas, se elege os membros da equipe que darão sequência ao projeto.

Na fase de definição, a equipe está diante do problema, com elementos que permitem imergir profundamente na necessidade do indivíduo. Cada membro do grupo deve analisar com base em sua experiência individual e profissional uma solução a ser apresentada. Em uma visão ampla, cada membro busca ter clareza do problema a fim de encontrar uma solução pela definição de uma lista de opções para optar pelo melhor caminho (Henriksen et al., 2017). Nessa fase, cada inovador apresenta seu *insight* criativo com base na empatia pela necessidade do indivíduo e em sua experiência profissional.

Na fase de idear, são exploradas uma variedade de possíveis soluções e ideias para o problema definido na fase anterior. O objetivo nessa fase é usar a criatividade para o pensamento ir além do óbvio, para gerar uma profusão de ideias conectadas ao problema. Nesta fase, pensamentos divergentes de uma equipe interdisciplinar não são obstáculos e servem de rota para a inovação. Em um workshop para ideias amplas, mas sempre sem perder o foco do problema da necessidade central, a equipe deve planejar um projeto em conjunto. Cada possível solução apresentada em equipe deve ser analisada e com um entendimento maior para definir uma solução para o problema inicial (Henriksen et al., 2017). Representações visuais dos conceitos propostos devem ser encorajadas pois isso favorece que todos entendam as ideias que podem ser simples ou complexas (Toledo et al., 2019).

Uma vez definida a solução, é iniciada a fase da execução do projeto com o desenvolvimento do protótipo a ser testado. Nessa fase as ideias são postas à prova, devem ter coerência e eficiência, porém sem perder a criatividade da fase anterior. A utilização da referência cruzada entre a necessidade do indivíduo e as fundamentações técnicas é utilizada como guia para o projeto do protótipo. Esta fase não é uma tentativa de chegar a uma solução final, mas uma oportunidade de concretizar as ideias. O protótipo deve ser algo tangível como uma potencial solução para o problema e deve passar por ensaios e análises técnicas de acordo com sua finalidade visando a segurança e eficiência do produto para o usuário (Henriksen et al., 2017; Toledo et al., 2019).

Nesta última fase de teste, o protótipo que pode ser um produto ou serviço que será testado. Dependendo do protótipo, o teste pode ser bem amplo, desde questionário, coleta de dados ou observação do uso de um dispositivo pelo usuário. Nessa fase pode haver necessidades de ajustes ou de reconsiderar a fase três, revendo as ideias. Essa fase mostra como o processo de design cíclico é interativo e não linear. No início, o protótipo pode ser ainda simples e muito diferente do produto, mas com as avaliações e melhorias ele vai se tornar mais completo (Brown e Wyatt, 2010). Se todas as etapas anteriores foram executadas com êxito, o resultado será satisfatório para o indivíduo, pois a principal função foi realizada com sucesso incluindo as diversas habilidades da equipe. Por isso, o design thinking tem o grande potencial para encontrar soluções para os desafios enfrentados na área da saúde que são complexos e requerem soluções que permeiam muitas disciplinas como áreas da engenharia e especialidades da medicina (Toledo et al., 2019).

Atualmente, melhorar o bem-estar e a qualidade de vidas das pessoas é um dos desafios sociais mais complexos e urgentes. Por isso, a área da saúde tem adaptado e incorporado conceitos, filosofias e metodologias da gestão empresarial para otimizar os resultados e melhorar a qualidade do serviço prestado ao paciente. O processo de *Human Centred Design (HCD)*, a versão do design thinking para a área da saúde, é utilizado no desenvolvimento de produtos e serviços médicos com base em necessidades do usuário na forma de uma nova solução (Bazzano et al., 2017). O processo de HCD visa aplicação e desenvolvimento singular e único para cada indivíduo. O desenvolvimento de dispositivos de tecnologia assistiva como próteses é uma área da saúde na qual o design thinking também pode ser aplicado (Toledo et al., 2019). Os processos de fabricação de próteses, por exemplo, tem

maior adesão e eficácia quanto à reabilitação quando o HCD é aplicado (Bazzano et al., 2017; Sims et al., 2020). Dentre as várias aplicações do HCD destacam-se projetos de desenvolvimento de dispositivos de ergonomia (Amiri et al., 2012), gerenciamento e prevenção de doenças infecciosas (Catalani et al., 2014), programas para prevenção de câncer (Koehly et al., 2015) e ferramentas educacionais médicas (Ramos et al., 2016).

2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DA ÁREA DA SAÚDE

2.2.1 Tecnologia Assistiva

Segundo o Censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil possui 45,6 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência, ou seja, cerca de 24% da população (IBGE, 2010). A legislação brasileira declara o direito de todo cidadão com deficiência à concessão de recursos de tecnologia assistiva dos quais ele necessita. Em 2012, o Brasil ratificou a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência da Organização das Nações Unidas (ONU) e a incorporou ao seu ordenamento jurídico conferindo-lhe equivalência constitucional (BRASIL, 2012). A Lei Brasileira de Inclusão, Lei Nº 13.146, de 6 de julho de 2015, no Art. 74 diz: "É garantido à pessoa com deficiência acesso a produtos, recursos, estratégias, práticas, processos, métodos e serviços de tecnologia assistiva que maximizem sua autonomia, mobilidade pessoal e qualidade de vida." No entanto, por diversos fatores como falta de recursos tecnológicos, financeiros e humanos, a lei não tem sido cumprida de modo a atender todos no Brasil.

A tecnologia assistiva é uma área dedicada ao desenvolvimento de produtos, processos e serviços para proporcionar mais autonomia, independência e melhor qualidade de vida às pessoas com algum tipo de deficiência (Cook e Hussey, 2001). Devido a sua natureza interdisciplinar, a tecnologia assistiva requer a integração de recursos de diferentes áreas de conhecimento de modo a favorecer a inclusão do usuário na sociedade. Além disso, os dispositivos de tecnologia assistiva devem ser compatíveis com a realidade financeira e cultural do país.

O elevado número de pessoas com deficiência no Brasil indica a grande demanda existente por ações de desenvolvimento e concessão de recursos fundamentais à promoção da inclusão de pessoas com deficiência, no campo da

educação, inserção no trabalho e na vida em sociedade. A presença de produtos nacionais de tecnologia assistiva ainda é insuficiente, pois apesar da alta demanda, o país ainda está dando os primeiros passos no desenvolvimento de produtos com boa funcionalidade e custo compatível com o mercado nacional.

A tecnologia assistiva pode ser definida como todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão social através da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado e trabalho (Bersch 2008). Os recursos e serviços podem promover a ampliação de uma habilidade funcional deficitária ou possibilitar a realização da função desejada de uma pessoa que se encontra impedida por circunstância de deficiência ou pelo envelhecimento. Assim, a tecnologia assistiva é uma área de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços para promover a funcionalidade e participação, da pessoa com deficiência, incapacidade ou mobilidade reduzida (BRASIL, 2012).

Segundo Bersch (2008), os dispositivos de tecnologia assistiva podem ser classificados em: Auxílios para a vida diária e vida prática; dispositivos de comunicação aumentativa e alternativa; recursos de acessibilidade ao computador; sistemas de controle de ambiente; projetos arquitetônicos para acessibilidade; órteses e próteses; dispositivos de adequação postural; auxílios de mobilidade; auxílios para ampliação da função visual e recursos que traduzem conteúdos visuais em áudio ou informação tátil; auxílios para melhorar a função auditiva e recursos utilizados para traduzir os conteúdos de áudio em imagens, texto e língua de sinais; mobilidade em veículos e dispositivos para esporte e lazer. Todos estes recursos promovem maior eficiência e autonomia nas várias atividades de interesse de seus usuários. Assim, a tecnologia assistiva serve à pessoa com deficiência que necessita desempenhar funções do cotidiano de forma independente (Morrison et al., 2015; Bersch, 2017).

Anomalias congênitas afetam entre 1% e 2% dos nascidos vivos. Aproximadamente 10% desta população apresentam deficiência motora com ausência de membro superior envolvendo braços, mãos e dedos (Chung, 2011; Bisneto e Novaes, 2012). No mundo, cerca de 16 em cada 10.000 crianças nascem com anomalias congênita de membro superior (Flatt, 1994). Este tipo de deficiência

é extremamente limitante pois leva à perda da capacidade de movimentos de dedos, mão e articulações como punho, cotovelo e ombro resultando em limitações para o indivíduo que pode ter uma vida menos funcional e mais dependente.

Em 2017, segundo McDonald et al. (2020), 57,7 milhões de pessoas viviam com amputações de membros por causas traumáticas em todo o mundo. As principais causas traumáticas de amputação foram quedas (36,2%), acidentes rodoviários (15,7%), outros acidentes de transporte (11,2%) e acidentes envolvendo forças mecânicas (10,4%). O maior número de amputações traumáticas prevalentes ocorre no Leste Asiático e no Sul da Ásia, seguido pela Europa Ocidental, Norte da África e Oriente Médio, América do Norte de alta renda e Europa Oriental.

Auxílios para a vida diária e vida prática são materiais e produtos que favorecem desempenho autônomo e independente em tarefas rotineiras ou facilitam o cuidado de pessoas em situação de dependência de auxílio, nas atividades como se alimentar, cozinhar, vestir-se, tomar banho e executar necessidades pessoais. Exemplos de auxílios para a vida diária e vida prática são talheres modificados, suportes para utensílios domésticos, roupas desenhadas para facilitar o vestir e despir, abotoadores, velcro, recursos para transferência, barras de apoio etc. (Bersch, 2008; 2017).

A ausência de membro superior tem origem congênita, traumática ou ocorre em consequência de uma amputação requerida no tratamento de uma patologia. A síndrome da brida amniótica causa malformação das mãos do feto ainda na fase intrauterina. Na América Latina, a síndrome acomete um em cada 11.200 nascidos vivos e o comprometimento da vida do portador varia com o grau de gravidade das lesões anatômicas (Orioli et al., 2003). A síndrome é uma patologia de alta relevância clínica tanto para a criança como para o cuidador implicando em sérias limitações à vida do portador da fase infantil até adulta (Matic e Komazec, 2009). Entre 1958 e 1962 foi observado principalmente na Alemanha e Inglaterra, o nascimento de milhares de crianças com graves deformidades congênitas, como encurtamento dos membros superiores e/ou inferiores, com ausência total ou parcial das mãos, pés e/ou dos dedos. Cerca de 25% dos casos apresentavam acometimento simultâneo e assimétrico dos quatro membros. A correlação entre o consumo da medicação talidomida por gestantes e o aparecimento das malformações congênitas foi estabelecida anos depois (Oliveira, 1999).

Acidentes de trabalho, de trânsito e a violência urbana são as causas mais comuns de amputação de membro superior em adultos, afetando mais homens do que mulheres. A maioria dos casos ocorre na zona rural com precárias condições de vida. Segundo o Sindicato dos Metalúrgicos de Osasco em São Paulo (2014), os membros superiores são as partes do corpo mais atingidas em mais de 50% de casos de acidentes de trabalho na indústria. A amputação de membro superior é necessária também em tratamentos médicos, como em casos de remoção cirúrgica de tumor maligno ou em casos de infecção como meningite devido à gangrena gerada pelo agravamento das lesões na pele que corre com mais frequência entre jovens de 10 a 18 anos (Puhaindran et al., 2012; Xu et al., 2017).

Amputações sempre fizeram parte da história da medicina e as próteses são o principal recurso usado no tratamento de reabilitação. Próteses são dispositivos de tecnologia assistiva utilizados na reabilitação de membros pela substituição de partes ausentes destes. De modo geral, próteses de membro superior são confeccionadas sob medida e podem auxiliar na realização de funções manuais como escrita, digitação, utilização de talheres e de objetos para higiene pessoal (Biddiss e Chau, 2007; Toledo et al., 2019).

Quando comparados aos membros inferiores, os membros superiores estão relacionados com as maiores taxas de insucesso de reabilitação com uso de prótese e 95% dos usuários desistem do uso. Esta alta taxa de insucesso se deve a vários fatores que dependem do tipo de prótese adotada sendo justificadas por motivos de rejeição psicológica do membro. Para que o usuário realmente utilize a prótese, ela deve ser funcional e facilitar as atividades de vida diária e trabalho. Por isso, a reabilitação para a adequação do uso da prótese é uma etapa muito importante e deve ser realizada por uma equipe multiprofissional considerando o contexto pessoal, social e ambiental do usuário (Biddiss e Chau, 2007; Sims et al., 2020).

2.2.2 Próteses Convencionais de Membro Superior

As próteses de mão são criadas com a função de substituir o membro ausente visando a autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social do usuário. A protetização pode oferecer ao usuário mais liberdade e independência para realizar as tarefas do dia a dia, além de ter a função estética. A biomecânica da mão humana é ainda muito difícil de ser reproduzida, por isso, desenvolver uma

prótese de mão é um processo complexo. O dispositivo deve ser uma estrutura articulável que possa ser acionada facilmente, ter tamanho reduzido, com boa resistência mecânica e peso adequado ao usuário (Loenert, 2018). Além disso, na maioria dos casos, a prótese de mão precisa ser personalizada pois cada indivíduo tem uma anatomia diferenciada, e um bom ajuste da prótese é requerido de acordo com a necessidade do usuário. O processo de reabilitação é muito importante pois 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 (Fig. 2). De modo geral os modelos mais acessíveis disponíveis no mercado apresentam muitas limitações funcionais e por isso 90% dos usuários abandonam o uso. Dentre os motivos de abandono pode ser mencionada ainda a falta de personalização das próteses. Como cada pessoa apresenta características únicas, é essencial considerar no desenvolvimento da prótese, as deformidades anatômicas, mobilidades articulares e a condição do tecido do membro residual. Não levar em considerações tais fatores, implica diretamente em uma baixa taxa de sucesso na reabilitação do usuário que não conseguirá utilizar a prótese em seu cotidiano.



Figura 2: Tipos de próteses comerciais de membro superior. A) Prótese estética e B) Próteses mecânica e mioelétrica. Fonte: Autores.

A prótese estética tem a função de substituir a aparência do membro como um dispositivo passivo que não permite ao usuário a realização de movimentos. Geralmente ela é confeccionada seguindo a forma da mão com uso de espuma injetada e reforço de arame nos dedos. Este tipo de prótese custa cerca de R\$ 7.000,00 no Brasil (Cunha, 2002) e entre U\$ 3.000,00 e 5.000,00 nos EUA (Guisheng. et al., 2017). As próteses estéticas apresentam várias desvantagens como, mudança de cor com o passar do tempo, dificuldade na remoção de manchas adquirida com o uso, baixa resistência mecânica e outros defeitos nos primeiros seis meses de uso (Cunha, 2002; Xu et al., 2017).

A prótese mecânica funcional é articulada e acionada pelo movimento de uma articulação do braço ou ombro. O usuário consegue realizar movimentos limitados como abrir e fechar a mão a partir do movimento da articulação do punho, cotovelo, ou ombro por meio de tirantes ou fios. Este tipo de prótese, custa cerca de R\$ 20.000,00. Geralmente, o mecanismo interno da mão na prótese mecânica possui três dedos funcionais em pinça (polegar, indicador e médio) e ela funciona de duas formas: abertura voluntária com fechamento automático ou fechamento voluntário com abertura automática (Cunha, 2002; Xu et al., 2017).

A prótese do tipo automatizada ou mioelétrica é um dispositivos complexo acionado a partir da captação de atividade muscular do braço do usuário que é transmitido para motores elétricos possibilitando o movimento dos dedos. O uso deste tipo de prótese demanda uma curva de aprendizado relativamente longa. A prótese requer energia de baterias e a configuração necessária de motores e controladores faz com que o dispositivo fique pesado, volumoso e tenha um alto custo que pode variar entre R\$ 100.000,00 e R\$ 400.000,00 (Cunha, 2002; Guisheng. et al., 2017).

No Brasil, nenhum dos três tipos de próteses apresentados é fornecido pelo SUS para crianças, pois eles não são adequados devido ao peso, custo da troca de novas próteses e limitações funcionais (Kyberd et al., 2001). A adaptação do crescimento físico e desenvolvimento psicológico de uma criança que usa prótese de membro superior é um grande desafio. A taxa de rejeição de uso de próteses de membro superior em crianças é alta, devido a fatores como falta de funcionalidade, peso ou desconforto (Sims et al., 2020). Inúmeros fatores podem alterar o índice de aceitação ou não da prótese, como modelo, adaptação e sistema de reabilitação.

Idade, deformações e limiar de dor também afetam o resultado de adaptação (Biddiss e Chau, 2008). Em casos de adultos, o índice de abandono é cerca de 90% (Biddiss e Chau, 2007). Já as taxas de rejeição para próteses do tipo mioelétrica são cerca de 45% em populações pediátricas (Biddiss & Chau, 2007). Curran e Hambrey (1991) afirmam que as crianças são capazes de atingir um bom nível de independência sem próteses. Outros autores como Krebs et al. (1991) declaram que a idade em que a criança recebe a primeira prótese é um dos principais fatores no sucesso na reabilitação, recomendando o uso de prótese antes do início do período escolar.

No Brasil, a maioria das crianças com malformação congênita de membro superior só recebe a primeira prótese após atingir o pico de crescimento, ou seja, na fase adulta. Por isso, grande parte das crianças ficam sem prótese durante toda a infância. A prótese mioelétrica é importada, difícil de ser acionada e o alto custo torna o investimento inviável devido à necessidade de compra de próteses maiores à medida que a criança cresce. Exemplo de um caso de sucesso de reabilitação infantil com prótese mioelétrica em São Paulo: O custo de aquisição da prótese quando a criança tinha três anos foi de R\$ 115.000,00, aos sete anos, a criança já tinha ido três vezes aos EUA para fazer os novos modelos e adaptações da prótese devido ao crescimento. O último modelo de prótese apresentou defeito e a família adquiriu uma prótese estética com custo de R\$ 4.000,00 para que a criança não ficasse sem prótese até que a prótese mioelétrica voltasse da manutenção (Fig. 3).

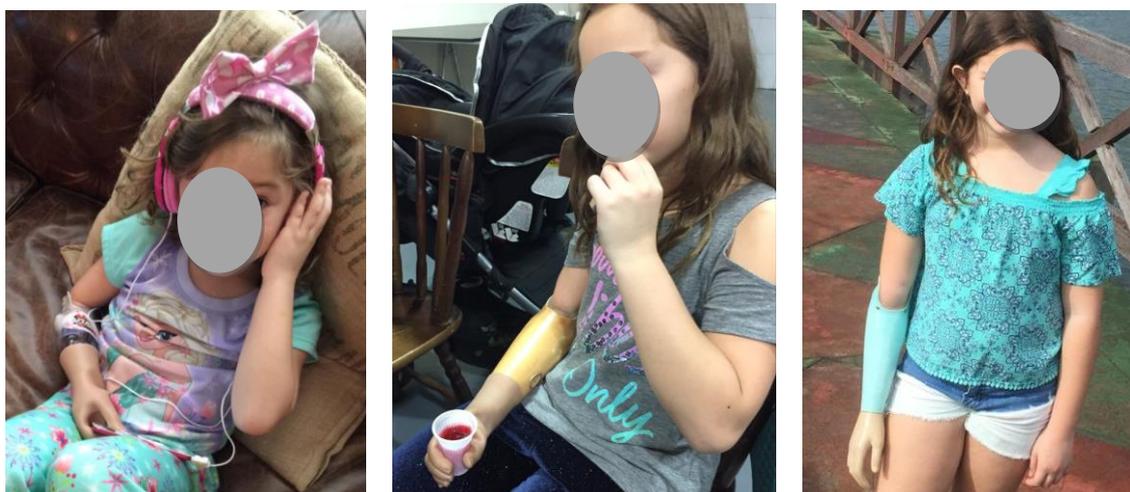


Figura 3: Caso infantil de reabilitação de membro superior com prótese mioelétrica. Fonte: Foto cedida pela família.

Segundo a legislação brasileira, o SUS tem obrigação de fornecer aos brasileiros que precisam, próteses para auxílio a uma melhor qualidade de vida, mas no caso de próteses de mão, não existem modelos funcionais infantis nacionais e os modelos para adultos existentes no mercado não se encaixam na tabela de custos do SUS. É muito difícil fazer estimativa do número de pessoas protetizadas com recursos do governo ou de quantas pessoas aguardam em filas de espera. Estima-se que no Brasil, menos de 3% das pessoas com falta de membro superior consegue ter acesso a uma prótese de alta tecnologia e apenas 5% destes têm acesso a um programa de reabilitação (ABOTEC, 2014).

Ainda não é possível definir qual é o melhor tipo de prótese ou o melhor programa de protetização de membros superior. No entanto, o conceito de próteses esteticamente parecidas com o membro perdido tem mudado. Hoje as próteses têm sido projetadas com diferentes modelos visando recuperar a função do membro perdido. Dentro do novo conceito de reabilitação, procura-se valorizar o resgate funcional do amputado acima do resgate da imagem física (Varela, 2015).

O processo de reabilitação de usuário de prótese de membro superior visa fazer com que ele possa, com o uso da prótese, manipular, agarrar e manter seguro diversos tipos de objetos de forma ativa e independente. Uma prótese prescrita para um idoso não pode ser igual a uma outra indicada para uma criança porque as necessidades de cada um são diferentes. Por isso, no processo de protetização, o perfil do usuário deve ser sempre considerado. O objetivo final da reabilitação é permitir que o usuário assuma sua nova condição e retome suas atividades rotineiras como trabalhar, estudar e praticar esportes (Varela, 2015). A adaptação das próteses faz parte da terapia e deve ser realizada com uma equipe multidisciplinar. O acompanhamento psicológico é muito importante, principalmente em jovens, pois a ideia de limitação em suas atividades, além da vaidade abalada por uma mutilação em sua imagem corporal pode alterar suas reações psicológicas para com o meio em que vive e para consigo mesmo (Bocolini, 2000). Do ponto de vista psicológico é impossível determinar a influência do uso ou não de uma prótese na vida de uma criança com ausência de membro, pois a literatura apresenta poucos estudos relacionados com o tema. No entanto, a maioria das crianças amputadas demonstram o desejo de possuir uma prótese (Sims et al., 2020).

2.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DA ÁREA DA ENGENHARIA

2.3.1 Tecnologias da Indústria 4.0

A Revolução Industrial já passou por três estágios. No final do século XVIII, se iniciou a primeira revolução que causou a transição de trabalhos manuais para uso de máquinas a vapor. A segunda revolução industrial foi influenciada por Henry Ford, em 1913, gerando a implementação do conceito de linha de montagem nas indústrias (Silva e Gasparin, 2006). A terceira revolução, teve seu início em 1970, com a introdução de inovações tecnológicas como robótica, sistemas de gerenciamento de banco de dados, novos softwares e hardwares (Fig. 4).

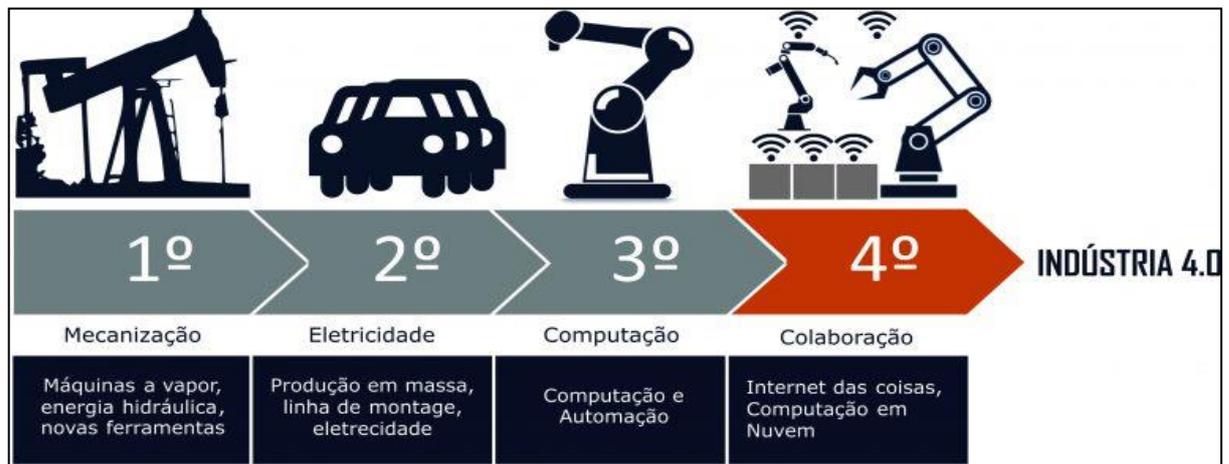


Figura 4 – As quatro revoluções industriais. Fonte: RenderBlog, 2020.

A quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0 reúne uma série de inovações e recursos que possibilitam a capitalização de altos níveis de automação, fábricas inteligentes, manufatura aditiva, big data, sistemas ciberfísicos, computação em nuvem, internet das coisas, e outros (Rübmann, 2015). A indústria 4.0 tem criado um enorme impacto na academia, governo, criadores de políticas públicas e setores industriais. Ela representa uma nova visão do modo de fabricação para gerar produtos e serviços inteligentes (Coelho, 2016). A indústria 4.0 promove a integração da fábrica com o ciclo de vida do produto e suas etapas na cadeia e suprimentos com o uso de tecnologias digitais (Frank et al., 2019) (Fig. 5).

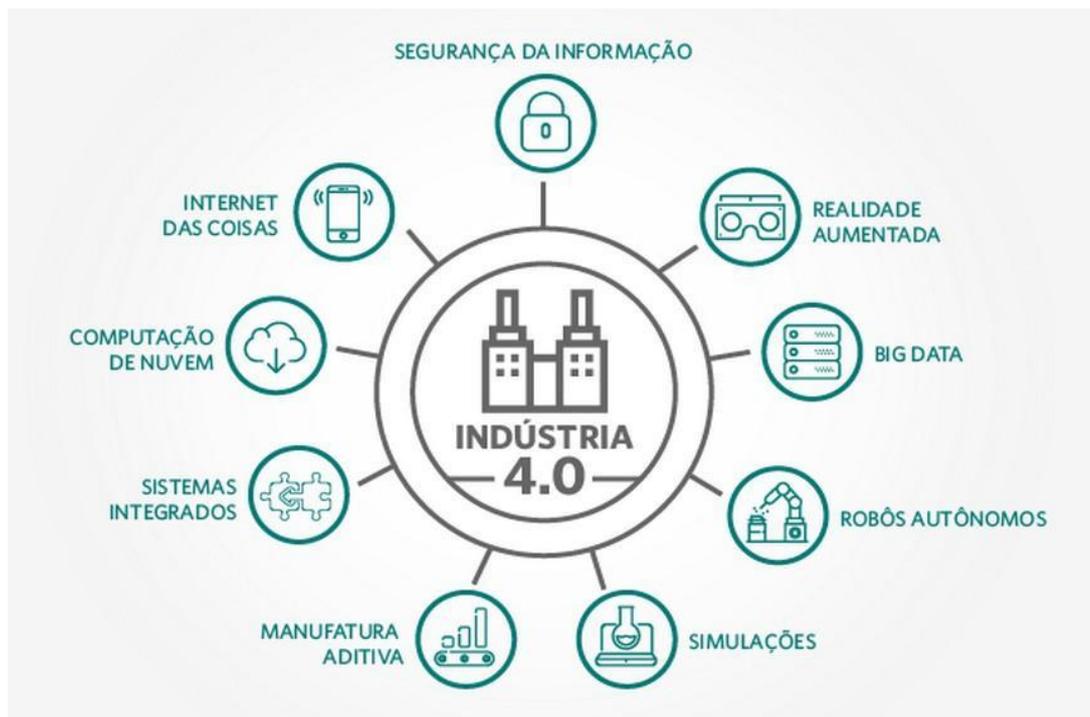


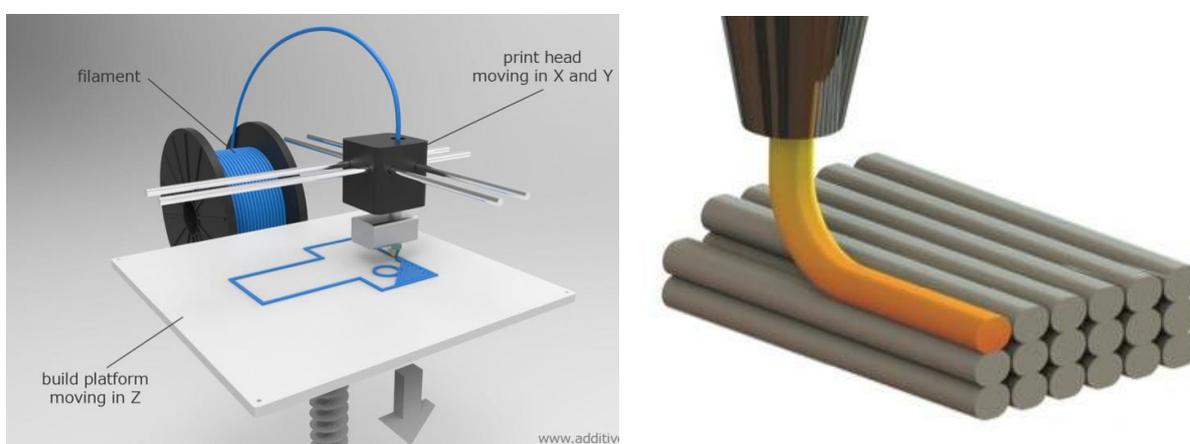
Figura 5 – Tecnologias da Indústria 4.0. Fonte: ERPLAN (2020)

Com a chegada da Indústria 4.0, novas tecnologias digitais estão presentes de forma inerente na geração atual mudando a maneira como o mundo funciona. Nessa era digital, várias ações têm sido realizadas com foco na inovação social, na busca de soluções para necessidades e problemas sociais (Phills et al., 2008). A indústria 4.0 traz tem gerado muitas aplicações na área da saúde (Saúde 4.0). Robôs tem sido cada vez mais utilizados para auxiliar cirurgias complexas, inteligência artificial tem sido aplicada em diversas áreas de análise e diagnósticos, a telemedicina tem permitido o acesso remoto à exame de imagens, a manufatura aditiva tem desenvolvido novos produtos, etc (Boulos e Wheeler, 2007; Aceto et al., 2020). No entanto, algumas barreiras como falta de recursos e mão de obra especializada dificultam uma maior inclusão da tecnologia na área da saúde. O fato desse ser um mercado tradicional e a dificuldade de atualização profissional diante das novas tecnologias, assim como a burocracia de atualização pelos convênios são algumas das dificuldades impostas (Cavallone e Palumbo, 2020). Mesmo assim, a eficiência da indústria 4.0 e a sua notória contribuição ao amplo mercado da área da saúde tem sido cada vez mais expandida (Boulos e Wheeler, 2007; Cavallone e Palumbo, 2020; Aceto et al., 2020).

2.3.2 Produção de Próteses de Membro Superior por Manufatura Aditiva

A manufatura aditiva ou impressão 3D descreve vários processos de manufatura que permitem converter um modelo digital em um objeto real com uso de diferentes tipos de materiais (Volpato, 2017). Inicialmente, a impressão 3D foi aplicada em áreas industriais no desenvolvimento de produtos, mas na última década, a tecnologia se tornou popular devido à disponibilidade de impressoras 3D de baixo custo e softwares livres, favorecendo o desenvolvimento e criação de novos produtos (Ishengoma e Mtaho, 2014). A impressão 3D tem sido utilizada na engenharia, arquitetura, manufatura, saúde e educação. O potencial do uso desta tecnologia em países em desenvolvimento, como o Brasil, é enorme. Ela pode ser explorada na busca por soluções de muitos problemas da área de saúde, como o desenvolvimento de dispositivos para auxiliar a inclusão social de pessoas com deficiência (Gon et al., 2017). Nos últimos anos, a impressão 3D tem sido aplicada na criação de órteses, próteses, implantes, além de biomodelos para ensino, planejamento e treinamento cirúrgico (Boulos & Wheeler, 2007; Bazzano et al., 2017; Kunkel et al., 2019; Xu et al., 2017; Aceto et al., 2020; Bina et al., 2020). A principal vantagem da impressão 3D é a praticidade da produção, que não exige escala industrial e a possibilidade de personalizar o produto.

O processo de impressão 3D de Moldagem por Fusão e Deposição (FDM, *Fused Deposition Modeling*) permite que um objeto seja construído pela deposição de camadas de polímero extrudado sobre uma mesa (Kunkel et al., 2020) (Fig. 6).



.Figura 6 - Processo de impressão 3D do tipo FDM. Fonte: Boa Impressão 3D (2019).

No processo FDM, a cabeça de extrusão da impressora 3D se movimenta no plano x-y alimentada por um filamento polimérico que é aquecido e dispensado na forma de filetes em estado pastoso formando a estrutura física do objeto. Dentre os diversos processos existentes de impressão 3D, o FDM é o mais acessível (Guisheng. et al., 2017). O mercado nacional dispõe de impressoras 3D do tipo FDM a partir de R\$ 2.500,00 com uso de filamentos termoplásticos como o ácido polilático (PLA, Polylactic Acid) ou acrilonitrila butadieno estireno (ABS, Acrylonitrile Butadiene Styrene) encontrados em várias cores por cerca de R\$ 100,00 o quilo. Além disso, diversas plataformas na internet disponibilizam modelos 3D digitais de vários tipos de objetos com licença de uso livre (*open source*) que podem ser baixados e impressos (Loenert 2016a, 2017b).

Em 2012, Richard van As, um carpinteiro da África do Sul, perdeu parte da mão em um acidente de trabalho e em colaboração com um designer americano criou uma prótese de mão funcional por impressão 3D em material polimérico. Richard abandonou o uso da prótese devido à baixa funcionalidade que ela apresentava. No entanto, ele fez a próteses para um garoto de sete anos com malformação congênita de mão. Com a prótese, o garoto conseguiu manipular pequenos objetos e jogar bola. Em 2013, a ONG Robohand foi criada para produzir esse modelo de próteses na África do Sul onde o custo de próteses é inacessível à maior parte de população (Robohand, 2013) (Fig. 7). Posteriormente, foi criada a Fundação americana e-Nable, e com o uso de ferramentas da Google, reuniu voluntários de todo o mundo que ajudam pessoas, na maioria crianças, que precisam de próteses de dedo, mão e braço (Schull, 2014).



Figura 7 - Próteses de mão mecânica produzidas por impressão 3D no projeto Robohand. Fonte: Robohand, 2013.

Desse trabalho colaborativo surgiram novos modelos de próteses de mão, mais bonitos, leves e funcionais. Nenhum dos modelos de próteses da e-Nable possui patente e todos são disponibilizados na internet para o domínio público e não podem ser comercializados. Todas as próteses da e-Nable são produzidas pelo processo FDM de impressão 3D (Fig. 8).

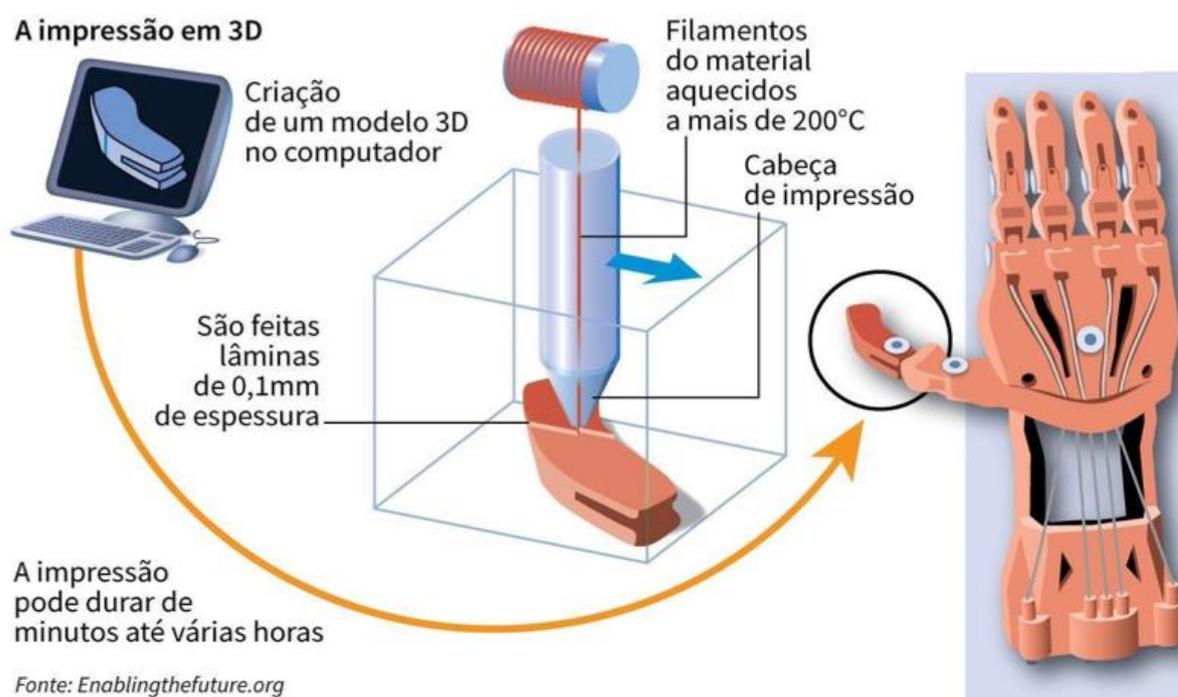


Figura 8 - Processo de produção de prótese de mão por impressão 3D. Fonte: Boa Impressão 3D (2019).

Os modelos mais populares de prótese da e-Nable lembram os heróis de quadrinhos sugerindo superpoderes e afastando a ideia da deficiência física (Fig. 9). Com as próteses, as crianças podem se sentir menos discriminadas socialmente, brincar de bola, manipular objetos e andar de bicicleta. O material polimérico utilizado na impressão de próteses 3D tem baixo custo e apresenta resistência mecânica suficiente para que o usuário possa realizar várias tarefas do dia a dia. Em caso de quebra de uma das peças, ela pode ser impressa novamente.



Figura 9: Próteses de mão mecânica infantil produzidas por impressão 3D pelo projeto e-Nable nos EUA. Fonte: e-Nable, 2014.

Desde 2013, a fundação e-Nable tem voluntários em todo o mundo atuando no desenvolvimento de próteses. No cenário brasileiro, três grupos têm se destacado na produção e doação de próteses 3D de membro superior, a organização “Dar a Mão” de Curitiba, a e-Nable Brazil de Recife e o Programa de Extensão Mao3D da Unifesp em São José dos Campos, São Paulo. Em relação à alta demanda, ainda são poucos os projetos que atuam no país na produção de próteses por impressão 3D com objetivo de fazer doação. Isto ocorre devido à pouca adesão ao movimento da cultura *maker* pelos brasileiros, questões legislativas, e questões financeiras. A cultura *maker* é uma evolução do movimento “Do it yourself” que se baseia na ideia de que as pessoas possam fabricar, construir, reparar e alterar objetos com as próprias mãos, em um ambiente de colaboração e transmissão de informações entre grupos. Em relação à legislação, no Brasil uma prótese é considerada como um dispositivo médico e para que ela possa ser doada, ela precisa ser prescrita e a reabilitação deve ser acompanhada por um profissional da área da saúde. O problema relacionado com questões financeiras diz respeito ao custo das impressoras 3D, manutenção e aquisição de materiais que ainda é um fator limitante.

CAPÍTULO 3

DESENVOLVIMENTO

3.1 CASO: A INICIATIVA DE IMPACTO SOCIAL MAO3D (IIS MAO3D)

O Projeto Social de Extensão Mao3D foi criado em 2015, no ICT/Unifesp- SJC com o objetivo de fazer e doar próteses mecânicas de membro superior manufaturadas por impressão 3D, além de oferecer reabilitação aos usuários (Fig. 10) (Kunkel, 2017; Toledo et al, 2019; Bina et al, 2020). Desde a sua criação, o Mao3D é formado por estudantes de graduação do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia e Engenharia Biomédica, de alunos do Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica da Unifesp, além de alguns voluntários externos. O projeto de Extensão está alinhado com a missão da Unifesp de promover o avanço do conhecimento através de ações fundamentadas na interdisciplinaridade, excelência e inclusão social.



Figura 10 – Impressoras 3D do Projeto de Extensão Mao3D da Unifesp. Fonte: Autores.

O Projeto Mao3D atende uma parcela da população formada por crianças e adultos que por causas congênitas ou adquiridas não possui parte do membro superior. As próteses personalizadas com variação de cores, formas, tamanhos e modelos são produzidas com impressoras 3D de baixo custo no Laboratório de Órteses e Próteses 3D (LOP3D) do ICT/Unifesp-SJC (Fig. 11) (Ganga 2016). O impacto social que tem sido gerado pelo Mao3D é a melhoria da qualidade de vida das pessoas com deficiência física que têm sido beneficiadas com uma prótese de membro superior e podem ter maior inclusão na sociedade no lazer, estudo ou trabalho. A reabilitação do usuário é realizada por profissionais de saúde do Mao3D como ortoprotesista, terapeuta ocupacional e psicólogo (Fig.11).



Figura 11 - Próteses de mão 3D mecânicas infantil e adulta do programa Mao3D. Fonte: Autores.

Desde 2015, o Projeto Mao3D tem superado vários desafios, como a falta de conhecimento técnico, estrutura física inadequada, falta de recursos humanos e recursos financeiros limitados, para atender pessoas que precisam de uma prótese. Até o final de 2017, as ações do Projeto foram realizadas de modo restrito com o apoio de voluntários, alunos de graduação e pós-graduação da Unifesp. Neste período, algumas ferramentas, como financiamento coletivo, foram utilizadas para captação de recursos e uma rede de colaboradores foi formada. Em 2019 foi iniciado um processo de transformação do Projeto Mao3D em uma iniciativa de impacto social (IIS) de base tecnológica. Esta necessidade surgiu pela grande demanda de próteses de membro superior produzidas por impressão 3D para crianças e adultos em todo o Brasil, bem como pela grande quantidade de pessoas da sociedade dispostas a colaborar com recursos materiais, técnicos e financeiros.

3.2 METODOLOGIA

Considerando o objetivo principal da pesquisa de estudar o processo de criação e gestão da iniciativa de impacto social Mao3D. O método de pesquisa utilizado foi a abordagem qualitativa de pesquisa com a condução de um estudo de caso único. A metodologia de estudo de caso é amplamente utilizada no campo de administração de empresas em pesquisas nas áreas de gestão e estratégia empresarial (Lee et al., 2007; Siggelkow, 2007; Gibbert et al., 2008; Zanni et al 2011). O estudo de caso é uma exploração de um sistema limitado envolvendo uma coleta de dados em profundidade em determinado contexto (Creswell, 1998). Dessa forma, esse método foi considerado adequado para atingir o objetivo desta pesquisa.

Inicialmente os temas a serem estudados foram definidos, seguido da preparação para a coleta de dados primários e definição das técnicas de coleta (Yin, 2003). Um protocolo de estudo de caso foi elaborado para a posterior prospecção dos dados (Quadro 2).

Questão de pesquisa	Como é o processo de criação e gestão de uma iniciativa de impacto social de base tecnológica na área de tecnologia assistiva?
Unidade de análise	Práticas e tecnologias, motivações, oportunidades e desafios
Organização	Iniciativa de impacto social localizada no Brasil
Limites de tempo	12 meses
Fontes de dados e confiabilidade	Cruzamento entre dados coletados por meio de entrevistas (fonte primária), observação direta e análise documental
Validade dos construtos	Entrevistas, observação direta e documentos
Validade interna	Estabelecimento de um roteiro de entrevista
Validade externa	Discussão dos dados coletados com a literatura
Temas abordados	Como foi o processo de planejamento e criação da IIS Mao3D? Quais protocolos foram criados para atendimento e produção? Como foi a elaboração do plano de gestão da IIS Mao3D? Como foi a elaboração do plano de negócios da IIS Mao3D

Quadro 2 - Protocolo de estudo de caso único. Adaptado de Corrêa e Zalla, 2020.

O processo de prospecção dos dados foi realizado por meio de entrevistas, análise documental e observação direta. As entrevistas foram realizadas com participantes de diversos setores da IIS Mao3D como, coordenadora geral,

coordenadora técnica e voluntários. As entrevistas foram realizadas durante os meses de fevereiro de 2019 a janeiro de 2020. Em relação à análise documental, foram verificadas matérias relacionadas à IIS e conteúdo de suas redes sociais e site. Os dados coletados foram analisados segundo as práticas e tecnologias, motivações, oportunidades e desafios.

Os registros foram compilados para a realização de análises, desenvolvendo a estruturação dos resultados para formalizar o relatório do estudo de caso, com apresentação dos dados, discussões das descobertas e conclusões. Os temas abordados na análise, que foram descritos no protocolo de estudo de caso único, são detalhados no Quadro 3.

Planejamento e criação da IIS Mao3D

1. Definição do modelo de negócio social
2. Criação da identificação visual
3. Criação do marketing digital nas redes sociais
4. Estruturação do espaço físico e parque de equipamentos
5. Formação da equipe de recursos humano

Criação de protocolos para atendimento e produção

1. Protocolo de atendimento do usuário
2. Protocolo de aquisição das medidas
3. Protocolo de modelagem e impressão 3D das peças
4. Protocolo de moldagem e montagem da prótese 3D
5. Protocolo de reabilitação física e atendimento psicológico

Elaboração do plano de gestão da IIS Mao3D

1. Gestão de pessoas
2. Gestão do processo de produção

Elaboração do plano de negócios da IIS Mao3D

1. Título do projeto de prestação de serviços técnicos especializados
2. Objeto do projeto de prestação de serviços técnicos especializados
3. Dados Cadastrais da proponente
4. Período de execução
3. Criação do marketing digital nas redes sociais
5. Contextualização e justificativa institucional
6. Resultados esperados
7. Cronograma de execução
8. Serviços técnicos especializados a serem oferecidos
9. Definição dos valores dos serviços
10. Equipe do projeto Mao3D
11. Ressarcimento da infraestrutura UNIFESP e custos operacionais à FAP-Unifesp
- 12.. Gerenciamento dos serviços e dos recursos arrecadados
13. Análise de mercado
14. Estratégia de negócio
15. Plano de marketing
16. Planejamento e desenvolvimento de projetos
17. Plano financeiro

Quadro 3 – Temas abordados na análise de estudo de caso único.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados e discutidos os dados coletados das entrevistas e documentos sobre o processo da transformação do projeto de Extensão na IIS Mao3D. Nessa pesquisa, a utilização de um único caso foi apropriada pois o caso sob estudo também é único e não existem muitas organizações semelhantes para que sejam feitos outros estudos comparativos. Desde que o método de estudo de caso passou a ser amplamente utilizado pelos pesquisadores do campo de gestão, existe um esforço para desenvolver rigorosos procedimentos de pesquisa que dessem a esta abordagem metodológica a robustez necessária para que ela tivesse reconhecimento científico (Zanni et al., 2011).

4.1 PLANEJAMENTO E CRIAÇÃO DA IIS MAO3D

4.1.1 Definição do Modelo de Negócio Social

Após uma ampla investigação sobre o modelo de negócio mais adequado para uma iniciativa de impacto social (IIS) dentro de uma Universidade Federal, a coordenação do Projeto Mao3D optou pelo Projeto Acadêmico de Prestação de Serviços (PAPS). O PAPS é uma atividade extensionista intersetorial da Unifesp organizada pela Agência de Inovação Tecnológica e Social (AGITS), Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa (PROGPq), Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (PROEC), Pró-Reitoria de Administração (PROADM). O PAPS é regulado pela Resolução 138 do Comitê Intersectorial de Avaliação e Acompanhamento dos PAPS da Unifesp. A proponente será a Profa. Dra. Maria Elizete Kunkel, atual coordenadora do Mao3D.

A proposta de PAPS do Mao3D demonstra o caráter acadêmico pelo envolvimento de alunos, atividades de pesquisa e não somente a prestação de serviço isoladamente. O caráter acadêmico é demonstrado pela sua vinculação à pesquisa (grupo de pesquisa cadastrado do CNPq, projetos financiados, aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) etc.), ensino (número de orientações estrito

sensu, disciplinas ofertadas etc.) e extensão (o projeto Mao3D e suas ações de divulgação).

O marco legal da inovação, ampara o modelo de prestação de serviço no âmbito da Universidade, para atender a demanda de serviços técnicos especializados, como a área de tecnologia assistiva, especificamente, próteses, órteses e dispositivos de reabilitação. Essa nova estrutura da IIS Mao3D contribuirá no intercâmbio de conhecimento para o aprimoramento e geração de novos processos, produtos e serviços, gerando assim ganhos para a sociedade. Além disso, a prestação de serviços técnicos especializados promove o estreitamento de relações formais para a prospecção de parcerias futuras com instituições externas, seja do setor público ou privado. Ao mesmo tempo, essa prática tem uma função pedagógica, ao criar na comunidade acadêmica a consciência do custo destes serviços prestados pela Universidade (AGITS Unifesp, 2017). O fluxograma da Fig. 12 descreve o caminho a ser seguido dentro da universidade para a implantação do PAPS.

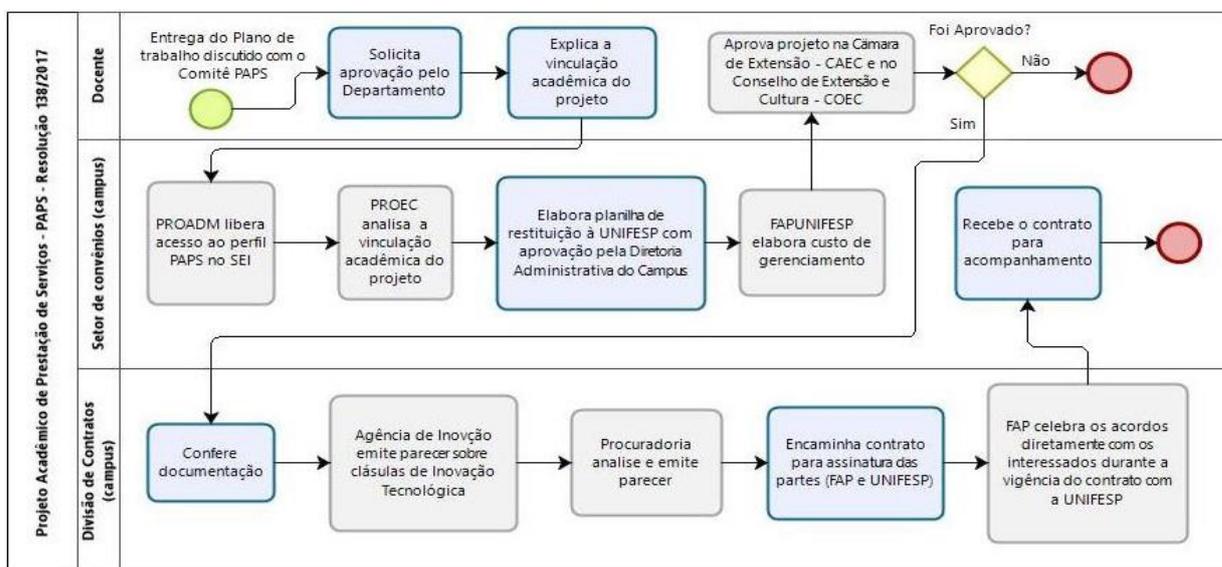


Figura 12 - Fluxograma de implementação do modelo de negócios PAPS na Unifesp. Fonte: AGITS Unifesp, 2017.

A prestação de serviços técnicos especializados, com agentes públicos ou privados externos, proporcionará aos docentes e discentes da IIS Mao3D uma maior interação com a sociedade. Esse modelo de negócio demonstra a troca de

experiências e conhecimentos, existentes dentro e fora da academia, justificando sua missão constante no tripé das atividades de ensino, pesquisa e extensão.

A aplicabilidade da extensão e da pesquisa das atividades existentes na prestação de serviços técnicos especializados é descrita no Art. 88 “A extensão universitária é o processo educativo, cultural e científico que se articula ao ensino e à pesquisa, de forma indissociável, e que viabiliza a relação transformadora entre a Universidade e a sociedade”, Art. 89 “As atividades de extensão implicam articulação permanente entre as PROEC, PROGRAD, PROPGPq e seus respectivos programas” e Art. 90 “São considerados como atividades de extensão universitária cursos, programas, projetos, ações sociais e prestação de serviço” (Regimento Geral da Unifesp, 2011). Tais objetivos da Unifesp alinham-se ainda à Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação brasileira (ENCTI 2016-2019) adotada pelo MCTIC (Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações), ao destacar que:

“Entre as políticas públicas adotadas pelos países líderes em CT&I neste campo, se observa o incentivo à participação em projetos cooperativos internacionais e a construção de grandes instalações de P&D (Big Science), além do estímulo a constituição de facilites, laboratórios e equipamentos multiusuários, capazes de atender a demandas diversificadas da comunidade científica e tecnológica. Para ampliar a participação brasileira na produção científica e tecnológica mundial e melhorar a capacidade de inovação e a competitividade do País, é preciso investir ainda mais na modernização, recuperação e fortalecimento da infraestrutura de pesquisa existente, bem como na criação de novos laboratórios e infraestruturas. Os investimentos devem estar voltados para infraestruturas complementares e de diferentes escalas, evitando a dispersão de recursos e esforços” (AGITS Unifesp, 2017).

Um elemento constante no projeto acadêmico é apontar o ressarcimento institucional por meio da infraestrutura requerida (equipamentos, instalações e elementos físicos) na Unifesp para a prestação dos serviços técnicos especializados. Para isso, será listada no PAPS todos os equipamentos que serão utilizados na prestação de serviço.

4.1.2 Identificação Visual

Atualmente, a identidade visual da IIS Mao3D é constituída pelo conjunto de elementos formais que representa visualmente, e de forma sistematizada a iniciativa: O logotipo, um símbolo visual que se complementa nos códigos de cores, um slogan para reforçar o conceito a ser comunicado, o Website, e as contas da IIS nas redes sociais. Devido à grande repercussão dos resultados do Projeto de Extensão Mao3D e pela simplicidade associada à causa que representa, o nome “Mao3D” foi mantido.

Para a criação da identidade visual foi realizado o planejamento, pesquisa e estratégia conceitual em uma série de reuniões online dos participantes com a Empresa NAVE Estúdio Criativo (São José dos Campos, SP). A produção de um briefing foi o ponto de partida do processo criativo de criação da logomarca. Este elemento tem uma grande importância para uma IIS, pois passa a ser a “cara” da organização e sua identidade visual. A logomarca é responsável por transmitir a visão, pensamento ou motivações da empresa, através da identidade visual transmitindo a mensagem da empresa ao consumidor final (Linhares e Soares, 2014).

A logomarca antiga do Projeto de Extensão Mao3D foi criada em 2015 com a figura de uma mão com linhas em alto relevo com a palavra MAO3D em cores diferentes anexado à logo. Para a IIS Mao3D foi definido uma logomarca com um design mais moderno com linhas simples, contextualizada com às novas tendências de uso das mídias sociais. Assim, uma nova logomarca foi criada com linhas em 2D com uma conexão com os modelos de próteses 3D produzidas. A logomarca criada expressa de forma simples e direta o conceito de uma mão em posição horizontal para que a palma da mão em perfeita conexão com os dedos, represente uma mão induzindo o termo 3D. As cores foram definidas para deixar o visual mais alegre. O nome Mao3D foi mantido no conjunto da logomarca, para que tanto o logotipo como a escrita, possam ser intuitivas e autoexplicativos. A seguir foi realizada a criação gráfica, que na prática se traduz no processo de criação, materializando ideias para definir o visual da nova marca da IIS Mao3D. A Figura 13 descreve o processo de criação da logomarca da IIS Mao3D.

Processo de criação da nova logomarca Mao3D

1. Criação do briefing segundo o formulário sugerido pela empresa

2. Logo do Projeto Mao3D



3. Definição de características do novo logo:

“Eu acredito que o nosso logo deveria ser uma prótese 3D como as que entregamos e no lugar onde hoje vai o desenho que a criança escolhe esse lugar estaria o nome do mao3D. Mantendo as cores de utilizadas hoje. Acredito que nada representa tanto como as próteses, mas não tenho conhecimento técnico referente ao que interagem melhor com o público de forma geral”

“Na elaboração do símbolo, trouxemos uma mão posicionada horizontalmente, de forma que os três dedos centrais representam o número 3 e o restante do formato da mão recria a forma da letra D, de maneira que o símbolo carrega o sozinho e implicitamente todo o nome da marca: MÃO + 3 + D. Essa referência é evidenciada com o jogo de cores, onde os "3" dedos e o número "3" do nome estão em Cinza e a letra D, tanto do símbolo quando do nome, estão em Azul”.



“Eu gostei dos modelos, mas a nossa ideia inicial era manter o nome dentro da mão. E seria bom ter o logo com uma linha contínua para permitir a impressão 3D. Mas isso não é uma prioridade e depende do modelo”

“Se colocarmos o texto dentro da mão vocês perdem leitura da marca e não é interessante para a aplicação nas mídias, imagine o logo em um cartão de visitas, como perde leitura. O interessante para vocês de trabalhar símbolo separado de texto é que vocês podem usar só o símbolo quando necessário”

“eu gostei acredito que estamos no caminho, mas, senti falta das cores no logo. Pode manter as letras "a" e "o" minúsculas? Gostei da mão! As cores o nosso logo antigo até lembram as cores do google. cores mais alegres. menos formais. Poderia simular com o 3D nas outras cores”



“faz por favor esse com o D final em azul, Pra gente comparar”

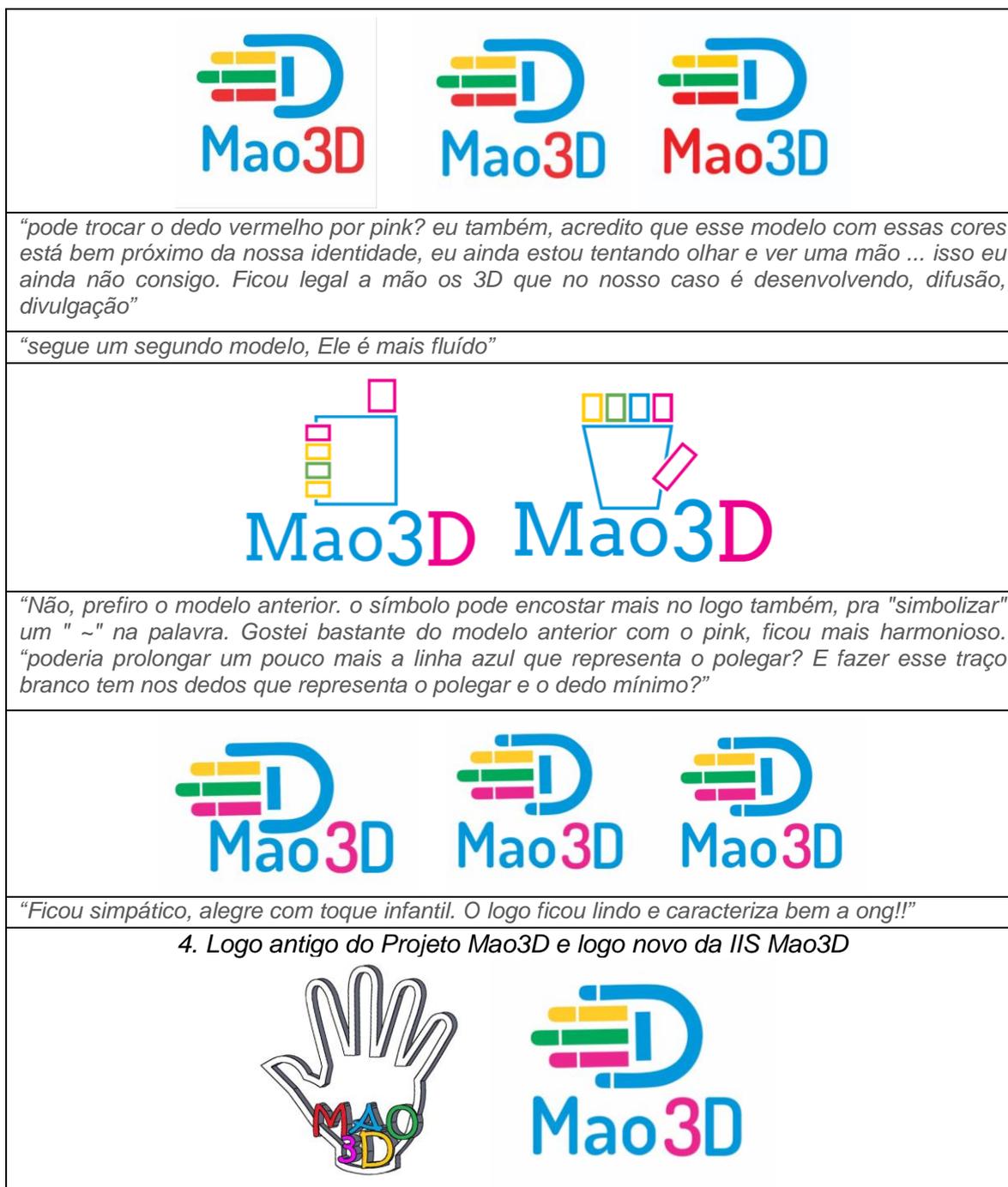


Figura 13 - Processo de criação da nova logomarca Mao3D. Fonte: Autores.

4.1.3 Criação das contas da IIS nas Redes Sociais

As redes sociais correspondem a um sistema estrutural de influência nas organizações com potencial de envolvimento de pessoas e instituições de modo participativos, dinâmicos e democráticos, decorrentes de propósitos, valores e objetivos comuns (Olivieri, 2003). As redes sociais têm desempenhado um papel muito importante na comunicação organizacional, obtendo maior rapidez e

aproximação com as pessoas interessadas. Pelas redes sociais digitais é possível estar mais próximo dos clientes e fazer troca de informação rápida em grupos de interesses comuns. Desde a criação do Projeto Mao3D em 2015, as redes sociais digitais têm sido utilizadas como ferramenta de marketing para divulgar as ações de protetização, entrega de próteses, treinamentos e eventos.

FACEBOOK: Até 2017, a rede social Facebook foi o principal meio de divulgações das ações do Projeto Mao3D (www.facebook.com/Mao3D). A conta do Mao3D no Facebook sempre funcionou como um meio de comunicação com as pessoas que necessitam de próteses, com os profissionais e instituições que querem colaborar, com estudantes e professores universitários que pedem informações sobre como replicar o projeto em sua instituição e com organizadores de eventos para convidar alguém do Mao3D para uma palestra.

Atualmente, as redes sociais continuam um excelente meio de marketing e qualquer instituição precisa delas para sobreviver. Por isso, novas práticas de identidade visual bem como a nova logomarca da IIS Mao3D foram incluídas na página do Facebook que foi mantida com o mesmo endereço (Fig. 14-15). Atualmente, a página do Facebook continua sendo uma ferramenta de comunicação que aproxima em tempo real, pessoas que precisam de próteses, empresas interessadas em doar material, estudantes que querem fazer pesquisa ou ajudar. Atualmente, a página do Facebook da IIS Mao3D é classificada como uma instituição beneficente com 5.354 seguidores.



Figura 14 - Página antiga do Facebook do Projeto Mao3D. Fonte: Autores.

Figura 15 - Página atual do Facebook da IIS Mao3D. Fonte: Autores.

A ferramenta insights da página do Facebook fornece uma visão geral que permite acompanhar o desempenho das postagens, engajamento dos seguidores, alcance das visualizações e vários outros recursos (Fig. 16-17). Além disso, protocolos de comunicação bem definidos foram criados para registrar e efetivar o contato com os seguidores, além de ferramentas que permitam a acessibilidade da página de modo que todas as pessoas com algum tipo de deficiência possam ter acesso aos conteúdos seguindo as Diretrizes de Acessibilidade do Conteúdo na Web (WCAG). No caso de pessoas interessadas em próteses, eles recebem por mensagem a orientação para visitar o site do Mao3D e fazer um cadastro que será descrito adiante.

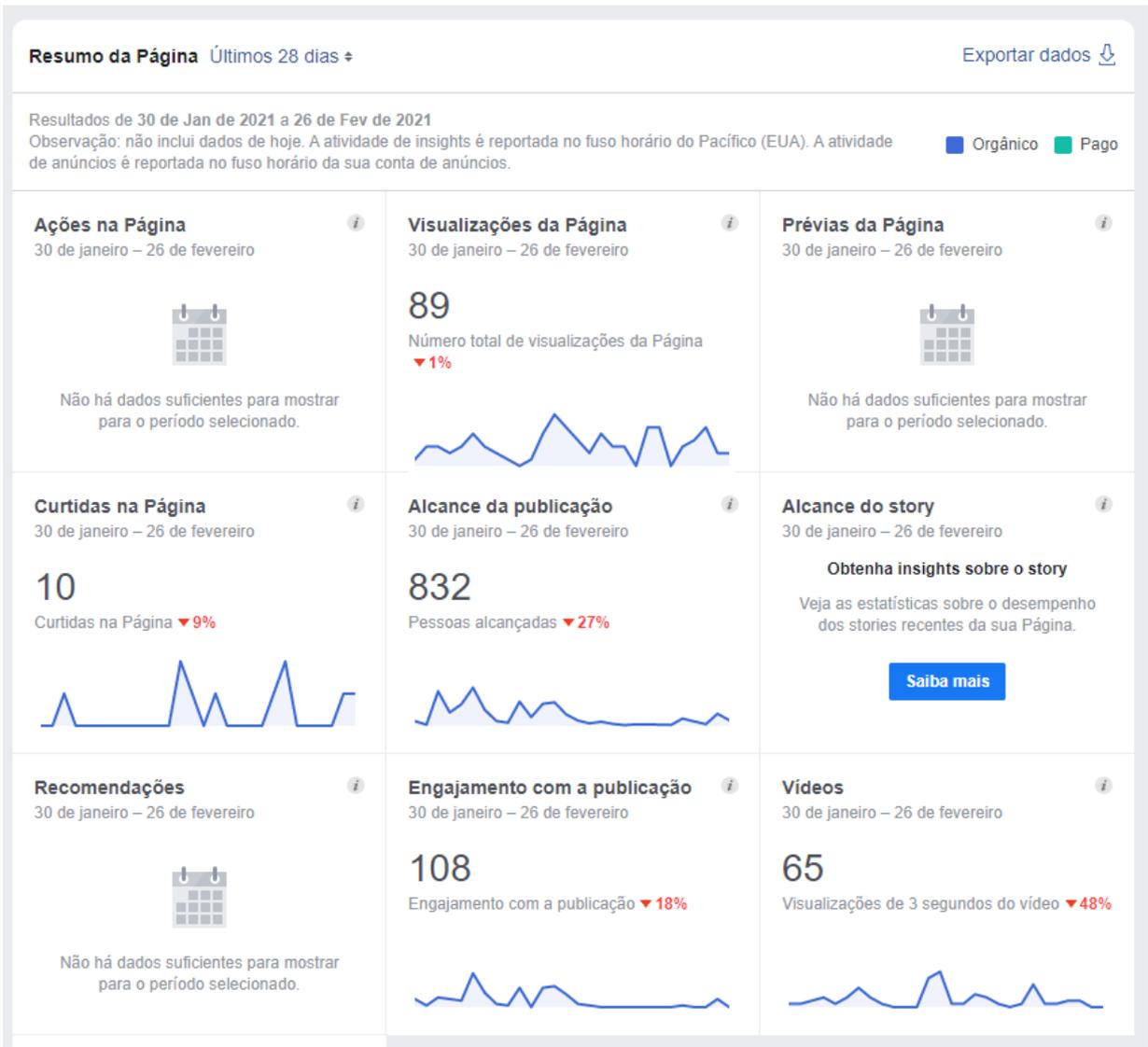


Figura 16 - Ferramenta insights da página atual do Facebook do Mao3D. Fonte: Autores.

Publicado	Publicação	Tipo	Direcionamento	Alcance	Engajamento	Promover
27/2/2021 20:48	Mao3D atualizou as informações da			2	0 1	Turbinar publicação
25/2/2021 19:15	Principais motivos e fatores para a			99	1 2	Turbinar publicação
22/2/2021 21:00	São inúmeros casos de agenesia			63	0 1	Turbinar publicação
11/2/2021 16:32	Dia de #TBT com essa linda			216	2 11	Turbinar publicação
10/2/2021 18:02	Próteses Personalizadas! 😊			180	5 10	Turbinar publicação
8/2/2021 18:38	Primeira reunião da equipe técnica,			209	2 12	Turbinar publicação
4/2/2021 17:28	Dia de #TBT 🙌❤️			317	3 23	Turbinar publicação
3/2/2021 20:10	O que é e-Nable? 🌍 A e-Nable			183	0 5	Turbinar publicação
1/2/2021 18:02	Melhor notícia do dia: Mao3D foi			330	2 8	Turbinar publicação
27/1/2021 18:44	Você já parou para pensar no que			200	5 4	Turbinar publicação
21/1/2021 18:18	#tbt 🙌❤️ #impressao3d			367	6 19	Turbinar publicação
20/1/2021 19:53	!! Continuaremos a apresentação da			254	3 9	Turbinar publicação
16/1/2021 12:22	Mao3D			0	0 14	Turbinar publicação
15/1/2021 19:39	Manaus está enfrentando a			589	4 14	Turbinar publicação

Figura 17 - Alcance e engajamento das últimas publicações da página atual do Facebook do Mao3D.

Fonte: Autores.

YOUTUBE: O Projeto Mao3D nunca teve um canal próprio no YouTube, mas muitos de seus vídeos foram publicados no Canal do Grupo de pesquisa Biomecânica e Forense da Unifesp, https://www.youtube.com/channel/UCfMU_IReiz3F3mBMnONvYbg. (Fig. 18). Apesar do canal ter só 340 pessoas inscritas, os vídeos relacionados com o Mao3D já têm mais de 10 mil visualizações. Nenhuma mudança, como a criação de um canal da IIS Mao3D foi realizada em relação ao Youtube.

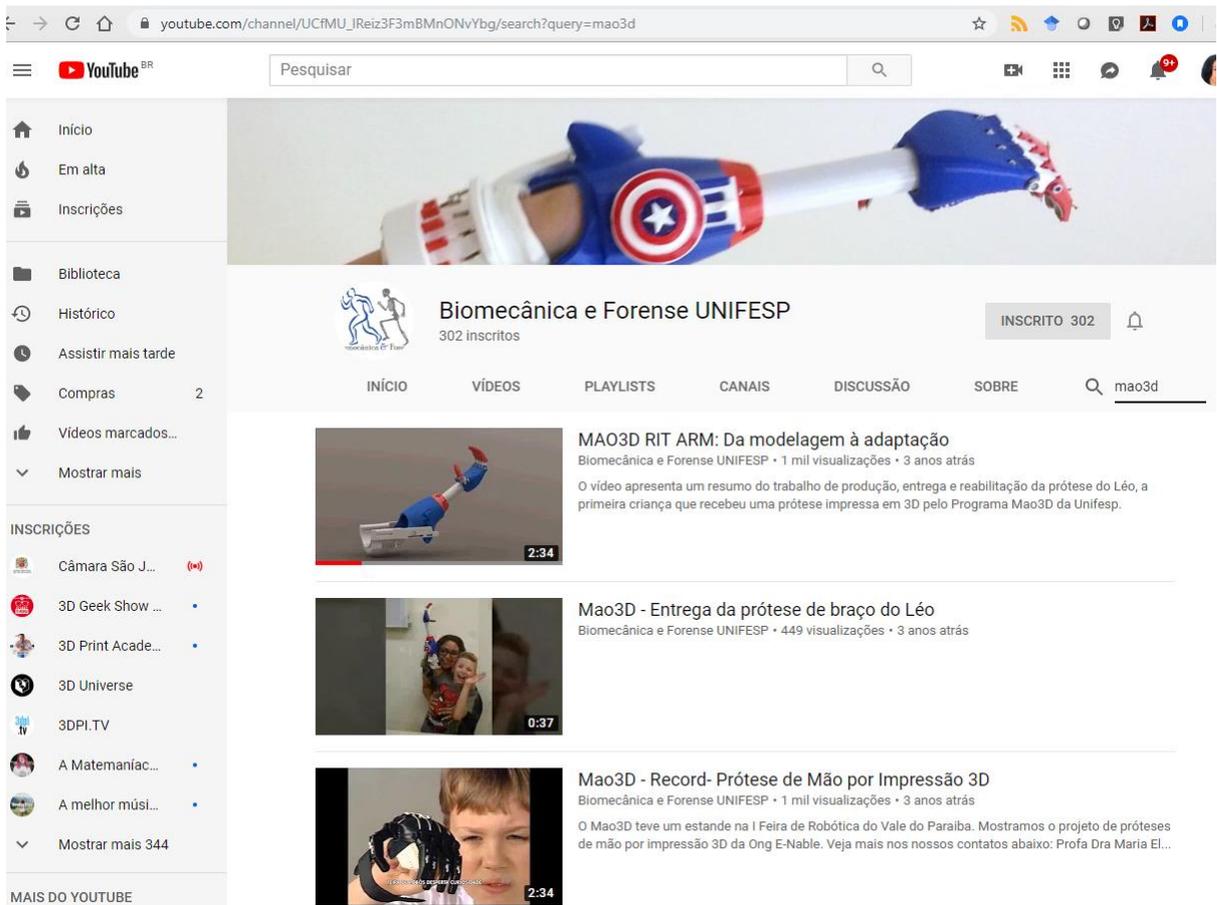


Figura 18 - Canal do YouTube do Projeto Mao3D. Fonte: Autores.

INSTAGRAM: Atualmente, a rede social que mais está sendo utilizada para marketing digital é o Instagram, rede social online de compartilhamento de fotos e vídeos entre seus usuários que permite compartilhamento em uma variedade de serviços de redes sociais, como Facebook. O Instagram da IIS Mao3D tem atualmente 2.100 seguidores e 413 postagens associadas (www.instagram.com/mao3dunifesp/) (Fig. 19). O recurso de Linktree, página de destino de referência de mídia social foi incorporado para facilitar o acesso às outras mídias da IIS Mao3D (Fig. 20).

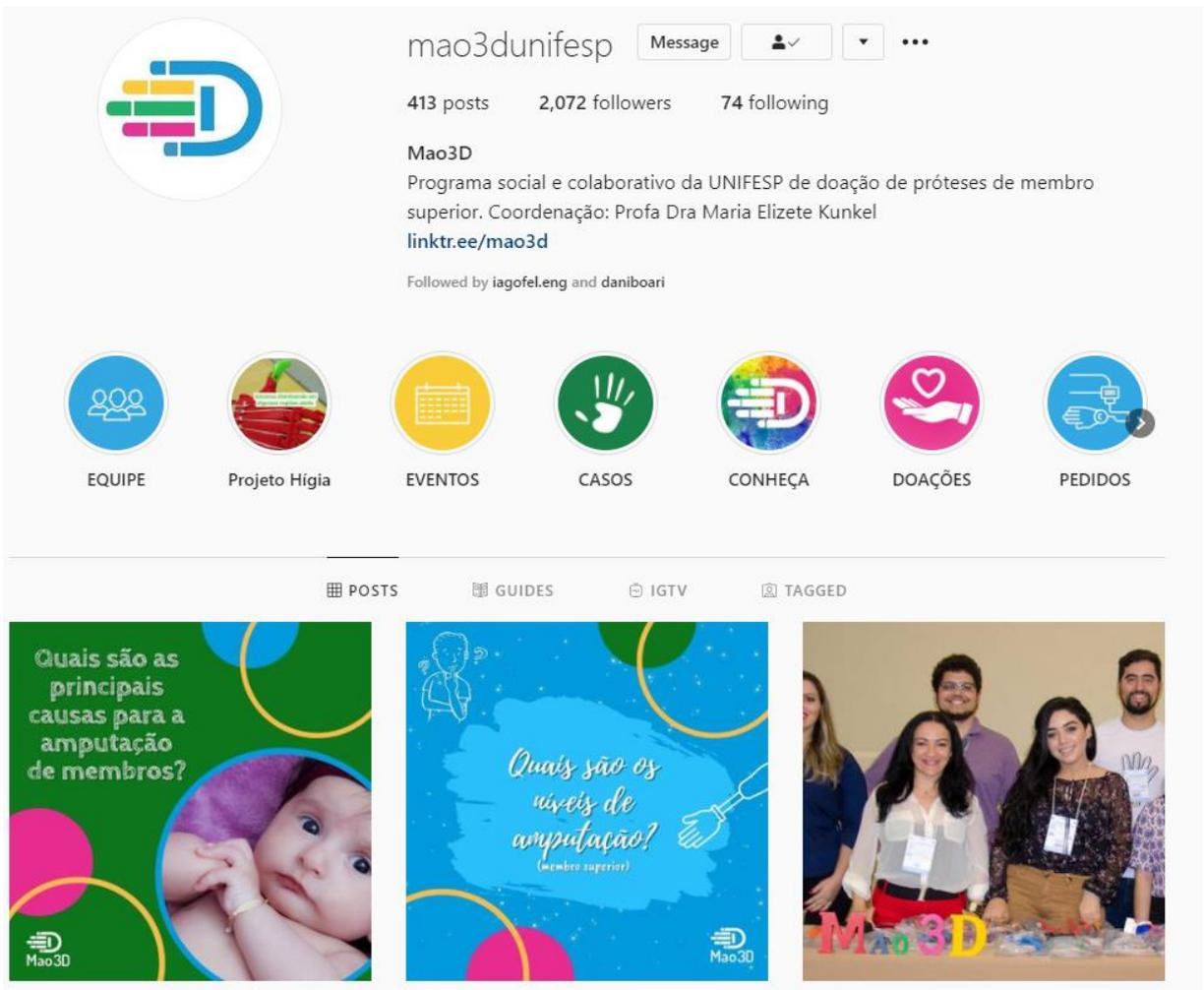


Figura 19 - Instagram da IIS Mao3D. Fonte: Autores.



Figura 20 - Estrutura da linktree do Instagram da IIS Mao3D. Fonte: Autores.

SITE: Quando o Projeto Mao3D da Unifesp foi criado em 2015 ele não tinha um site próprio, apenas uma aba no site do Grupo de Pesquisa Biomecânica e Tecnologia Assistiva da Unifesp. Em 2019 foi criado um site próprio para a IIS Mao3D, de modo estruturado com todas as informações relevantes www.mao3d.com.br (Fig. 21). Com o site, A solicitação de prótese é feita diretamente no site do Mao3D por meio de um formulário Google.

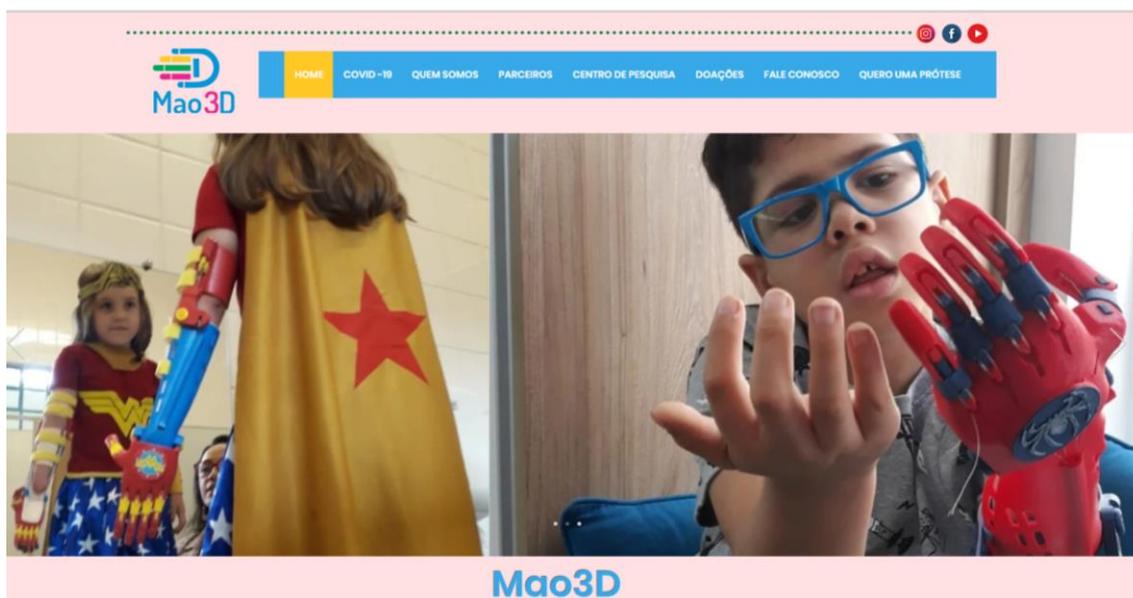


Figura 21 - Site da IIS Mao3D. Fonte: Autores.

WHATSAPP: O aplicativo WhatsApp, que funciona como uma multiplataforma de mensagens instantâneas e chamadas de voz para smartphones também é utilizado como um meio de comunicação com a IIS Mao3D. Além de mensagens de texto, os interessados em próteses, geralmente os pais ou um parente das crianças podem enviar imagens, vídeos e documentos em PDF, além de fazer ligações grátis por meio de uma conexão com a internet.

4.1.4 Estruturação do Espaço Físico e Parque de Equipamentos

Idealmente, a IIS Mao3D requer uma estrutura com: 1. Laboratório de modelagem e impressão 3D; 2. Espaço para montagem e revestimento das próteses; 3. Escritório para reuniões; e 4. Clínica de reabilitação. Entre 2015 e 2018 as próteses do Projeto Mao3D eram feitas em um mesmo local de modo muito improvisado e limitado. Até o final de 2018, a modelagem e impressão 3D de

próteses eram feitas em duas salas do Laboratório de Órteses e Próteses LOP3D da Unifesp no Campus Talim e a moldagem, revestimento e montagem das próteses era feita, em uma parceira do Mao3D, na oficina ortopédica da Clínica Toledo (Fig. 22). Em 2019 o LOP#D da Unifesp foi reestruturado após receber a doação de móveis, impressoras 3D e computadores (Fig. 23).



Figura 22 - Montagem de próteses na oficina de próteses da Clínica Toledo. Fonte: Autores.



Figura 23 - Laboratório LOP3D reestruturado para a IIS Mao3D. Fonte: Autores.

4.1.5 Formação da Equipe de Recursos Humano

Por se tratar de um tema complexo e inovador que envolve grande variedade de conhecimentos específicos, a IIS Mao3D é formada por uma equipe multidisciplinar, que atua desde o atendimento inicial até a parte técnica que envolve softwares e hardwares até a reabilitação da área da saúde. A equipe atua de forma interdisciplinar, com interações interligadas nas decisões e conclusões de cada etapa do processo geral. Atualmente, a IIS Mao3D é formada por uma equipe de

apoio de 15 alunos de graduação e pós-graduação de diversos cursos da Unifesp que passaram por um treinamento técnico no início de 2019. Não existe limite de profissionais para atuar na equipe, tendo em visto o conceito do design thinking, cada profissional tem a capacidade de intervir positivamente em alguma etapa do processo. No entanto, alguns profissionais são imprescindíveis para que a IIS Mao3D possa atender os seus objetivos: Psicólogo, designer 3D, técnico de impressão 3D e manutenção das impressoras 3D, ortoprotésista e terapeuta ocupacional ou fisioterapeuta.

O psicólogo faz a triagem no primeiro contato com o paciente e a família para analisar as condições emocionais e psicológicas do paciente e acompanhar a fase de reabilitação. Existem casos em que o uso pretendido para a prótese não atende às condições mecânicas dela. Não ter esse feedback profissional, pode levar ao insucesso do projeto ou mesmo a frustrações por parte do usuário ou familiares.

O designer 3D é o profissional da área da engenharia, que tem a tarefa de dimensionar o tamanho da prótese solicitada em softwares específicos com base nas medidas do membro remanescente adquiridas pelo profissional da saúde por meio de medidas diretas ou fotos. Adequar um projeto pré-existente de próteses às dimensões e deformidades anatômicas singulares de cada indivíduo, é uma tarefa muito técnica, porém fundamental. Uma vez obtendo o modelo digital das próteses, ela é convertida em um arquivo que estará pronto para ser impresso em 3D.

O técnico que faz a impressão 3D das peças, pode ser um profissional de qualquer área desde que tenha recebido um treinamento adequado e possa resolver problemas corriqueiros durante a impressão. Detalhes como a calibragem da impressora, o tipo de filamento e o acompanhamento durante a impressão, é uma parte rica em variáveis. As impressoras 3D apresentam constantemente problemas mecânicos e isso requer a presença de um técnico que possa fazer a manutenção.

O ortoprotésista é o profissional que faz a moldagem das peças impressas de acordo com as características anatômicas do paciente e a montagem da prótese que tem a parte do antebraço impressa plana. Além disso o ortoprotésista faz o revestimento interno da prótese para adaptação do coto, levando em consideração as deformidades presentes. Cada detalhe é importante para o resultado que será testado no paciente para depois ser reabilitado.

O terapeuta ocupacional, fisioterapeuta ou fisiatra, são os profissionais da área da saúde que irão prescrever a prótese e trabalhar na reabilitação do usuário, lidando com as características físicas da musculatura assim como no treinamento cognitivo para o uso da prótese na realização das tarefas do dia a dia.

Para que os protocolos sejam executados corretamente, é necessário que profissionais semelhantes aos citados ou com formações semelhantes possam executá-los. Formações como as especificadas facilitam a compreensão dos protocolos mesmo que eles não tenham experiência com a produção de próteses 3D. Treinamentos mais simples como workshops para algumas etapas do processo das próteses, podem ser suficientes. Para uma capacitação mais completa, levando em consideração a formação desses profissionais, curso de um ou dois dias, são suficientes para capacitação. Ensinar pessoas cuja formação não contempla a área da saúde, ou engenharia, torna o processo de aprendizado complexo.

As habilidades inerentes à formação básica, é fundamental para acelerar o processo de aprendizagem. Através de workshops práticos, cada profissional pode ser treinado executando a tarefa em modelos pré-definidos. O processo completo para a construção da prótese é complexo e tecnológico, para tal, existe uma equipe multidisciplinar envolvida. Os planos de trabalho da IIS Mao3D são definidos de acordo a metodologia a seguir: Os estudantes de graduação atuam na aquisição de medidas do usuário, modelagem 3D, impressão 3D, moldagem, montagem e avaliação das próteses. Os estudantes de mestrado atuam coordenando as atividades dos alunos de graduação e na parte de divulgação e realização de workshops. Os profissionais externos atuam de acordo com a demanda de manutenção das impressoras e reabilitação.

4.2 PROTOCOLOS DE ATENDIMENTO E PRODUÇÃO DE PRÓTESE

Nesta fase da pesquisa são apresentados os protocolos desenvolvidos para cada etapa do atendimento e da produção de uma prótese 3D do tipo transradial do modelo open source “The UnLimbited Arm v2.1 - Alfie Edition”, da ONG Team UnUnlimbited (Team UnUnlimbited, 2019). Esse modelo foi selecionado por ser o mais utilizado desde a criação do Projeto Mao3D até a data atual (Fig. 24).



Figura 24 - Prótese transradial 3D, modelo The UnLimbited Arm v2.1 - Alfie Edition. Fonte: Team UnUnlimbited, 2019.

Como o sistema de produção de prótese 3D é uma inovação tecnológica, não existe um protocolo validado no Brasil. Os órgãos regulamentadores para normas técnicas para a fabricação de órteses e próteses, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) até a presente data não possuem normas para a regulamentação.

4.2.1 Protocolo de Atendimento do Usuário

Desde 2015, no projeto de extensão Mao3D, as pessoas que precisavam de uma prótese 3D de membro superior entravam em contato por meio das redes sociais (Facebook ou Instagram), pelo site ou por e-mail. Nesse contato inicial era explicado como o projeto funciona, que as próteses são doadas sem custo, qual a idade mínima para receber uma prótese, etc e era solicitado o envio de uma foto da pessoa amputada ou com malformação. Esse processo de contato inicial não era muito efetivo e demandava muito tempo da equipe para responder perguntas similares e organizar os dados.

Por isso, no final de 2018 foi criado um protocolo de atendimento visando otimizar o processo do atendimento inicial. Atualmente, as pessoas que entram em contato por meio das redes sociais e e-mail são recomendados a entrarem no site do Mao3D para entender os critérios de inclusão e preencher um formulário do Google (Fig. 25). Esse formulário escrito em uma linguagem bem simples, possui vários campos que devem ser preenchidos com informações relevantes do pretendente para a análise (Fig. 26). Ainda no formulário é solicitado o envio de uma foto do membro residual para que possa ser feita uma avaliação prévia se o tipo de

malformação ou amputação pode ser protetizado. Essa pré-avaliação é necessária pois no momento o Mao3D produz apenas próteses mecânicas acionadas pela articulação do punho ou cotovelo, casos de pacientes que não possuem estas articulações preservadas não podem ser protetizados ou reabilitados.



Figura 25 – Formulário para contato inicial na Aba QUERO UMA PRÓTESE do site da IIS Mao3.
Fonte: Autores.

Os dados de todos os formulários ficam guardados em nuvem de um drive compartilhado e a equipe Mao3D se reúne semanalmente para selecionar os próximos casos a serem atendidos. Através desses dados, a Psicóloga e a Terapeuta Ocupacional analisam as características morfológicas e o perfil do pretendente sem a necessidade da presença física dele.



Interesse em uma prótese do Mao3D

Por favor, leia com atenção essa introdução ANTES de preencher o formulário.

O projeto de extensão Mao3D, é um programa social e colaborativo do Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) de São José dos Campos. Protetizamos e reabilitamos crianças e adultos com malformação ou amputação de membro superior, utilizando impressão 3D.

Para que possamos conhecer e entender seu caso, preencha as informações necessárias além de enviar as fotos solicitadas no fim do formulário. Uma análise inicial será feita com a nossa equipe formada por terapeuta ocupacional, psicóloga e pessoas da área técnica. Essa análise é necessária pois nem todos os casos são possíveis de receberem a nossa prótese.

Alguns exemplos são:

- Crianças menores de 5 anos;
- Amputação acima do cotovelo ou próximas ao cotovelo (com coto menor de 4 cm);
- Amputações recentes ou em fase de cicatrização.

Além disso, suas fotos não serão publicadas em nenhuma rede social, garantindo a sua privacidade de imagem. Essas informações não serão utilizadas para qualquer outra finalidade além da análise inicial feita pela equipe.

Assim após preencher o formulário, aguarde que logo entraremos em contato! Para maiores informações consulte nossa página nas redes sociais:

www.mao3d.com.br

www.facebook.com/Mao3D

<https://www.instagram.com/mao3dunifesp/>

O nome e a foto associados à sua Conta do Google serão registrados quando você fizer upload de arquivos e enviar este formulário.

Não é elizete.kunkels@gmail.com? [Trocar de conta](#)

*Obrigatório

Dados do Paciente

Caso você que esteja pedindo seja o próprio paciente, pedimos que por gentileza use os mesmo dados usados na seção anterior

Nome Completo (paciente) *

Sua resposta

Data de Nascimento *

Data

dd/mm/aaa:

Nome do responsável e grau de parentesco

Para menores de 18 anos

Sua resposta

Número para contato *

DDD + número (de preferência com WhatsApp)

Sua resposta

Email de contato *

Dados em relação ao tipo de deficiência física

Qual a origem da sua deficiência *

- Congênita (aquela que já existe ao nascer)
- Adquirida (aquela que ocorre depois do nascimento)

Se for deficiência adquirida, qual foi o motivo e a data que ocorreu? *

Sua resposta

A sua amputação ou deformação é em um único membro ou envolve os outros membro? (como pernas por exemplo) *

- Somente em 1 braço
- Nos 2 braços
- Nos 2 braços + 1 das pernas
- Nos 2 braços + 2 pernas

Possui outro tipo de deficiência (como visual, auditiva ou cognitiva)? *

Sua resposta

Ja utilizou algum tipo de prótese de membro superior? *

- Sim, ja utilizei

Ja utilizou algum tipo de prótese de membro superior? *

- Sim, ja utilizei
- Não

Enviar quatro fotos, sendo uma de corpo inteiro. E três fotos como os exemplos abaixo e seguindo as intruções: *

1) Todas as fotos devem incluir todo o antebraço, incluindo cotovelo; 2) Todas as fotos devem ser tiradas acima do antebraço e não em ângulo; 3) Utilizar uma régua, fita métrica ou outra escala de medição equivalente.

[Adicionar arquivo](#)



Você tem condições de vir até o Mao3D para o teste da prótese + reabilitação? *

O processo de produção da prótese pode ser realizado a distância, porém, para a entrega e reabilitação é necessário o atendimento presencial, que tem duração de duas semanas. Os gastos com hospedagem, alimentação e transporte não são custeados pelo projeto e são de sua responsabilidade.

- Sim, posso ir
- Não, não posso ir

Figura 26 – Detalhes do formulário para solicitação de atendimento pelo Mao3D. Fonte: Autores.

Até o final de 2018 o Mao3D só atendia casos em que a criança ou adulto morasse próximo da cidade de São José dos Campos e pudesse estar presente fisicamente nas etapas do processo de produção da prótese e reabilitação. Em 2019 foi criado um procedimento de telemedicina que permite fazer o atendimento inicial e a produção da prótese à distância. A definição se o caso é elegível ou não é baseado nos seguintes critérios de elegibilidade: Presença de incapacidade física de membro superior; interesse explícito da criança; expectativas adequada quanto ao funcionamento da prótese, retaguarda familiar presente e transporte para entrega e ajustes da prótese (caso a criança mora em outra região); participação de um profissional local para fazer a reabilitação em casos atendidos por telemedicina; sinais clínicos estáveis da criança; ausência de déficit intelectual grave e ausência de doenças infectocontagiosas.

Se o caso for elegível é marcada uma avaliação inicial de vídeo pelo aplicativo WhatsApp com o terapeuta ocupacional, psicólogo e profissional da área técnica para conhecer melhor as necessidades do requerente (Fig.27). Durante a avaliação inicial é definido o modelo mais adequado de prótese e em caso de crianças, ela é solicitada a escolher a opção do design de prótese a partir de um catálogo com mais de 70 opções de cores e de personagens infantis que foi criado para este fim. O catálogo está disponível no site do Mao3D.



Figura 27 - Psicóloga da IIS Mao3D durante atendimento por telemedicina e catálogo de próteses infantis disponível no site da IIS Mao3D. Fonte: Autores.

4.2.2 Protocolo de Aquisição das Medidas

Após a definição do modelo de prótese mais adequado para o usuário é feito o procedimento de obtenção das medidas do membro remanescente, ou seja, a parte do braço ou mão que permanece após uma amputação cirúrgica ou a parte que tem uma malformação. O modo de obtenção das medidas depende do tipo de caso a ser protetizado e depende do modelo da prótese selecionado. Em casos de atendimento presencial, a terapeuta ocupacional realiza a medida direta do membro a ser protetizado com uma fita métrica seguindo um protocolo com pontos de referência bem definidos. Em caso de atendimento à distância por telemedicina, as medidas são realizadas por uma outra pessoa seguindo um protocolo baseado em fotos (Fig. 28).

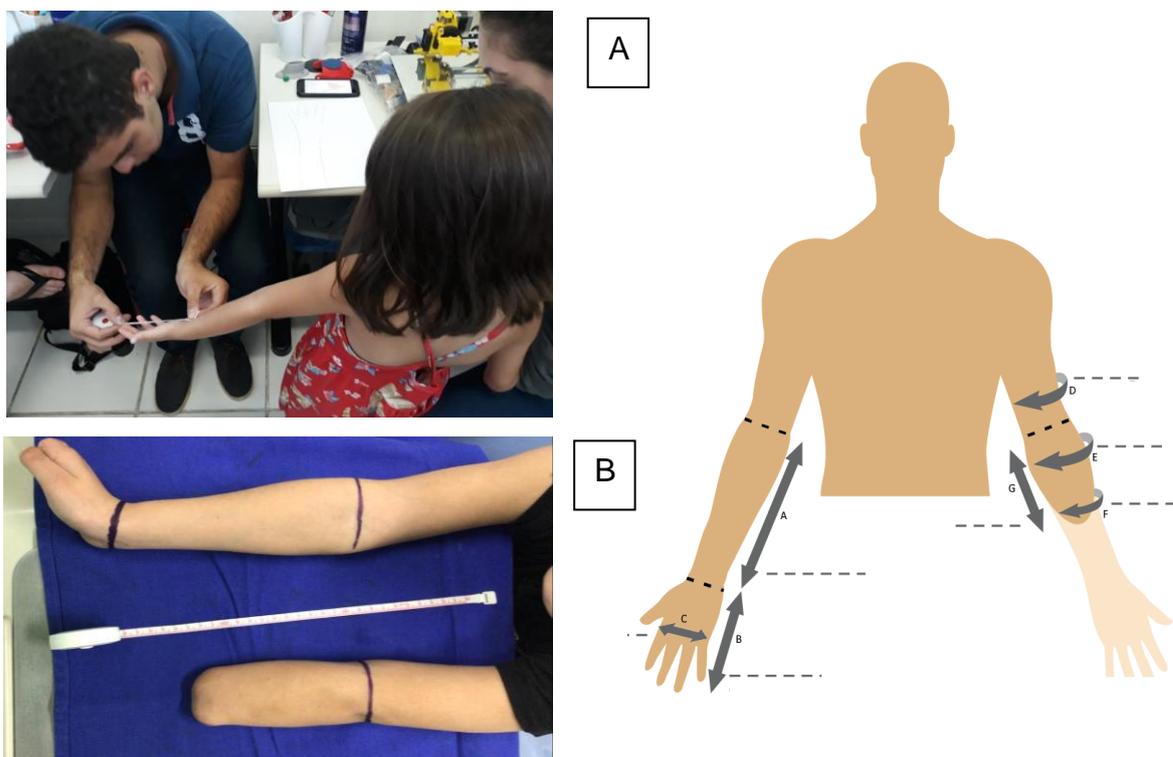


Figura 28 - Processo de aquisição das medidas do membro remanescente pelo modo presencial (A) e por telemedicina (B) com ajuda de alguém próximo do usuário. Fonte: Autores.

Em casos mais complicados de atendimento presencial, é realizado o escaneamento 3D do membro remanescente para garantir um melhor ajuste da prótese. Em alguns casos atendidos por telemedicina pode ser ainda confeccionado um modelo de gesso e enviado pelo correio (Fig. 29).

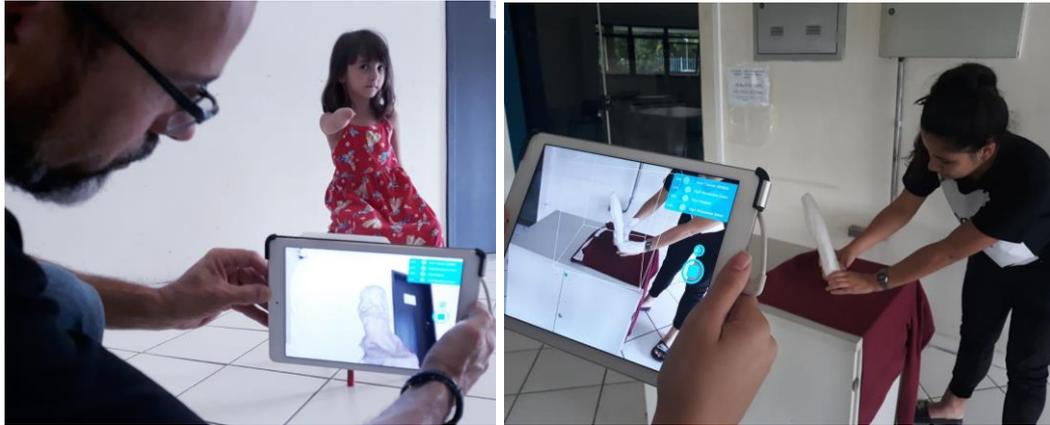


Figura 29 - Processo de escaneamento 3D do membro remanescente de modo presencial e de um molde de gesso feito à distância. Fonte: Autores.

4.2.3 Protocolo de Modelagem e Impressão 3D das Peças

Após a obtenção das medidas do membro remanescente, o modelo digital da prótese é dimensionado em um software específico fornecido no site da e-Nable e o OpenScad (Fig. 30). Nesta fase é feito ainda a personalização da prótese, em caso de prótese infantil com um desenho de um personagem em relevo. Todas as partes da prótese são salvas em um arquivo de extensão do tipo STL que precisa ser digitalmente fatiado antes de ser enviado para impressão 3D pelo processo FDM.



Figura 30. Modelagem 3D das peças que formam a prótese de acordo com as medidas do usuário. Fonte: Autores.

O software de fatiamento determina vários parâmetros de impressão que definem o aspecto estético e a resistência da peça impressa. O tempo médio para a impressão de todas as partes de uma prótese é estimado em 24 h. Mas nem sempre a peça fica pronta na primeira tentativa de impressão 3D, inúmeros problemas como

entupimento do bico extrusor, oscilação de energia, problemas com o material podem ocorrer e o processo pode requerer mais tempo. Os equipamentos atualmente utilizados para impressão 3D no LOP3D da Unifesp são: 3 impressoras 3D Stella (Boa impressão 3D), 1 impressora Sethi (Sethi 3D) e 1 impressora GTMax (GTMax), além de ferramentas, filamentos para impressão do tipo PLA, ABS e FLEX em diversas cores, e material para montagem das próteses (fios de polietileno, elásticos, velcro dupla face e material de revestimento). Com as partes da prótese impressas são seguidas todas as recomendações da e-Nable para a montagem. A Figura 31 apresenta todas as partes impressas de uma prótese. Um protocolo de qualidade de impressão está sendo criado para garantir a qualidade final de todas as peças.

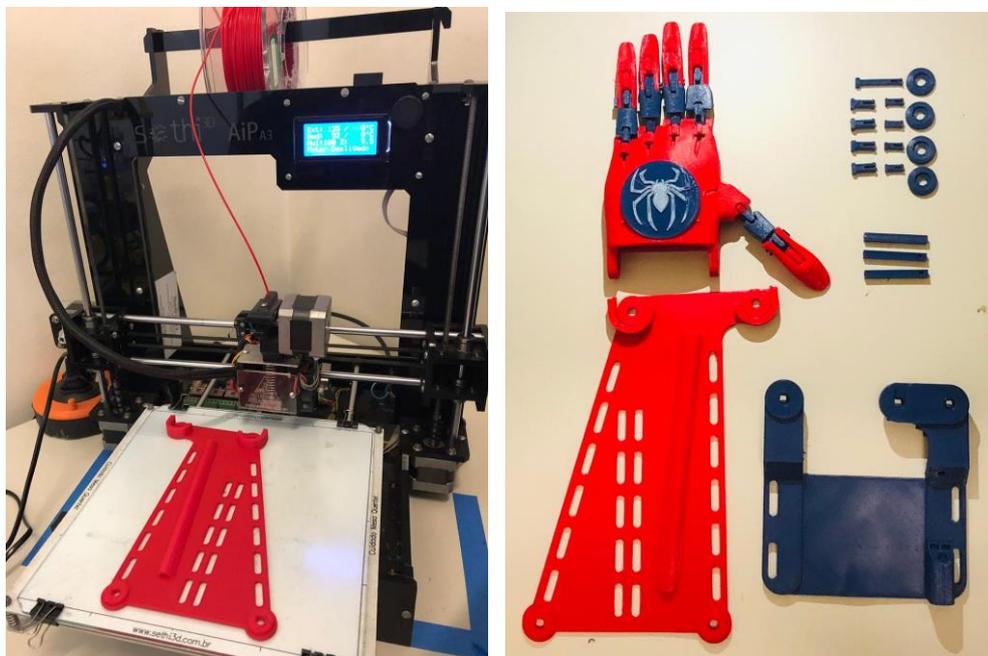


Figura 31 - Impressão 3D da parte do antebraço (esquerda) e todas as partes impressas de uma prótese (direita). Fonte: Autores.

4.2.4 Protocolo de Moldagem e Montagem da Prótese 3D

A impressão de peças curvas requer o uso de material de suporte e mais tempo de impressão. Por isso, as partes do braço e antebraço da prótese precisam impressas planas e depois devem ser moldadas no formato do braço do usuário durante a montagem da prótese. Para a moldagem das peças é utilizado um soprador térmico que emite ar quente com uma temperatura média de 300°C a uma distância de aproximadamente 10 cm da peça de PLA a ser modelada. Com o calor, a peça se torna flexível e apta a ser remodelada. Uma vez aquecida, a peça é

colocada sobre uma base cilíndrica cônica (modelador) que foi criado para facilitar a moldagem, evitando que as peças fiquem disformes. O modelador é feito com um cilindro de PVC com 24 cm de comprimento, circunferência menor de 14 cm de diâmetro e na outra extremidade, uma circunferência maior de 19 cm (Fig. 32). O modelador auxilia muito na moldagem das peças, seguindo um padrão anatômico, que facilita os ajustes finais.

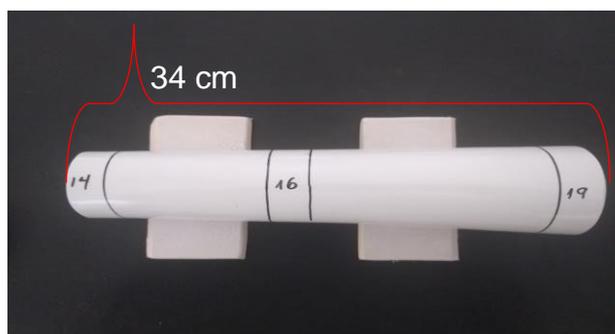


Figura 32 - Modelador criado para moldagem das peças de braço e antebraço da prótese. Fonte: Autores.

Uma vez moldada a peça é iniciada a montagem da prótese. As peças da mão e dedos são impressas em sua forma final. O processo de montagem se inicia pelas falanges para formar os dedos e depois é feita a fixação dos dedos à palma da mão. As peças são conectadas entre si por um sistema de pinos, também impressos em 3D, que permitem o encaixe nas partes maiores (Fig. 33). Após a montagem da mão, é feita a união do braço e antebraço pelo mesmo sistema de pinos e assim o braço é unido à mão.

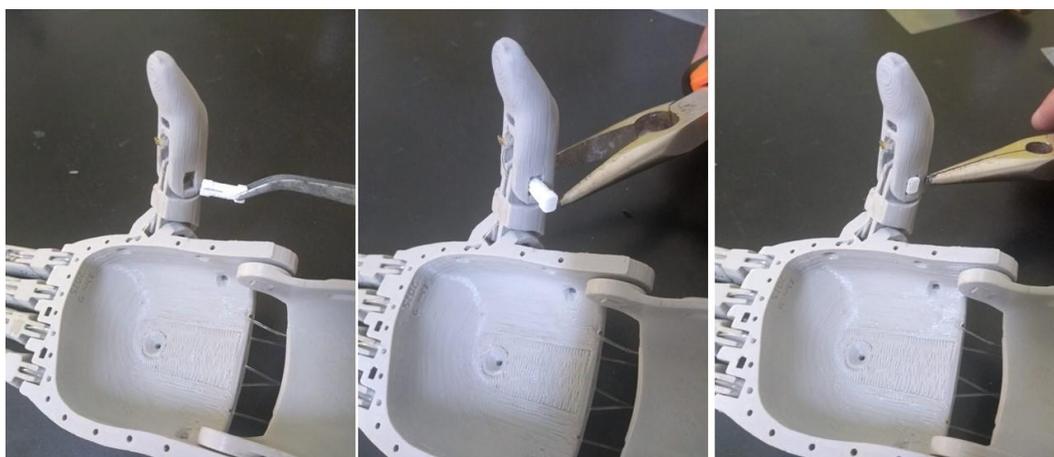


Figura 33 – Estruturas de pinos da próteses 3D. Pino para fixação, encaixe do pino, e pino fixado. Fonte: Autores.

Com a prótese montada, se inicia o processo de passagem dos fios. Uma inovação do Mao3D nessa fase foi a substituição de fios monofilamento de nylon por fios de multifilamento de polietileno de alta resistência. Essa substituição garante aumento da resistência pois os fios monofilamento são elásticos e se dilata e medida que são acionados. Linhas de multifilamento não tem elasticidade, são mais finas, mais fortes e permitem um acionamento com maior precisão (Fig. 34).



Figura 34 - Prótese modelada e montada usando fios multifilamento de polietileno. Fonte: Autores.

Outra contribuição importante do Mao3D foi o sistema de revestimento interno da prótese. Seja em casos de malformação ou amputação, sempre existem deformidades (acidentes ósseos) no membro remanescente que em contato com o PLA rígido pode criar atrito e dores pontuais. Esse inconveniente pode impedir a reabilitação ou mesmo a aceitação da prótese por parte do usuário. A partir do uso de conceitos de engenharia de materiais, todas as próteses passaram a ser são revestidas com material *etil vinil acetato* (EVA) que é amplamente utilizado na ortopedia técnica, por ser barato, de fácil acesso, impermeável e disponível em várias densidades e cores. No processo de revestimento, o EVA é previamente modelado com o soprador térmico e depois preso com cola de contato na prótese. Na palma da mão é colado EVA para aumentar o atrito quando o usuário segura um objeto (Fig. 35).

Além disso, foi criado no Mao3D uma solução para o baixo atrito na área das impressões digitais da mão. Originalmente, era utilizado uma dedeira de silicone importada dos EUA, além de ser um produto caro, o sistema de importação tornava sua aquisição inviável. Para solucionar este problema, foi criada uma ponta digital de uma fusão de resina termomoldável de poliuretano e borracha, ambos materiais 100% nacionais e utilizados no setor calçadista e da ortopedia técnica. As pontas

digitais são recortadas de acordo com o tamanho das falanges e fixadas apenas com calor do soprador térmico (Fig. 35). As vantagens desta inovação foram a diminuição do custo, facilidade de acesso à matéria prima, facilidade de fixação e melhor aderência se comparado ao projeto original da e-Nable.

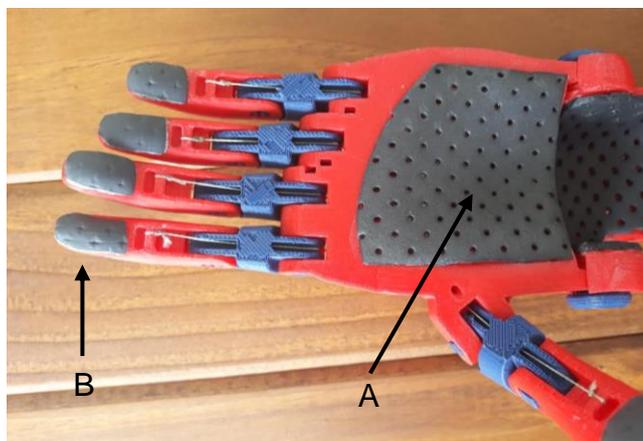


Figura 35 - Destaque para o revestimento em EVA na palma da mão (A) e ponteiros nos dedos (B). Fonte: Autores.

Antes dos testes com o paciente é preciso realizar alguns testes na prótese montada ainda na bancada para identificar a necessidade de ajustes. Normalmente, esses ajustes são simples. Se todos os encaixes estiverem corretos são feitos os ajustes finos da tensão dos fios. Os fios são fixados na parte proximal do braço, por um sistema de parafusos, que podem ser ajustados, aumentando ou diminuindo a tração dos fios, conseqüentemente, melhorando o acionamento dos dedos como visto em detalhe na Figura 36. Essa etapa de pequenos ajustes para melhorar o encaixe ou acionamento, apresentam impacto direto na reabilitação.



Figura 36 - Sistema de parafusos para ajuste dos filamentos. Fonte: Autores.

4.2.5 Protocolo de Reabilitação Física e Atendimento Psicológico

O processo de protetização à reabilitação com próteses 3D é baseado no design thinking, pois a ferramenta permite identificar e integrar as necessidades do usuário (Fig. 37). O processo de design thinking: 1. Empatizar, 2. Definir o problema, 3. Idear a solução, 4. Prototipar e 5. Testar é aplicado em todos os casos atendidos.



Figura 37. Fases do processo de design thinking do processo de protetização à reabilitação. Fonte: Adaptado de Henriksen et al. (2017).

Nessa fase da reabilitação, a equipe atua de forma interdisciplinar, com a terapeuta ocupacional, ortoprotesista e psicólogo para favorecer a reabilitação motora do usuário com a prótese. No atendimento inicial, o psicólogo identifica as ansiedades do paciente, interagindo e o preparando para a protetização, na fase final ele ajuda na aceitação e adaptação da prótese. O terapeuta ocupacional em conjunto com o ortoprotesista observarão fatores funcionais do membro com a prótese, buscando uma boa biocompatibilidade. Eventualmente a equipe pode concluir que outro modelo de prótese seja mais adequado para um determinado usuário ou que uma determinada parte da prótese deve ter outro tamanho. Nestes casos são repetidas as etapas anteriores até que a prótese seja adequada ao usuário e ele possa manipular objetos com diferentes formas geométricas e pesos. As fases da reabilitação incluem: Atendimento inicial, preparação do membro remanescente para o recebimento de prótese, avaliação de ajuste e realização de atividades e acompanhamento pós entrega da prótese. O acompanhamento psicológico do usuário é feito antes e durante o processo de reabilitação.

Profissionais de saúde como fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais não possuem formação específica para reabilitar usuários de próteses 3D. Uma vez que as próteses podem ser remodeladas e reimpressas em 3D, o conhecimento destes profissionais pode ser valioso se for construído dentro de uma IIS como o Mao3D. Se diversos fatores não forem observados, tomando os devidos cuidados nesse processo multidisciplinar, pessoas que recebem uma prótese e não são reabilitadas tem uma grande chance de abandonar seu uso.

Um protocolo de controle de qualidade das próteses e reabilitação do usuário foi desenvolvido na forma de um *check-list* da prótese pronta e o *feedback* e *follow-up* das pessoas protetizadas. A partir do momento em que o usuário é protetizado ele recebe questionários periódicos para que possa relatar problemas relacionados com a sua adaptabilidade ao uso da prótese ou desistência de uso, e dar sugestões para o aprimoramento dela. Estas considerações são avaliadas pelos profissionais da área da saúde e repassadas para a equipe de produção das próteses com as suas respectivas contribuições. Ao final do processo de reabilitação é possível descrever como foi a fase de adaptação ou desistência do uso da prótese para cada usuário. A Figura 38 apresenta uma usuária durante algumas fases da reabilitação.



Figura 38 – Atividades de reabilitação de uma garota de 5 anos com prótese do Mao3DD. Fonte: Autores.

4.3 PLANO DE GESTÃO DA IIS MAO3D

4.3.1 Gestão de Pessoas

As atividades do Mao3D são realizadas no Laboratório de Órtese e Prótese 3D (LOP3D) da Unifesp. O LOP3D é coordenado pela Terapeuta Ocupacional Tainara dos Santos Bina e tem uma produção mensal de uma prótese 3D. No LOP3D é realizada a gestão da equipe e o controle do processo de produção das próteses. Os voluntários que formam a equipe do Mao3D, em sua maioria, são alunos selecionados na própria Unifesp, normalmente alunos de engenharia biomédica. Pela visibilidade do Mao3D dentro da universidade, muitos alunos têm interesse em participar. Os interessados fazem um pré-cadastro e uma vez por ano, ocorre um processo de seleção, em que os candidatos mostram seu interesse por meio de um questionário. Após o cadastro, é feita uma apresentação para a coordenação do Mao3D e com base na entrevista, são selecionados alguns alunos para ocupar as vagas disponíveis. A rotatividade interna dos voluntários é medida com base no envolvimento e na produtividade interna. Além desses, voluntários externos também aderem à equipe, profissionais liberais que tem como objetivo, gerar um impacto maior no processo evolutivo do grupo. O trabalho do Mao3D por si já tem apelo emocional, normalmente é esse o motivo que atrai os voluntários e o aspecto motivacional é muito explorado pela equipe, ajudando a criar as conexões do trabalho motivacional e interdisciplinar.

As pessoas da equipe que trabalham no LOP3D são divididas em três turnos: matutino, vespertino e noturno e as atividades são organizadas no aplicativo Trello®. O Trello® é uma plataforma de gerenciamento de projeto baseado na web que permite compartilhar o fluxo de atividades de uma equipe definindo as etapas a serem executadas (Fig.39).



Figura 39 - Organização do processo de protetização de um caso utilizando a plataforma Trello®.
Fonte: Autores.

Até meados de 2018, o LOP3D não possuía um horário definido para as atividades, dessa forma, a impressão 3D das peças e montagem das próteses não eram feitos de modo sistemático. No processo de transformação do projeto de extensão para a IIS Mao3D, um novo plano de gestão para o funcionamento do laboratório, criou um padrão organizacional. Todo o processo foi dividido em etapas para que fosse possível imprimir próteses em menor tempo e com maior qualidade de impressão, ou seja um novo método de produção.

A plataforma Trello® permite o acompanhamento pelo coordenador de cada membro da equipe no desenvolvimento de suas atividades (Fig. 40-41). No final de cada semestre, os alunos recebem certificado de participação em atividades de extensão necessário para a sua formação acadêmica.

Todos da equipe têm a oportunidade de atuar em cada etapa do processo e cada possui um papel bem definido, por exemplo, se é necessário a obtenção de informação sobre uma dada etapa, existe um responsável por repassar a informação e assim por diante. Dessa forma o procedimento operacional padrão, distribui dentro da equipe a organização de papéis e procedimentos, divisão de tarefas, responsabilidades que permitem uma comunicação inteligente dentro da inovação.

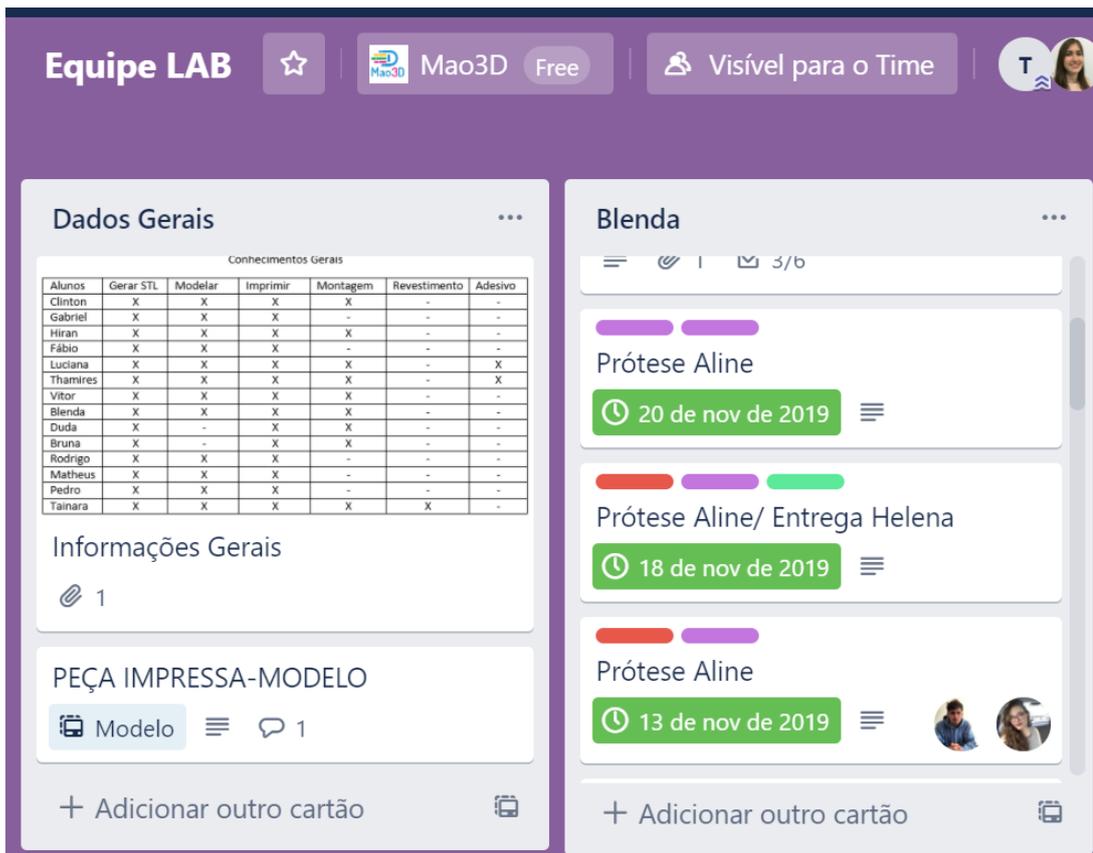


Figura 40 - Organização do processo de protetização por operador na plataforma Trello®. Fonte: Autores.

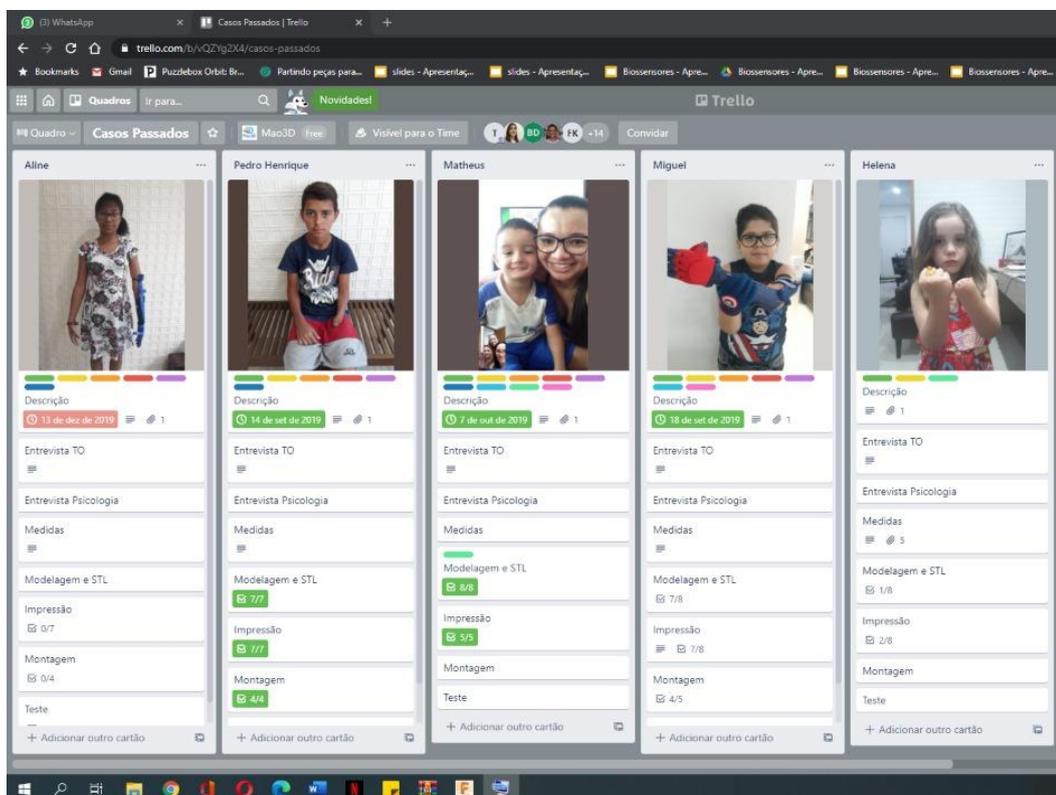


Figura 41 - Organização dos casos atendidos ou em andamento na plataforma Trello®. Fonte: Autores.

De acordo com Volpato e Cimbalista (2002) a motivação ocorre de forma intrínseca, os impulsos motivacionais são responsabilidade do próprio indivíduo para determinada situação. Além disso, o ambiente precisa ser favorável para nova ideias, contribuição nos projetos, troca de conhecimentos e solução de problemas. O processo motivacional é uma particularidade de cada um e não é possível gerar o mesmo instinto motivacional em cada voluntário ou motivá-los da mesma forma. No Mao3D, uma das mudanças realizadas para motivar a equipe do laboratório, foi realizar pequenos ajustes na estrutura do laboratório para tornar o ambiente mais agradável durante às 5h que os alunos trabalham lá. As melhorias estruturais realizadas foram o reposicionamento das mesas e arranjo de computadores individuais e disponibilidade de um espaço vazio para casos em que o voluntário não queira utilizar o computador (Fig. 42). Além disso, foi feita uma decoração nas paredes com pôsteres com frases motivacionais; criação de uma mini copa com equipamento de micro-ondas e máquina de café.



Figura 42 - Laboratório LOP3D do Mao3D reorganizado. Fonte: Autores.

Ainda sobre o quesito motivação, uma mesma pergunta foi feita individualmente para cada voluntário que trabalha no Mao3D: “Qual a sua motivação para trabalhar no Mao3D?”. As respostas seguiram um padrão descrito no Quadro 4. Os voluntários que atuam no Mao3D são movidos pela capacidade e recursos que possuem de auxiliar aqueles que precisam. Em questões tão simples como, se alimentar, se vestir, se aceitar, que para quem não conseguem fazer, são coisas que fazem a diferença quando podem ser realizadas.

Voluntário 1: “Participo do projeto pois vejo nele uma grande forma de impactar a sociedade, uma criança de cada vez, e ao mesmo tempo aprender mais sobre tecnologias de uma área de estudo que me fascina.”

Voluntário 2: “Poder ser capaz de ajudar outras pessoas com certeza é o que me move para sempre continuar aprendendo. E isso é o Mao3D: um projeto incrível que impacta positivamente na vida de tantas pessoas e com uma equipe sensacional, que está sempre se aprimorando para melhor atender a missão desse projeto.”

Voluntário 3: “...minhas principais motivações são: o objetivo, algo claro em que todas as pessoas se unem para realizar a protetização de uma criança, algo que para nós deva ser simples, mas que para a pessoa que recebe pode mudar a vida, autoestima, oportunidades, etc. As pessoas, a amizade, a ajuda um ao outro, a troca de informações, e o ambiente agradável, me fazem ter orgulho de fazer parte do projeto com as pessoas certas.”

Voluntário 4: “A maior motivação em participar do projeto é ter uma experiência além da teoria aplicada na sala de aula. É viver a realidade e aprender com essa vivência. Outro fato muito importante é a contribuição da universidade pública para a sociedade. Utilizando a ciência e tecnologia em prol da melhoria de vida dos indivíduos e o melhor, atendendo aqueles que mais necessitam.”

Quadro 4 – Resposta dos voluntários sobre a motivação para trabalhar no Mao3D. Fonte: Autores.

4.3.2. Gestão do Processo de Produção

O processo de protetização e reabilitação do Mao3D foi dividido em oito fases (Fig. 43): 1) Preenchimento do formulário online, com os dados da criança ou adulto e análise para verificar se a pessoa se enquadra nos pré-requisitos; 2) Atendimento inicial com a Psicóloga e Terapeuta Ocupacional para compreender os desejos, necessidades e expectativas do requerente; 3) Aquisição de medidas do membro para iniciar o processo de produção da prótese por meio de um protocolo; 4) Definição do design, escolha das cores e dos personagens que serão colocados na prótese escolhida pelo requerente por meio de um catálogo específico com mais de 50 combinações de personagens e cores; 5) Modelagem 3D das peças que compõem a prótese; 6) Impressão 3D das peças; 7) Montagem e moldagem da prótese com uso das medidas da criança para permitir o encaixe da prótese na região remanescente do membro, pois a prótese é feita sob medida; 8) Reabilitação do usuário com acompanhamento psicológico e da terapeuta ocupacional para auxiliar na adaptação e uso do dispositivo. Além disso um protocolo de qualidade de impressão 3D está sendo desenvolvido em uma pesquisa de mestrado para garantir uma melhor qualidade nas próteses produzidas (Fig. 44).

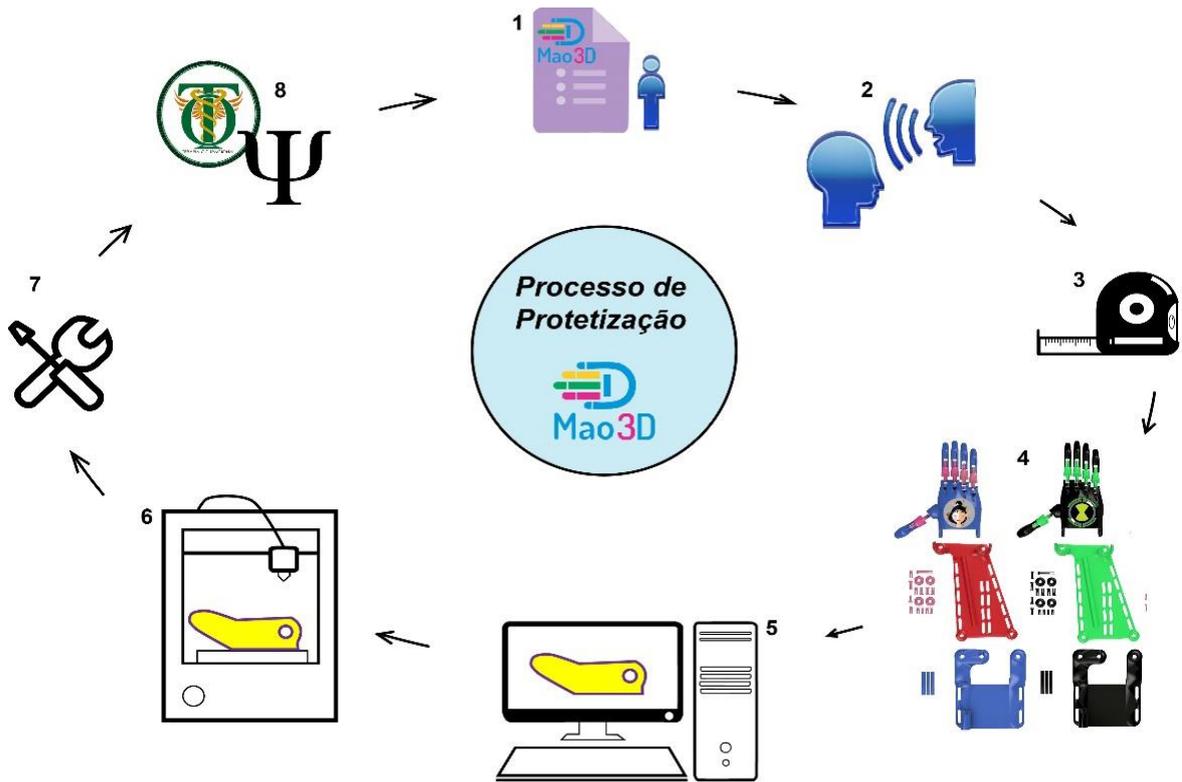


Figura 43 - Etapas do processo de protetização utilizado no Mao3D. Fonte: (Bina et al 2019). Fonte: Autores.

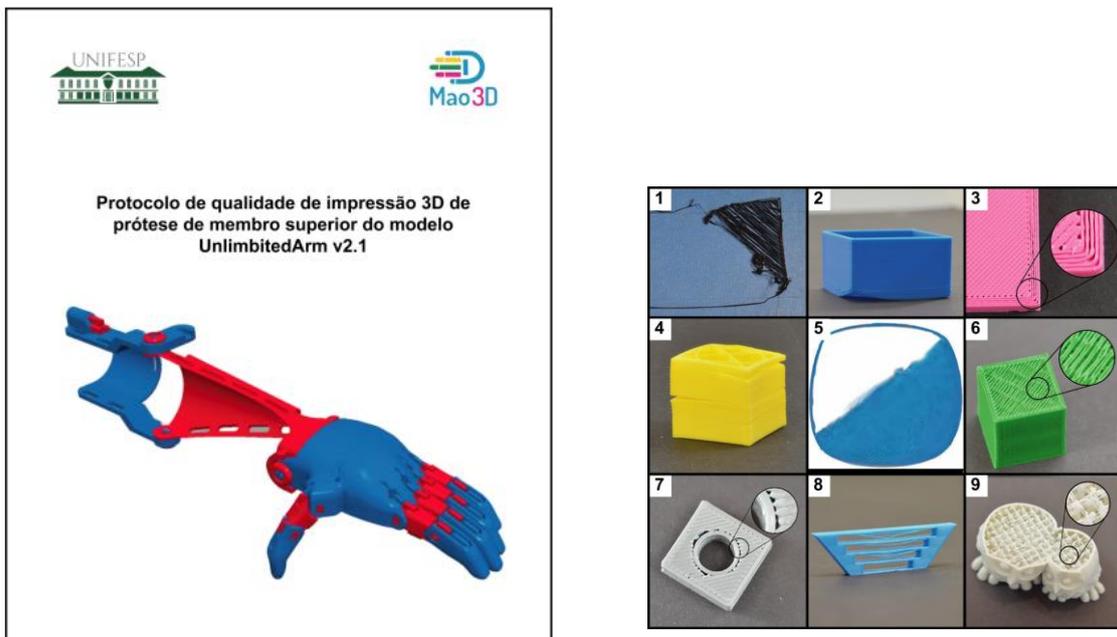


Figura 44 - Protocolo de qualidade de impressão 3D. Fonte: (Bina et al 2019). Fonte: Autores.

4.4 ELABORAÇÃO DO PLANO DE NEGÓCIOS DA IIS MAO3D

O Mao3D começou como um simples projeto de extensão da Unifesp em São José dos Campos. Devido ao seu crescimento exponencial, visibilidade, aquisição de equipamentos e a necessidade de mais recursos, se tornou inevitável que o Mao3D se torne uma iniciativa de impacto social dentro da universidade.

Por se tratar de uma organização que apresenta um projeto multifacetário reunindo pesquisa científica, interação multidisciplinar e ação social, o Mao3D tem sido mantido com a ajuda de parcerias com diversas empresas e doações. Em 2020, o Mao3D foi um dos 25 projetos no mundo contemplado com uma premiação da Universidade de Carleton (Canadá) baseado em STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics*). Com isso, o Mao3D receberá apoio financeiro do *International Development Research Centre (IDRC)* e os participantes do Mao3D serão capacitados em pesquisa, design e desenvolvimento de inovações de impacto social para mulheres em países em desenvolvimento (Fig. 45).

3D-printed prostheses to support female survivors of domestic violence, accidents or cancer treatment in Brazil (IDA)

 Stream 2 - Case study plus prototype

This research project examines the effects of providing visually and/or mechanically enhancing prostheses to low-income women with visible disabilities caused by domestic violence, accidents or cancer treatment. A first round of prostheses provided to the women improved their quality of life in many ways, including their social inclusion, self-worth, confidence, and independence. Supported by the experiences from the first round, this project will make modifications to a second round of 3D-printed prostheses, including the nose, ear, breast and upper lip, to improve further the outcome for the women. Rehabilitation and psychological support for the women have been integrated into the project design.

The research team is comprised of one PhD student, three master students and two undergraduate students, as well as a psychologist and biomedical engineer. Dr Kunkel's expertise is in biomechanics, co-principal investigator Dr Ferreira's is in history and gender studies, and co-principal investigator Dr Felipe Moura's is in physical education.



Isabeli tries 3D-printed prosthesis with occupational therapist

Primary investigator: Dr. Maria Elizete Kunkel
Co-Primary investigators: Dr. Luciana Ferreira and Dr. Felipe Moura (UEL)
Institute: Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) with Universidade Estadual de Londrina (UEL)

Figura 45 - Destaque do Mao3D na Newsletter da Universidade Carleton do Canadá. Fonte: Autores.

No entanto, uma IIS deve ser autossustentável e além de receber doações ela deve ser capaz de gerar renda através de prestação de serviços, cursos, mentorias e consultorias. Esses recursos serão suficientes para cobrir suas próprias despesas e parte do excedente econômico pode ser investido em sua expansão, enquanto a outra parte pode ser mantida como reserva para cobrir gastos inesperados. A IIS Mao3D desenvolve próteses mecânicas para crianças e adultos com amputações parciais, seja congênita ou adquirida, sem custo, além de assistência psicológica e reabilitação. O mercado para o Mao3D é bem definido pois o SUS, não disponibiliza próteses para crianças, essa realidade gera uma grande demanda e estima-se que a maioria das crianças com necessidades de próteses não são atendidas. Os modelos de prótese utilizados no Mao3D são do tipo *open source*, desenvolvidos e disponibilizados na Web pela Fundação americana e-Nable. O Mao3D faz adaptações e melhorias no modelo tradicional da e-Nable, tais melhorias são somadas com a experiência adquirida no processo e tem permitido que o Mao3D venha conquistando resultados expressivos. Esses resultados são medidos através do acompanhamento dos processos de cada etapa até a parte final, que termina com a reabilitação da criança.

Um plano de negócios foi desenvolvido com a capacidade de transformar o projeto Mao3D em uma IIS com real inserção no mercado. Devido à natureza do Mao3D que atua dentro de uma Universidade Federal, optou-se por um Projeto Acadêmico de Prestação de Serviços (PAPS). Essa nova estrutura está diretamente ligada à necessidade de expansão do Mao3D em relação ao aumento da estrutura física de laboratório, atualização e aquisição de equipamentos mais modernos, condições para remunerar a equipe e menor rotatividade dos colaboradores.

4.4.1 Título do Projeto de Prestação de Serviços Técnicos Especializados

Protetização e reabilitação de pessoas com malformação ou amputação de membro superior com a tecnologia de manufatura aditiva.

4.4.2 Objeto do Projeto de Prestação de Serviços Técnicos Especializados

Produção de próteses e dispositivos de tecnologia assistiva para reabilitação de membros superiores, incluindo atendimento psicológico e um programa de reabilitação, consultoria na área de tecnologia assistiva, cursos para formação de recursos humanos na área, e serviços de impressão 3D de pequeno porte.

4.4.3 Dados Cadastrais da Proponente

Proponente: Maria Elizete Kunkel

Nome do gestor da Unidade proponente: Marcelo Cristino Gama

Cargo do gestor: Presidência do Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT)

4.4.4 Período de Execução

Previsão de Início: 01/08/2021 Término: 30/07/2022 Prazo: 12 meses

4.4.5 Contextualização e Justificativa Institucional

Dados de 2019 a 2020 sobre a relação do projeto com ensino, pesquisa e extensão. Algumas publicações são descritas nos anexos.

Atividade	Número	Envolvidos
Trabalhos apresentados em evento	20	Docente e discentes da Unifesp e sociedade
Palestras apresentadas em eventos	35	
Projetos concluídos ou em andamento de Iniciação Científica	8	Discentes da Unifesp
Projetos concluídos ou em andamento de mestrado	4	Discentes da Unifesp
Protótipos desenvolvidos em disciplinas	16	Discentes da Unifesp
Artigos e Capítulos de livro em submissão ou publicados	8	Docente e discentes da Unifesp

Quadro 5 - Relação do projeto com ensino, pesquisa e extensão

4.4.6 Resultados Esperados

Resultados esperados a partir das atividades de prestação de serviços técnicos especializados, identificando a relação do PAPS com as Diretrizes e Metas Instituintes do PDI-Unifesp 2016-2020.

Objetivos e metas previstas	Objetivo estratégico	Atividades a serem
-----------------------------	----------------------	--------------------

no PDI-Unifesp		realizadas
Diretriz Instituinte 5 Convergência do conhecimento no. 2 situar as agendas de pesquisa na confluência dos conhecimentos necessários para a solução das demandas institucionais regionais e nacionais	Desenvolvimento de dispositivos inovadores de tecnologia assistiva para membros superiores com ferramentas da indústria 4.0	Realizar projetos de pesquisa com alunos de mestrado, iniciação científica e trabalho de conclusão de curso
Diretriz Instituinte 6 Ampliação da relação universidade, sociedade e políticas públicas no. 5 estimular e consolidar ações convergentes de ensino, extensão e pesquisa em temas de relevância social e estratégica	<ul style="list-style-type: none"> - Doação de próteses de membro superior para pessoas com malformação ou amputação - Divulgar a todos os processos desenvolvidos de um modo acessível - Incluir os alunos da Unifesp em um projeto de impacto social 	<ul style="list-style-type: none"> - Produção de próteses de membro superior modelos open source - Realização de palestras sobre temas relacionados ao Mao3D - Consultora par a formação de novos grupos semelhantes

Quadro 6 – Resultados esperados da proposta PAPS

4.4.7 Cronograma de Execução

O projeto PAPS será executado durante o período de 12 meses. Dada à natureza e dinâmica de funcionamento do projeto o cronograma será mensal. Conforme previsto no §4º do Art. 3º da Resolução 138: “Ao final do prazo de execução do projeto o Coordenador apresentará Relatório Final no prazo de 60 dias às instâncias responsáveis pela aprovação e pela avaliação e acompanhamento do PAPS”.

Atividades a serem realizadas/bimestre	1	2	3	4	5	6
Protetização e reabilitação de membro superior						
Curso de modelagem e impressão 3D						
Curso de formação na área de próteses 3D						
Consultoria na área de tecnologia assistiva com uso de manufatura aditiva						
Pesquisa de desenvolvimento de prótese estética e mioelétrica de membro superior						
Desenvolvimento de acessórios para a realização de atividades de vida diária						
Elaboração do relatório final						

Quadro 7 – Cronograma da proposta PAPS Mao3D

4.4.8 Serviços Técnicos Especializados a Serem Oferecidos

O foco dos serviços oferecidos são dispositivos de tecnologia assistiva baseados em CAD (*Computer-Aided* ou assistido por computador) envolvendo ferramentas de modelagem 3D, engenharia e manufatura de objetos utilizando a ferramenta de design thinking. Na criação de objetos será oferecido o serviço de modelagem 3D, reconstrução 3D de imagens médicas e escaneamento 3D (Fig. 47). No entanto será oferecido também serviço de criação e manufatura de peças gerais personalizadas de pequeno porte por impressão 3D (Fig. 48).



Figura 47 - Modelagem 3D e otimização de uma peça a ser manufaturada. Fonte: Autores.

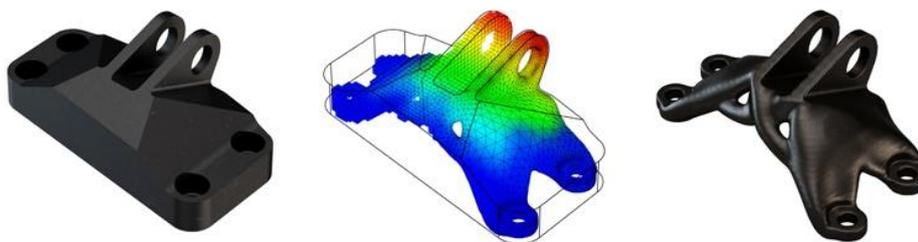


Figura 48 - Modelagem 3D, simulação e otimização de uma peça a ser manufaturada. Fonte: Autores.

Das tecnologias e produtos utilizados na fabricação das próteses, 80% são frutos de doações. Empresas fabricantes de impressoras 3D como a Boa impressão 3D, Seth 3D, GTMax3D e 3DCloner tem feito doações das impressoras 3D que compõe o laboratório LOP3D do Mao3D. Filamentos utilizados, em sua maioria são doados por diversas empresas, como a 3DCriar e a National 3D, a empresa Boa Impressão 3D realiza cursos em sua empresa e reverte os ganhos em filamentos que são doados ao Mao3D. Os materiais de revestimento das próteses, são doados pela empresa Tecnosoles Tecnologia em Saúde.

O laboratório LOP3D dispõe de seis impressoras 3D que utilizam dois tipos de processos diferentes (Fig. 49): Modelagem por fusão e deposição (FDM) que utiliza filamentos poliméricos rígidos e Deposição por luz processada (DLP) que utiliza resina líquida fotossensível.



Figura 49- Impressoras 3D do laboratório LOP3D. Fonte: Autores.

O diferencial do Mao3D consiste em aplicar a ferramenta do design thinking no processo de definir e desenvolver soluções mais adequadas para cada caso. A aplicação do conhecimento de várias profissões em alguma etapa do processo, tem um papel muito relevante, por exemplo a atuação da Psicóloga e Terapeuta Ocupacional no início do processo seletivo técnico e no final no processo de reabilitação, com a atuação do Podologista e ortoprotésista nos ajustes técnicos de funcionamento mecânico da prótese, revestimento interno e modelagem de acordo com o tipo de amputação e membro remanescente que traz conforto e eficiência maior que os modelos tradicionais de prótese. Esses serviços específicos, tornam a equipe ampla para atuar em vários modelos de projetos, ampliando assim a cesta de serviços a serem oferecidos externamente.

4.4.9 Definição dos Valores dos Serviços

Devido aos múltiplos serviços prestados pelo Mao3D, os custos são variáveis, se enquadrando de forma singular ao momento de execução. Nas figuras 50 e 51 são apresentadas planilhas de estimativa de custos de impressão 3D. Estes custos são baseados no valor de mercado, levando em consideração a tecnologia e nível de especialidade da mão-de-obra e serviço prestado. Muito dos serviços prestados pelo Mao3D não seguem exatamente uma “tabela de preços”, pois a aplicação dos múltiplos conhecimentos distribuídos em sua equipe, permite a aplicação de consultorias, mentorias ou mesmo, a criação de cursos como remuneração. Cobrança de serviços de impressão 3D ou mesmo modelagem, são baseados no grau de dificuldade x tempo.

A	B	C	D	E	F	G
CALCULADORA DE CUSTOS DE IMPRESSAO 3D				N Tipos		Valores
CALCULO SIMPLES				1 ABS Comum		R\$ 120,00
Valores da peça (dado pelo fatiador)				2 ABS barato		R\$ 80,00
Comprimento utilizado		58,300 m		3 Nylon		R\$ 260,00
Diâmetro do filamento		1,75 mm		4 Petg		R\$ 320,00
Densidade		1,04 g/cm³		5 ABS Wood		R\$ 600,00
Área do diâmetro do filamento		2,405 mm²		6 PLA		R\$ 140,00
Tempo de impressão		60 mn				
Peso estimado		146 g				
RESULTADO						
Valor de produção	R\$	29,23				
Valor de venda	R\$	87,69				
CALCULO DETALHADO				Densidades (g/cm³)		
Valores de produção				ABS 1,04		
				PLA 1,24		
Despesas de produção		Tipo de filamento		N		6
		Valor do quilo (filamento.)		R\$		140,00
		Preço por kWh		R\$		0,6
		Consumo da maquina (W)		360		
		Depreciação por hora		1%		
		Média de falhas		10%		

Figura 50 - Planilha de estimada de custos de serviços a serem prestados

Custos Administrativos		
Modelagem 3D		R\$ -
Retorno de investimento		
Retorno do investimento na maquina (em quanto tempo quer pagar a maquina?)	Tempo desejado (mês)	Valor da maquina
	12	R\$ 3.000,00
	Horas por dia	Dias por mês
	8	25
	Valor a adicionar por hora	R\$ 1,25
Custos de PRODUÇÃO		
Custo material	R\$	20,42
Custo energia	R\$	0,22
Custo de manutenção	R\$	3,06
Custo de falhas	R\$	2,04
Custo de acabamento (10%)	R\$	2,04
Custo de fixação (spray)	R\$	0,20
Custos diversos		
Retorno de investimento	R\$	1,25
Custo administrativo	R\$	-
Porcentagem de lucro		200%

Figura 51 – Detalhes da planilha de estimada de custos de serviços a serem prestados

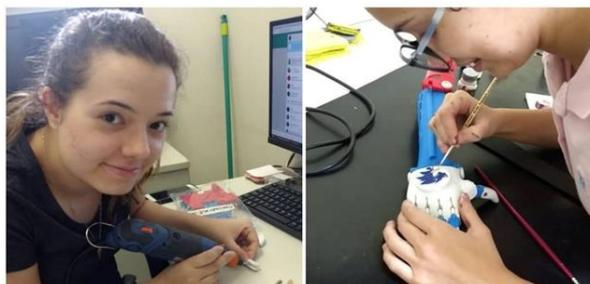
Na quadro 8, segue valores como referência para serviços prestados, tendo em vista que estes valores podem ser reajustados conforme houver grau de dificuldades ou gastos adicionais.

Serviços	R\$ / Hora	Estimativa de Base
Modelagem 3D	R\$ 150,00	Modelagem básica
Impressão 3D	R\$ 50,00	Impressão em ABS
Cursos / treinamento	R\$ 150,00	curso básico 4 h por aluno
Mentoria	R\$ 500,00	o dia de profissional nível superior
Consultoria	*	Custo variavel entre tempo x nível profissional

Quadro 8 – Custos base de serviços do Mao3D

4.4.10 Equipe

Pesquisadores e envolvidos na projeto Mao3D



base de serviços do

do Projeto

discentes execução do (Fig. 52).

Figura 52: Parte da Equipe do Mao3D. Fonte: Autores.

Membro da equipe	Qualificação / Regime de trabalho	Função no projeto	Carga horária adicional (semanal)
Maria Elizete Kunkel	PhD / DE	Coordenação	8
Israel Toledo	Podólogo, mestrando / -	Ortopedia técnica	8
Tainara S Bina	Terapeuta Ocupacional, mestrando / -	Produção de próteses, órteses e reabilitação	30
Thamires Veri	Técnica em eletrônica, /Graduanda BC&T	Operação e manutenção de impressoras 3D	20
Clinton Santos	Eng. Biomédico, mestrando / -	Modelagem 3D e impressão 3D	12
Laura Passoni	Técnica mecatrônica	Manutenção das impressoras	8
-	Alunos de extensão	Atividade sdiversas	12
Sandra Rodrigues	Psicóloga / -	Atendimento psicológico	8

Quadro 9 – Descritivo da equipe do Mao3D

4.4.11. Ressarcimento da Infraestrutura UNIFESP e Custos Operacionais à FAP-Unifesp

- a) Planilha de Ressarcimento da UNIFESP (Anexo da Resolução 138): -
- b) Estimativa de custos operacionais da FapUnifesp:-
(estimativa ainda será realizada pela FapUnifesp, a partir da análise do projeto)

4.4.12. Gerenciamento dos Serviços e dos Recursos Arrecadados

De acordo com a Resolução 138 CONSU da UNIFESP, o PAPS, aprovado pelo COEC, será objeto de contrato da Unifesp com a FapUnifesp, que será

responsável pela gestão administrativa e financeira dos serviços prestados e dos recursos. A regulação sobre a gestão está prevista na Resolução 138.

4.4.13 Análise de Mercado

Clientes: Os usuários do Mao3D são em sua grande maioria crianças e adultos que tiveram amputação parcial ou deformidade congênita de mão e antebraços. Com uma demanda que só é absorvida pelo mercado privado e por ser muito cara, apenas um percentual pequeno de crianças são protetizadas. A busca por pesquisas nesta área, tem crescido junto com o amadurecimento do mercado da impressão 3D. Por tais aspectos, um número muito grande de crianças a serem protetizadas, se encontram desassistidas.

Concorrência: Por se tratar de um projeto sem fins lucrativos, a palavra concorrência não se encaixa. Mas, em relação a outras instituições que pretendem ter proposta semelhantes, a Ong Dar a Mão, criada em setembro de 2015, ligada à PUC do Paraná é a principal. Depois, seguem pequenos núcleos de pesquisas espalhados por universidades brasileiras. Muitos desses núcleos, tem sua inspiração no Mao3D por ser a pioneira no Brasil e a que mais tem publicado os desenvolvimentos e resultados em pesquisas.

4.4.14. Estratégia de Negócio

Oportunidades: O número de crianças e adolescentes que necessitam de uma prótese no Brasil é muito grande. Hoje o Mao3D atende um percentual muito baixo em relação à demanda. Também existe um mercado de próteses estéticas para adultos, em que o Mao3D pode atuar. Modelos estéticos, não tem finalidade de acionamento articular e já existe um mercado privado para estes casos. Com estrutura, equipamentos e a garantia de uma equipe fixa, o número de atendimentos pode crescer muito. Além das próteses, devido ao desenvolvimento de pesquisas, e melhores estruturas tecnológicas internas, outros projetos já têm sido desenvolvidos e que entrarão na cesta de produtos do. Mao3D, o que viabilizaria maiores oportunidades de atuação tecnologia e social assim como a captação de recursos

Ameaças: Não existe ameaça externa para o Mao3D, somente as limitações de estrutura e pessoal como citado ou dificuldades com relação a regulamentação

interna da Unifesp que podem ou não viabilizar a transformação do Mao3D. O Mao3D precisa crescer para que se mantenha saudável.

Pontos Fortes e Fracos: Os pontos fortes são a pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Pontos fracos são a falta de estrutura e bolsas/ salários para os pesquisadores.

Objetivos: Ter uma estrutura de laboratório devidamente equipada que possibilite desenvolver modelos mais eficazes e melhores, aumentando a qualidade e capacidade de produção das próteses. Ter condições financeiras para manter uma a equipe criativa de desenvolvedores e pesquisadores para os novos projetos.

4.4.15. Plano de Marketing

Estratégias de crescimento (vendas): Formalizar a identidade do Mao3D como um PAPS devidamente estabelecido, tornando-a capaz de receber oficialmente as doações de outras organizações, empresas privadas e governo em suas esferas. Utilizar de sua história e acesso as mídias impressa, rádio e TV para demonstrar os projetos em execução. O apelo social executado pelo Mao3D é muito forte, único e exemplar procedência diante da sociedade e comunidade científica. São anos de boa história e de conquistas que seriam exploradas de forma positiva, para o amadurecimento da instituição. Uma vez o Mao3D estabelecido como instituição devidamente formada, sua história, seu acesso à mídia, somado ao fato de que diversas empresas já doar, o crescimento se torna inevitável.

Diferencial competitivo do produto: História de competência, boas práticas e desenvolvimento científico. Tais características fazem do Mao3D único em seu seguimento, diferenciando-o sobremaneira de seus concorrentes.

Distribuição: O processo de distribuição das próteses geradas pelo Mao3D, seguem sendo de forma individual. O Mao3D não tem um produto que seja vendido em lojas, temos um processo individual e muito específico. As unidades desenvolvidas, obrigatoriamente, têm que ser entregues diretamente ao usuário final, para que seja feito o trabalho de reabilitação. São duas opções, ou o usuário se desloca até nós ou em alguns casos, uma pequena equipe, se desloca até o usuário. Para facilitar esse processo, o Mão3D em algum momento, terá em suas instalações dormitórios ou parcerias com hotéis uma vez legalmente estabelecido como pessoa jurídica.

Política de preços: As próteses desenvolvidas para crianças e adolescentes com amputações parciais de membro superior ou com deformidade congênita, NÃO podem ser vendidas. Esse trabalho é puramente social.

Projeção de Distribuição: Poder desenvolver a prótese, entregar e reabilitar para obter o processo completo, atendendo 2 crianças por mês.

Serviços pós-vendas: Acompanhamento por telemedicina aos usuários pela equipe do Mao3D, em conjunto com equipes de reabilitação dos locais de origem dos usuários, quando possível. Treinamento presencial para equipes da saúde que necessitem desse conhecimento para dar suporte aos usuários. Atendimento presencial por nossa equipe quando o usuário pode se deslocar até as instalações do Mao3D.

4.4.16 Planejamento e Desenvolvimento de Projetos

Atualmente o Mao3D desenvolve, entrega e reabilita 1 criança por mês. A equipe de voluntários, sejam alunos ou pesquisadores, desenvolvem constantemente melhorias nas próteses e desenvolvem novos projetos voltados a área da saúde, sempre com o foco na reabilitação do indivíduo. Os projetos futuros são de inicialmente, dobrar a capacidade das próteses de membro superior e desenvolver novos projetos para novos produtos. Atualmente temos protótipos de próteses e órteses para diversas partes do corpo em desenvolvimento.

4.4.17 Plano Financeiro

Atualmente o Mao3D precisa de um local físico mais adequado para o laboratório de impressão devidamente equipado; escritório para desenvolvimento estratégico e administrativo; sala de reabilitação; sala de montagem, modelagem e revestimento das próteses; sala de espera para os voluntários, pais e crianças; aparelhamento de novos equipamentos, mais modernos para que haja menos manutenção e melhor rendimento; equipamentos que tenham área de impressão maior do que as que o Mao3D tem hoje; salário para alguns profissionais estratégicos para a administração do laboratório; e bolsas para os alunos voluntários no Mao3D.

4.4.18 Canvas



Figura 53: Canvas do Mao3D. Fonte: Autores.

O plano de negócios apresentando está de acordo com a definição de uma IIS como uma organização autônoma, gerenciada de modo participativo, criada pela e para a comunidade para a produção de bens e serviços que garantam a sua viabilidade financeira, e conseqüentemente a sua continuidade (Joao et al., 2017). O estudo de caso da IIS Mao3D pode fornecer um ponto de partida para inovadores e empreendedores sociais dentro da academia, principalmente com interesses voltados para tecnologia assistiva.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÃO

5.1 CONTRIBUIÇÕES

Esta pesquisa analisou a transformação do projeto de extensão Mão3D em uma IIS. O projeto de extensão em uma Universidade Pública Federal que, tem sua atenção às necessidades da população através da inovação tecnológica, abre pressuposto para outras ações semelhantes (Zanotelli, 2020). Essa pesquisa única, tem grande importância por ser uma das pioneiras a relacionar o ambiente científico universitário com a indústria 4.0 através de uma iniciativa de impacto social. Na área da saúde, especificamente na fabricação de próteses de membro superior infantil, a ISS Mao3D é a principal referência do Brasil. A transição do projeto de extensão para uma iniciativa de impacto social, permite que o Mao3D possa no futuro ser um referencial em termos de desenvolvimentos de negócios sociais na academia. Atualmente são poucas ISS existente no Brasil, principalmente na área da saúde (João, 2018). As características do Mao3D, o torna um exemplo singular e de grande potencial. Através das mídias, congressos e publicações diversas, o Mao3D tem atraído a atenção externa interesse para a busca de conhecimento. Por meio de workshops, congressos e cursos, o Mao3D consegue multiplicar o número de profissionais capacitados a atuar de forma semelhante. Esses mesmos eventos, tem duplo efeito, pois permite que captações de recursos ocorram, também ocorre a expansão da network, que por sua vez, permitem novos negócios. A maior contribuição dessa pesquisa é mostrar os caminhos como um guia para projetos de impacto social e tecnológico. A pesquisa realizada nesse projeto de mestrado pode ser um modelo de como uma IIS pode ser criada dentro da universidade envolvendo discentes, docentes na busca da solução de um problema da sociedade.

5.2 INSERÇÃO SOCIAL

Zanotelli (2020) destaca a IIS Mao3D como o principal núcleo social do Brasil, que atende a necessidade de crianças com amputação parcial de membros superiores por meio da doação de próteses por impressão 3D. Outros estudos indicam que o Mao3D desenvolve o fomento do conhecimento em inovação tecnológica no setor de próteses, através de iniciação científica, workshops, congressos e publicações diversas com reconhecimento nacional e internacional, no contexto da indústria 4.0 (Ribeiro et al., 2020; Soares et al., 2021). São características inerentes ao Mao3D o uso de tecnologias como escaneamento 3D, impressão 3D e telemedicina, que aliás, gerou ao programa uma menção honrosa a ciência (anexo). Mesmo antes da transformação de projeto de extensão à IIS, o Mão3D já atuava com impacto social, atendendo crianças de todo Brasil através da doação das próteses. Ações sociais de impacto tecnológico, são reconhecidamente, uma das maiores apostas para as futuras gerações, onde cria as conexões entre o segundo e terceiro setor, podendo ser de grande impacto social e ao mesmo, ser autossustentável. A IIS Mão3D, além de inovar constantemente o setor de próteses no Brasil através da tecnologia, apresenta sempre meios tecnológicos eficientes e de baixo custo. Uma visão mais simplificada das ações, permitem que o conhecimento seja facilmente replicado, levando o Mão3D ser uma referência. O apelo social da IIS Mão3D, somado ao interesse das mídias e redes sociais, facilitam a capitalização, tornando-o autossustentável.

5.3 PERSPECTIVAS FUTURAS

Através da transformação do Mao3D em uma iniciativa de impacto social, se inserir no PAPS para expandir as ações através do fomento do conhecimento qualificada de sua equipe. Abrir novos projetos de pesquisa e seguir evoluindo tecnologicamente. Ainda que a fabricação e doação de próteses infantis seja a “marca” do Mao3D, muitos outros projetos tem surgido através das pesquisas internas, desde evolução de processos tecnológicos, como também de outros produtos. As possibilidades tecnológicas e o impacto social são grandes, mas no final, o impacto humano, seja na inspiração científica ou nas pessoas reabilitadas, são fundamentos irrevogáveis.

REFERÊNCIAS

- ABOTEC - Associação Brasileira de Ortopedia Técnica. Disponível em: <<http://www.abotec.Org.br>>. Acesso em: 25 mai. 2018.
- Aceto, G., Persico, V., & Pescapé, A. (2020). Industry 4.0 and Health: Internet of Things, Big Data, and Cloud Computing for Healthcare 4.0. *Journal of Industrial Information Integration*, 18, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100129>
- AGITS Unifesp. Minuta de projeto acadêmico de prestação de serviço (PAPS). 2017. Disponível em: <https://www.unifesp.br/reitoria/proec/images/PROEX/PAPS/Modelo%20padronizado%20PAPS.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2019.
- Alter K. Social enterprise typology. *Virtue ventures llc*, v. 12, p. 1-124, 2007.
- Amiri, M., Dezfooli, M. S., & Mortezaei, S. R. (2012). Designing an ergonomics backpack for student aged 7-9 with user centred design approach. *Work*, 41(Supplement 1), 1193-1201.
- Artemisia. 2019. Tese de Impacto Social em Empregabilidade.
- Assessment, S. I. (1995). Guidelines and principles for social impact assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 15(1), 11-43. icgpsia
- Augusto, C, Grabois G, Marco A, Carvalho N. 2018. “Transformações e Assimetrias Tecnológicas Globais : Estratégia de Desenvolvimento e Desafios Estruturais Para o Sistema Único de Saúde Global Technological Transformations and Asymmetries : Development Strategy and Structural Challenges for the Unified He.” :
- Bazzano, A. N., Martin, J., Hicks, E., Faughnan, M., & Murphy, L. (2017). Human-centred design in global health: A scoping review of applications and contexts. *PloS one*, 12(11), e0186744.
- Bersch, Rita. 2017. “Introdução à Tecnologia Assistiva.” : 2
- Bersch, R. 2008. Introdução à tecnologia assistiva. Porto Alegre: CEDI, 21.
- Biddiss, E. A., Chau, T. T. (2007). Upper limb prosthesis use and abandonment: a survey of the last 25 years. *Prosthetics and orthotics international*, 31(3), 236-257.
- Biddiss, E. A., & Chau, T. T. (2008). Multivariate prediction of upper limb prosthesis acceptance or rejection. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 3(4), 181–192.
- Bina, S T., Kunkel, M. E., Ribeiro, R. C., Ribeiro, T. V., Silveira, H. D., de Melo Passoni, L. H., & Rodrigues, S. M. S. Produção de próteses mecânicas 3D de membro superior para um caso de amputação bilateral infantil: desafios da reabilitação. *Produção de próteses mecânicas 3D de membro superior para um caso de amputação bilateral infantil: desafios da reabilitação*, 1-388.

- Bisneto, F., Novaes, E. (2012). Deformidades congênitas dos membros superiores: parte I: falhas de formação. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 47(5), 545-552.
- Bocolini, F. (2000). *Reabilitação-Amputados. Amputações e Próteses*. 2ª edição, São Paulo: Robe.
- Bocken, N. M., Short, S. W., Rana, P., & Evans, S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of cleaner production*, 65, 42-56.
- Bonilla, Libera B. E. (2007). Impacto, impacto social y evaluación del impacto. *Acimed*, 15(3)
- Boulos, Kamel M. N., & Wheeler, S. (2007). The emerging Web 2.0 social software: an enabling suite of sociable technologies in health and health care education 1. *Health Information & Libraries Journal*, 24(1), 2-23.
- Brown, T., Wyatt, J. (2010). Design thinking for social innovation. *Development Outreach*, 12(1), 29-43
- Brasil. SDHPR - secretaria nacional de promoção dos direitos da pessoa com deficiência. 2012 disponível em: <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/>. Acesso em 10 mai. 2019. .
- Catalani, C., Green, E., Owiti, P., Keny, A., Diero, L., Yeung, A., ... & Biondich, P. (2014). A clinical decision support system for integrating tuberculosis and HIV care in Kenya: a human-centered design approach. *PLoS One*, 9(8), e103205.
- Cavallone, M., & Palumbo, R. (2020). Debunking the myth of industry 4.0 in health care: Insights from a systematic literature review. *The TQM Journal*
- Climent, V., Sanchis Palacio, J. R., & Ejarque Catalá, A. T. (2019). El modelo de la Economía del Bien Común. Un estudio empírico sobre su aplicación a la empresa privada. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, (132), 46-76.
- Coelho, PMN. Rumo à Indústria 4.0. 2016. Dissertação de mestrado – Universidade de Coimbra, Portugal, 2016
- Costa, L. S., Bahia, L., & Braga, P. S. D. C. (2017). Salud y desarrollo: un diálogo con el pensamiento de Celso Furtado. *Ciência & Saúde Coletiva*, 22, 2119-2127.
- Chung, M. S. (2011). Congenital differences of the upper extremity: classification and treatment principles. *Clinics in orthopedic surgery*, 3(3), 172.
- Cook, A. M., Hussey, S. M. (1995). *Assistive technologies: principles and practice*. Mosby-Year Book. Missouri, EUA.
- Corrêa, G. F. M., & Zalla, G. D. (2020). Análise do processo de transformação digital de uma empresa de manufatura localizada no Brasil: estudo de caso único.
- Creswell, J. W. (1998). *Qualitative inquiry and research design: choosing among five traditions*. Thousand Oaks, CA: Sage. Denzin, NK
- Criscitelli, T., Goodwin, W. (2017). Applying Human-Centered Design Thinking to Enhance Safety in the OR. *AORN journal*, 105(4), 408-412.

Cunha, F. L. D. (2002). Mão de São Carlos, uma prótese multifunção para membros superiores: um estudo dos mecanismos, atuadores e sensores (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Curran, B., Hambrey, R. (1991). The prosthetic treatment of upper limb deficiency. *Prosthetics and orthotics international*, 15(2), 82-87.

E-Nable. Enabling the future. A global network of passionate volunteers using 3d printing to give the world a "helping hand". Disponível em: <<http://enablingthefuture.org/>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

ERPLAN - Indústria 4.0: quando a internet toma conta da fábrica. <https://www.erplan.com.br/noticias/industria-4-0-quando-a-internet-toma-conta-da-fabrica/>

Fernandes, RC. O que é o terceiro setor? *Revista do legislativo*, v. Abr./jun, n. 18, p. 26–30, 1997. Disponível em: <<http://dspace.almg.gov.br:80/xmlui/handle/11037/1091%5cnhttp://dspace.almg.gov.br/xmlui/handle/11037/1091%5cnhttp://dspace.almg.gov.br:80/xmlui/bitstream/11037/1091/3/1091.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

Flatt, A. E. (1994). The care of congenital hand anomalies. Quality Medical Pub.

Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15-26.

Gadelha, C. A. G., Nascimento, M. A. D. C., Braga, P. S. D. C., & Cesário, B. B. (2018). Transformações e assimetrias tecnológicas globais: estratégia de desenvolvimento e desafios estruturais para o Sistema Único de Saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, 23, 2119-2132.

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

Gibbert, M., Ruigrok, W., & Wiki, B. (2008). What passes as a rigorous case study? *Strategic Management Journal*, 29, 1465-1474.

Gon, Sandra, Gomes Lima, and Carlos Jos. 2017. O Processo de Incorporação de Tecnologias Em Saúde No Brasil Em Uma Perspectiva Internacional. : 1709–22.

Henriksen, D., Richardson, C., & Mehta, R. (2017). Design thinking: A creative approach to educational problems of practice. *Thinking skills and Creativity*, 26, 140-153.

Hespanha, P. (2008). Políticas Sociais: novas abordagens, novos desafios. *Revista de Ciências Sociais, Fortaleza*, v. 39, n. 1, p.5-15, 2008.

ICGPSIA - Interorganizational Committee on Guidelines and Principles for Social Impact Assessment. Guidelines and principles for social impact assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 15, n. 1, p. 11-43, jan. 1995.

Ishengoma, F. R., Mtaho, A. B. (2014). 3D printing: developing countries perspectives. arXiv preprint arXiv:1410.5349.

IBGE. (2010). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

João, I. D. S. (2014). Modelo de gestão da inovação social para empresas sociais (Dissertação de doutorado, Universidade de São Paulo).

João, I.S., Chiappetta Jabbour, C. J., & Galina, S. V. (2017). What is a social enterprise? Revising old concepts and interviewing social entrepreneurs. *Journal of Organisational Transformation & Social Change*, 14(2), 127-147.

João, I. D. S., Leoneti, A. B., Santos, H. B. D., & Galina, S. V. R. (2018). A profile of social enterprise in Brazil based on theoretical differences from and similarities with US, European, and emerging country perspectives. *International Journal of Business and Globalisation*, 20(3), 394-415

João-Roland, I.S., & Granados, M. L. (2020). Social innovation drivers in social enterprises: systematic review. *Journal of Small Business and Enterprise Development*.

Koehly, L. M., Morris, B. A., Skapinsky, K., Goergen, A., & Ludden, A. (2015). Evaluation of the Families SHARE workbook: an educational tool outlining disease risk and healthy guidelines to reduce risk of heart disease, diabetes, breast cancer and colorectal cancer. *BMC Public Health*, 15(1), 1-15.

Krebs, D. E., Edelstein, J. E., & Thornby, M. A. (1991). Prosthetic management of children with limb deficiencies. *Physical therapy*, 71(12), 920-934.

Kunkel ME. Mao3D - o programa colaborativo que reúne inovação, tecnologia e inclusão. *Revista imasters*, fev 2017. Ano 06. Edição 21. P. 12-17. Disponível em <<https://imasters.com.br/tecnologia/mao3d-o-programa-colaborativo-que-reune-inovacao-tecnologia-e-inclusao>> acesso em 10 mai 2019.

Kunkel, ME; Abe, PB ; Pasqua, M; Gonçalves, IT; Pinheiro, LM ; Rodrigues, SM. MAO3D - Protetização e reabilitação de membro superior adulto com a tecnologia de impressão 3D. *A Produção do Conhecimento na Engenharia Biomédica*. 1ed. Ponta Grossa: Atena Editora,2019, v. 1, p. 14-29.

Kunkel, M.E.; Cano, A.P.D.; Ganga, T.A.F.; Artioli, B.O.; Juvenal, E.A.O. Manufatura Aditiva do Tipo FDM na Engenharia Biomédica. In: Maria Elizete Kunkel. (Org.). *Fundamentos e Tendências em Inovação Tecnológica: V.1.1ed*.Seattle, United States: Kindle Direct Publishing, 2020, v. 1, p. 50-69.

Kyberd, P. J., Light, C., Chappell, P. H., Nightingale, J. M., Whatley, D., & Evans, M. (2001). The design of anthropomorphic prosthetic hands: A study of the Southampton Hand. *Robotica*, 19(6), 593.

Leavy, B. (2012). Collaborative innovation as the new imperative—design thinking, value co-creation and the power of “pull”. *Strategy & Leadership*.

Lee, B., Collier, P., & Cullen, J. (2007). Reflections on the use of case studies in the accounting, management, and organizational disciplines. *Qualitative Research in Organizations and Management: an International Journal*, 2, 3, 169-178.

Lima, S. G. G., Brito, C. D., & Andrade, C. J. C. D. (2019). O processo de incorporação de tecnologias em saúde no Brasil em uma perspectiva internacional. *Ciência & Saúde Coletiva*, 24, 1709-1722

Linhares, D. D. E. C., Soares, I. N. (2014). Marca País: A Logo com um Recurso Mercadológico dos Países Latino Americanos. *Revista Percurso*, p1-22. 22p, 1–22.

Loenert I - 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 I - 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 I - 3dprinting. 2017b. Prosthetics and orthotics upper member produced by additive manufacturing. Disponível em <https://3dprinting.com.br/proteses-e-orteses-de-membro-superior-produzidas-por-manufatura-aditiva/> acesso em fevereiro de 2019.

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

Matic, A., Komazec, J. (2009). Amniotic band syndrome. *Acta Medica Medianae*, 48(2), 44-8.

McDonald, C. L., Westcott-McCoy, S., Weaver, M. R., Haagsma, J., & Kartin, D. (2020). Global prevalence of traumatic non-fatal limb amputation. *Prosthetics and orthotics international*, 0309364620972258.

MRC SI - Michigan Ross Center for Social Impact. Disponível em: <<http://socialimpact.umich.edu/about/what-is-social-impact/>>. Acesso em: 17 set. 2017.

Moody, L. (2015). User-centred health design: reflections on D4D's experiences and challenges. *Journal of medical engineering & technology*, 39(7), 395-403.

Morrison, R. J., Kashlan, K. N., Flanagan, C. L., Wright, J. K., Green, G. E., Hollister, S. J., & Weatherwax, K. J. (2015). Regulatory considerations in the design and manufacturing of implantable 3D-printed medical devices. *Clinical and translational science*, 8(5), 594-600.

Martins, M. D. R. (2015). Negócios sociais e antropologia: dois ensaios em economia do desenvolvimento. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul /

Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia / Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento.

Murillo Perez, L. M. (2020). Cuadro de mando integral para la gestión del impacto social en organizaciones de empleo inclusivo.

Oliveira, M. A., Bermudez, J. A. Z., & Souza, A. C. M. D. (1999). Talidomida no Brasil: vigilância com responsabilidade compartilhada? *Cadernos de Saúde Pública*, 15(1), 99-112.

Oliveira, W. E. S. D., Coelho, C. U. F. (2018). Transparência das Informações e seu Impacto no Valor Econômico: um Estudo em Organizações do Terceiro Setor. *Pensar Contábil*, 19(70).

Olivieri, L. A importância histórico-social das redes. *Revista do Terceiro Setor*. Jan. 2003. Disponível em: . Acesso em setembro, 2012

Orioli, I. M., Ribeiro, M. G., & Castilla, E. E. (2003). Clinical and epidemiological studies of amniotic deformity, adhesion, and mutilation (ADAM) sequence in a South American (ECLAMC) population. *American Journal of Medical Genetics Part A*, 118(2), 135-145.

Phills, J. A., Deiglmeier, K., & Miller, D. T. (2008). Rediscovering social innovation. *Stanford Social Innovation Review*, 6(4), 34-43.

Pinto, MM, Larissa HV, Liara PW, Lhais CG. 2019. "Como Escolher a Melhor Metodologia Para Avaliar o Impacto Social Da Sua Iniciativa?" *Revista Tecnologia e Sociedade* 15(35): 132–52.

PIPE Social. Disponível em:<<http://pipe.social/mapa2017>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

Prahalad, C. K., Hammond, A. (2002). Serving the world's poor, profitably. *Harvard business review*, 80(9), 48-59. Pipe social. Disponível em:<<http://pipe.social/mapa2017>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

Puhaindran, M. E., Chou, J., Forsberg, J. A., Athanasian, E. A. (2012). Major upper-limb amputations for malignant tumors. *The Journal of hand surgery*, 37(6), 1235-1241.

Ramos, A. K., Trinidad, N., Correa, A., & Rivera, R. (2016). Partnering for Health with Nebraska's Latina Immigrant Community Using Design Thinking Process. *Progress in community health partnerships: research, education, and action*, 10(2), 311-318.

RenderBlog – As quatro revoluções industriais. <https://blog.render.com.br/diversos/dia-internacional-da-educacao-e-quarta-revolucao-industrial/>

Ribeiro, I. P. L., de Souza Braga, F., & Maciel, H. L. (2020). O desenvolvimento da tecnologia social nas universidades como alternativa para mitigação dos impactos negativos provocados pela carência de políticas públicas. *Brazilian Journal of Business*, 2(2), 1035-1042.

- Roberts, J. P., Fisher, T. R., Trowbridge, M. J., & Bent, C. (2016, March). A design thinking framework for healthcare management and innovation. In *Healthcare* (Vol. 4, No. 1, pp. 11-14). Elsevier.
- Robohand. 2013. Makerbot and Robohand | 3D printing mechanical hands. Disponível em <https://youtu.be/wt3772yhr0o> acesso em fevereiro de 2019.
- Rodrigues, J. (2016). O movimento B Corp: significados, potencialidades e desafios (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group*, 9(1), 54-89.
- Sparviero, S. (2019). The case for a socially oriented business model canvas: The social enterprise model canvas. *Journal of Social Entrepreneurship*, 10(2), 232-251.
- 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
- Siggelkow, N. (2007). Persuasion with Case Studies. *Academy of Management Journal*, 50, 1, 20-24.
- Silva, M. C. A., Gasparin, J. L. (2006). A Segunda Revolução Industrial E Suas Influências Sobre a Educação Escolar Brasileira. *HISTEDBR, 2006, Campinas. VII Seminário Nacional de Estudos e Pesquisas. Campinas: UNICAMP - Faculdade de Educação, 2006., 2–20.*
- Silva, C. S. (2017). Mapeamento de negócios de impacto social e organizações congêneres no Brasil. Prêmio Instituto de Cidadania Empresarial.
- Sindicato dos metalúrgicos de Osasco e região. Estudo dos acidentes graves e fatais ocorridos nas empresas metalúrgicas de Osasco e região entre março de 2010 e junho de 2014. 2014.
- Sims, T., Maggie Donovan-Hall, Cheryl Metcalf. 2020. Children's and Adolescents' Views on Upper Limb Prostheses in Relation to Their Daily Occupations. *British Journal of Occupational Therapy* 83(4): 237–45.
- Soares M. M., Costa P. F. N. , Ângelo, J., Mendes, M. (2021, February). Expanded Boundaries: Art and Non-human Essence as Playful Inspirations for Children's Prosthetics. In Proceedings of the Fifteenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction (pp. 1-8).
- Sousa, D. C., Gonçalves, R. F., Almeida, M., & Sacomano, J. B. (2017). Parques Tecnológicos e Incubadoras: uma análise do processo de pré-incubação de empresas de base tecnológica. *Interciencia*, 42(5), 313-319.
- Stake, R. (2000). The case study method in social inquiry. In Norman K. Denzin & Yvona Lincoln S. *The American tradition in qualitative research*. Vol. II. Thousand Oaks, California: Sage Publications.

Thomke S. H, Feinberg B. Design thinking and innovation at apple. Harvard business school case 609-066. Cambridge: Harvard Business School; 2009. [Http://www.hbs.edu/faculty/pages/item.aspx?num=36789](http://www.hbs.edu/faculty/pages/item.aspx?num=36789). Revised may 2012. Accessed fevereiro 2019.

Toledo I, Kunkel, M.E.; Roland, I.S.J. Design thinking aplicado no desenvolvimento de uma orto-prótese de pé. In: Iraci de Souza João Roland. (Org.). Práticas de gestão da inovação. 1ed.Curitiba: Brazil Publishing, 2019, v. 1, p. 1-250.

Varela D. Reabilitação dos amputados. Disponível em: <http://drauziovarella.com.br/>. Acesso em: 12 fev. 2015.

Vieira, N. D. S., Parente, C., Barbosa, A. C. Q. (2017). Terceiro setor, economia social e economia solidária: laboratório por excelência de inovação social. Revista da Faculdade de Letras da Universidade do Porto 0(0): 99–120.

Volpato, N. (2017). Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D. Editora Blucher.

Westley, F., Antadze, N., Riddell, D. J., Robinson, K., & Geobey, S. (2014). Five configurations for scaling up social innovation: Case examples of nonprofit organizations from Canada. The Journal of Applied Behavioral Science, 50(3), 234-260.

Woods, L. S., Cummings, E., Duff, J., & Walker, K. (2017). Design thinking for mHealth application co-design to support heart failure self-management. Studies in health technology and informatics, 241, 97-102.

Xu, G., Gao, L., Tao, K., Wan, S., Lin, Y., Xiong, A., ... & Zeng, H. (2017). Three-dimensional-printed upper limb prosthesis for a child with traumatic amputation of right wrist: a case report. Medicine, 96(52).

Yin, R. K. Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. Tradução de Daniel Grassi. 2. ed. São Paulo: Editora Bookman, v. 2, 2003. 200 p.

Yunus, M., Moingeon, B., & Lehmann-Ortega, L. (2010). Building social business models: Lessons from the Grameen experience. Long range planning, 43(2-3), 308-325.

Zanni, P. P., Moraes, G. H. S. M., & Mariotto, F. L. (2011). Para que servem os Estudos de Caso Único. Associação Nacional de pós-graduação e pesquisa em administração, ANPAD, Rio de Janeiro.

Zanotelli, A. T. (2020). Contribuição ao Estudo da Impressão 3D no Brasil (2008-2018) (Dissertação de doutorado).

PUBLICAÇÃO: CAPÍTULOS DE LIVRO



CAPÍTULO 3

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. 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



Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa Ferrari
(Organizadora)

Processos de Intervenção em Fisioterapia e Terapia Ocupacional 2

Atena
Editora
Ano 2020

CAPÍTULO 21

PRODUÇÃO DE PRÓTESES MECÂNICAS 3D DE MEMBRO SUPERIOR PARA UM CASO DE AMPUTAÇÃO BILATERAL INFANTIL: DESAFIOS DA REABILITAÇÃO

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 01/10/2020

Tainara dos Santos Bina

Universidade Federal de São Paulo UNIFESP
Instituto de Ciência e Tecnologia, Mao3D
São José dos Campos – SP
<http://lattes.cnpq.br/6923143510881975>

Maria Elizete Kunkel

Universidade Federal de São Paulo UNIFESP
Instituto de Ciência e Tecnologia, Mao3D
São José dos Campos – SP
<http://lattes.cnpq.br/8083413188703004>

Rodrigo Costa Ribeiro

Universidade Federal de São Paulo UNIFESP
Instituto de Ciência e Tecnologia, Mao3D
São José dos Campos – SP
<http://lattes.cnpq.br/9197253683828234>

Thamires Verri Ribeiro

Universidade Federal de São Paulo UNIFESP
Instituto de Ciência e Tecnologia, Mao3D
São José dos Campos – SP
<http://lattes.cnpq.br/2612357650608913>

Hiran Dalvi Silveira

Universidade Federal de São Paulo UNIFESP
Instituto de Ciência e Tecnologia, Mao3D
São José dos Campos – SP
<http://lattes.cnpq.br/3842936050665793>

Laura Helena de Melo Passoni

Universidade Anhembi Morumbi UAM
São José dos Campos – SP
<http://lattes.cnpq.br/2750477661097380>

Israel Toledo Gonçalves

Universidade Federal de São Paulo UNIFESP
Instituto de Ciência e Tecnologia, Mao3D
São José dos Campos – SP
<http://lattes.cnpq.br/7680730157162298>

Sandra Maria Souza Rodrigues

Universidade Federal de São Paulo UNIFESP
Instituto de Ciência e Tecnologia, Mao3D
São José dos Campos – SP
<http://lattes.cnpq.br/8319930297021390>

RESUMO: A manufatura aditiva tem sido utilizada na produção de próteses e outros dispositivos de tecnologia assistiva. O Programa Mao3D reabilita crianças com próteses produzidas com essa tecnologia. Nesse estudo foram produzidas duas próteses de membro superior por impressão 3D para auxiliar na reabilitação de uma menina da Venezuela com amputação transradial bilateral. Esse caso foi desafiador pois os membros remanescentes da voluntária são muito curtos para uso de prótese mecânica. O modelo de prótese *Kwawu Arm v2.1* foi produzido por impressão 3D e acessórios assistivos foram confeccionados com placa termomoldável. As próteses ficaram leves, bem ajustadas e confortáveis ao uso, mas como esperado, a voluntária não conseguiu fazer o acionamento completo dos dedos para realizar atividades do cotidiano. Mesmo não sendo totalmente funcionais, as próteses possibilitaram melhoria da expressão corporal como dispositivos estéticos e apoiar objetos leves. Os acessórios auxiliaram na realização de atividades no cotidiano. No processo de reabilitação, a psicóloga e a

SOCIEDADE BRASILEIRA DE BIOMECÂNICA

DESDE 1992



A Sociedade Brasileira de Biomecânica confere a **Vitor Urel Carneiro, Clinton Auto Do E. Santo, Israel De Toledo, Patricia Bettiol Abe, Maria Elizete Kunkel** autores do trabalho "Telemedicine and additive manufacture for development of children's upper limb prostheses " menção honrosa por mérito científico na apresentação de trabalho no

XVIII Congresso Brasileiro de Biomecânica, de 1 a 4 de Maio, em Manaus, AM.



SBB
SOCIEDADE BRASILEIRA
DE BIOMECÂNICA

Dr. Felipe Pivetta Carpes
Presidente
Gestão 2017-2019
Manaus, 1 de maio de 2019