

Produção de recurso de Tecnologia Assistiva em laboratório público de fabricação digital

Production of Assistive Technology Resource in a Public Digital Fabrication Laboratory

Giulia Tiemi Matsumura¹ giulia.matsumura@estudante.ufscar.br

Andréa Regina Martins Fontes² afontes@ufscar.br

^{1, 2} Departamento de Engenharia de Produção de Sorocaba, Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba – UFSCar, Sorocaba, SP, Brasil.

Resumo: A tecnologia de impressão 3D tem se mostrado uma das mais promissoras na área de tecnologia assistiva. Contudo, ainda não é amplamente utilizada pela população em geral, devido à dificuldade no acesso a equipamentos e a falta de conhecimento técnico para manuseá-los. O presente estudo teve como objetivo investigar a utilização de impressoras 3D na área de tecnologia assistiva em uma rede pública de laboratórios de fabricação digital (*fab labs*) localizada na cidade de São Paulo. A pesquisa contou com a participação de um dos autores na coleta de dados a partir de experiências vivenciadas *in loco*, além de entrevistas com técnicos do laboratório para entender a percepção deles acerca do papel da rede na área de tecnologia assistiva. Os resultados obtidos indicam a viabilidade de produzir um produto funcional a baixo custo utilizando o suporte e os recursos da rede. A utilização de um modelo pronto disponibilizado em um site *open source* torna ainda mais acessível esse processo de produção. Além disso, os laboratórios da rede são amplamente acessíveis, estando distribuídos em locais de fácil acesso e contendo informações claras e objetivas sobre como utilizá-los em seu site oficial. Concluiu-se a relevância desses espaços como facilitadores na produção de dispositivos assistivos e promotora de inclusão.

Palavras-chave: Tecnologia assistiva; Impressão 3D; Fab lab; Espaço maker.

Abstract: 3D printing technology has been shown to be one of the most promising in the field of assistive technology. However, it is still not widely used by the general population due to difficulties in accessing equipment and a lack of technical knowledge to handle them. The present study aimed to investigate the use of 3D printers in assistive technology in a public network of digital fabrication laboratories (*fab labs*) located in the city of São Paulo. The research involved one of the authors in collecting data from on-site experiences, as well as interviews with laboratory technicians to understand their perception of the network's role in assistive technology. The results obtained indicate the viability of producing a functional product at low cost using the support and resources of the network. The use of a ready-made model available on an open source site makes this production process even more accessible. In addition, the network's laboratories are widely

accessible, distributed in easily accessible locations, and contain clear and objective information on how to use them on their official website. It was concluded that these spaces are relevant as facilitators in the production of assistive devices and promoters of inclusion.

Keywords: *Assistive technology; 3D printing; Fab lab; Maker space*

INTRODUÇÃO

A falta de conhecimento sobre a realidade das Pessoas com Deficiência (PcD) é uma questão presente na sociedade mundial, com mais de 1 bilhão de pessoas convivendo com algum tipo de deficiência segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2011). No Brasil, o último censo do IBGE (2010) revela que 45 milhões de pessoas, cerca de 24% da população nacional, possuem algum tipo de deficiência intelectual ou dificuldade relacionada à visão, audição e/ou mobilidade física. A maioria das PcDs no país enfrenta discriminação e exclusão em vários setores da sociedade, além de terem seus direitos e oportunidades negligenciados (SASSAKI, 2009; GERALDO, 2007).

A Tecnologia Assistiva (TA) é uma expressão que abrange todos os recursos e serviços destinados a melhorar as habilidades funcionais de pessoas com deficiência, visando promover uma vida independente e a inclusão social, como apontado por Bersch e Tonolli (2006). De acordo com Allegretti (2013), o avanço tecnológico tem impactado diretamente no desenvolvimento de produtos assistivos, demonstrando o crescente desenvolvimento de pesquisas e ações inovadoras. O surgimento de equipamentos mais tecnológicos pode beneficiar as pessoas com deficiência, auxiliando em atividades cotidianas de forma independente (ALLEGRETTI, 2013).

De acordo com uma pesquisa realizada por Silva et al. (2020), a manufatura aditiva, também conhecida como Impressão 3D, é uma área que se apresenta como um importante facilitador do desenvolvimento e aplicação da Tecnologia Assistiva. Isso se deve à flexibilidade e personalização dos processos, que possibilitam a criação de soluções rápidas e eficientes. Além disso, a impressão 3D, por promover a redução de custos de produtos personalizados, vem aprimorando o conceito de personalização em massa (SILVA; MAIA, 2014). Desta forma, é perceptível a relevância dessa tecnologia no mercado atual.

Waller et al. (2016) apontam que a customização de dispositivos de tecnologia assistiva com a impressão 3D torna o processo de adaptação individual, reduzindo o abandono de um determinado dispositivo por falta de adequação. Estima-se que 35% dos produtos assistivos

adquiridos não são utilizados pelo baixo grau de personalização e pela falta de atenção as características especiais de cada indivíduo, dificultando sua adaptação e, conseqüentemente, seu uso (PHILIPS; ZHAO, 1993).

A impressão 3D ajuda em projetos de acessibilidade, permitindo criar dispositivos personalizados, como próteses, cabos para bengalas e colheres, peças de aparelhos auditivos e recursos educacionais (HOFMANN; BUEHLER; HURST, 2014; HOFMANN et al., 2016; JÚNIOR et al., 2018; WALLER et al., 2016). Porém na prática, a utilização da impressão 3D para a fabricação de produtos ainda é vista com receio pela população em geral, devido à percepção de que se trata de uma tecnologia complexa e de difícil manuseio, além das limitações de acesso aos equipamentos.

Neste contexto, por meio de um estudo de caso, com a participação de um dos autores a partir de experiências vivenciadas *in loco*, busca-se investigar a utilização de impressoras 3D na área de tecnologia assistiva em uma rede pública de laboratórios de fabricação digital (*fab labs*) localizada na cidade de São Paulo. Esses laboratórios possibilitam que qualquer pessoa tenha acesso às impressoras 3D gratuitamente e sem a necessidade de conhecimentos técnicos especializados, demonstrando a relevância desses espaços como facilitadores na produção de dispositivos assistivos e promotores de inclusão.

1. Referencial Teórico

1.1. Pessoas com deficiência e a tecnologia assistiva

A população com deficiência enfrenta inúmeras barreiras sociais que impedem sua inclusão plena na sociedade. A falta de acesso a serviços básicos, aliada ao preconceito, acentua ainda mais as dificuldades enfrentadas por essas pessoas em função de sua condição (GALVÃO FILHO, 2009). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2011) a discriminação e exclusão social de pessoas com deficiência é uma questão preocupante em todo o mundo, gerando obstáculos no acesso a serviços básicos, como saúde, educação, emprego, transporte e informação. Como consequência, as pessoas com deficiência apresentam piores perspectivas de saúde, níveis de escolaridade mais baixos, participação econômica reduzida e taxas de pobreza elevadas, quando comparadas às pessoas sem deficiência (OMS, 2011).

Neste contexto, a inclusão torna-se crucial para combater a segregação social e democratizar o acesso a espaços e serviços. É importante que sejam implementadas medidas para promover a igualdade de oportunidades e o empoderamento das pessoas com deficiência (SASSAKI, 2009). A verdadeira inclusão social ocorre quando se tem acesso a todos os recursos e oportunidades disponíveis na sociedade, como aponta Galvão Filho (2009).

Além das dificuldades que as limitações físicas e intelectuais impõem, as pessoas com deficiência também sofrem com o preconceito e o tabu. Desenvolver recursos de Tecnologia Assistiva (TA) pode auxiliar no combate à discriminação e incentivar a participação ativa de pessoas com deficiência em diversos grupos de convivência social (GALVÃO FILHO; DAMASCENO, 2015; MAZZOTTA; D'ANTINO, 2011). Segundo os autores, a Tecnologia Assistiva oferece condições para que pessoas diferentes possam interagir, aprender e conviver com maior autonomia, permitindo uma vida mais digna e mais inclusiva.

Os equipamentos assistivos são projetados com o objetivo de melhorar o desempenho e possibilitar a integração plena de pessoas com deficiência em seu lar e na comunidade (SCHERER, 1996). Galvão Filho e Damasceno (2015) destacam a importância de desenvolver e tornar disponíveis recursos de acessibilidade na forma de tecnologia assistiva, pois isso representa uma estratégia efetiva para superar as barreiras impostas pelas limitações individuais e proporcionar a inclusão. Dispositivos assistivos podem ser utilizados para auxiliar na vida diária e prática do usuário atuando em categorias como comunicação, acessibilidade, adequação postural, órteses, mobilidade, ampliação visual e tátil e no esporte e lazer (BERSCH, 2017).

O aumento da disponibilidade e capacidade das tecnologias vem tornando a impressão 3D mais acessível e fácil de manusear. A impressão 3D vem se destacando dentro da área de Tecnologia Assistiva pela possibilidade de produzir produtos flexíveis, personalizados e de forma relativamente rápida (ALLEGRETI, 2013; SILVA et al., 2020).

1.2. Impressão 3D aplicada a área de tecnologia assistiva

A impressão 3D é uma tecnologia que permite a criação de objetos físicos a partir de um modelo virtual gerado em um aplicativo eletrônico, utilizando as dimensões de altura, largura e profundidade (MORANDINI; DEL VECHIO, 2020). Existem diversos tipos de impressão 3D, e de acordo com a norma ASTM F2792, a *American Society for Testing and Materials* (ASTM, 2012) catalogou as tecnologias de impressão em 7 grupos: jato de ligantes (*binder jetting*),

deposição direta de energia (*directed energy deposition*), extrusão de material (*material extrusion*), jato de material (*material jetting*), fusão em leito de pó (*powder bed fusion*), laminação de folhas (*sheet lamination*) e cuba de fotopolimerização (*vat photopolymerization*). Não existem debates sobre qual é a melhor tecnologia pois cada uma tem objetivos específicos, contudo, o processo de impressão 3D mais utilizado é um processo de extrusão de material, a deposição de filamento fundido (FDM, *Fused deposition Modeling*), devido ao baixo custo, simplicidade e velocidade de produção (TOFAIL et al., 2017; MAIA et al., 2015; WANG; BLACHE; XU, 2017).

Segundo os autores Maia et al. (2015), esse método de deposição automática camada-a-camada na impressão 3D apresenta diversas vantagens em relação a outras tecnologias de manufatura, como por exemplo a possibilidade de criar objetos com complexidade de forma, a construção de partes móveis monolíticas sem necessidade de recursos de montagem e a rapidez na produção de protótipos e peças de uso final.

A impressão tridimensional vem revolucionando o conceito de personalização em massa e se destacando como recurso tecnológico de transformação na área de Tecnologia Assistiva principalmente por promover a diminuição de custos de artigos personalizados, além de possuir uma atuação abrangente, sendo utilizada para criar objetos em diversas áreas, como educação, setor automobilístico e aeroespacial, saúde e pesquisa farmacêutica (GALLOWAY, 2013; FIREFLY, 2014; SILVA; MAIA, 2014; MAIA et al., 2015; MELLO, 2017; VENTOLA, 2014; NORMAN et al., 2018; MORI et al., 2018).

Waller et al. (2016) afirmam que a impressão 3D tem se destacado na produção de dispositivos assistivos, uma vez que a tecnologia permite a personalização de modelos 3D conforme as necessidades específicas do usuário, reduzindo o abandono desses dispositivos por falta de adaptação. O abandono de dispositivos pode ser atribuído a fatores como produtos de baixa qualidade, falta de suporte social, barreiras arquitetônicas e instrução inadequada para aquisição dos produtos (WESSELS et al., 2003).

Segundo Schull (2015) as impressoras 3D permitem um rápido desenvolvimento e prototipagem, permitindo que os pacientes testem diferentes dispositivos e troquem de dispositivos com facilidade conforme suas necessidades ao longo do tempo. O autor cita como exemplo as mãos protéticas pediátricas, que são inevitavelmente abandonadas porque as crianças crescem e precisam de novas próteses, como resultado, as crianças estão ativamente obtendo novas próteses personalizadas até que parem de crescer.

A impressão 3D tem uma variedade de aplicações, se tornando uma aliada nos projetos de acessibilidade. Com essa tecnologia é possível desenvolver diferentes dispositivos, tais como dispositivos personalizados como próteses para membros superiores e inferiores, cabos para preensão das mãos em bengalas e colheres, peças de aparelhos auditivos e recursos educacionais (HOFMANN; BUEHLER; HURST, 2014; HOFMANN et al., 2016; JÚNIOR et al., 2018; WALLER et al., 2016). Diante de tantos avanços tecnológicos, é notório a importância da impressão 3D para a área de tecnologia assistiva, tendo um grande potencial como promotora de inclusão, gerando mais acessibilidade para a criação e obtenção de dispositivos assistivos e incentivando a autonomia e independência de pessoas com deficiência.

2. Metodologia

Do ponto de vista da natureza, o presente trabalho pode ser considerado uma pesquisa aplicada que tem interesse na sua utilização e consequências práticas dos conhecimentos (GIL, 2002; GIL, 2008). A pesquisa pode ser definida como descritiva e exploratória, na qual, segundo Gil (1991), objetiva descrever características de um fenômeno afim de proporcionar uma visão ampla e geral dos fatos. Utilizou-se o estudo de caso, no qual um dos autores participa da coleta a partir de experiências vivenciadas *in loco* e relatadas a posteriori. No estudo de caso busca-se respostas para o “como?” e o “por quê?” das atividades realizadas (YIN, 2015).

A abordagem utilizada é qualitativa, buscando estudar fenômenos que envolvem seres humanos e suas relações sociais em ambientes diversos (GODOY,1995), sendo melhor compreendidos no contexto em que ocorrem e do qual fazem parte (GODOY,1995; FLICK, 2009). Nesta lógica, os resultados baseiam-se em dados resultantes do processo de impressão 3D de um produto assistivo selecionado em uma plataforma *open source* e construído em um laboratório de fabricação digital (*fab lab*) público do município de São Paulo, Brasil. São expostos e analisados as etapas e fatos ocorridos no processo de seleção e construção do produto assistivo, além disso foram aplicadas entrevistas com técnicos que trabalham nos laboratórios da rede.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi realizada uma revisão teórica baseada por buscas em sites governamentais, livros e artigos científicos nacionais e internacionais publicados em repositórios e portais científicos tais como *SciELO*, *Web of Science* e Google Acadêmico. As pesquisas envolveram os temas relacionados com tecnologia assistiva e impressora 3D, baseando-se nas seguintes palavras-chave: tecnologia assistiva, pessoas com deficiência, impressora 3D,

impressão 3D, manufatura aditiva, *assistive technology*, *people with disabilities*, *disabled people*, *3D printer*, *3D printing*, *additive manufacturing*.

A abordagem empírica foi executada em uma rede pública de laboratórios públicos de fabricação digital do município de São Paulo a partir de relatos de experiência (de um dos autores), além de entrevistas com 7 técnicos de 4 dos laboratórios da rede, conforme listado a seguir:

- i. **Participação em curso sobre impressão 3D:** será descrito e analisado a consulta online no site e o processo de participação em um curso de capacitação sobre impressão 3D em um dos laboratórios da rede;
- ii. **Realização de um projeto de tecnologia assistiva utilizando impressão 3D:** será descrito e analisado a definição do modelo a ser construído, criação do projeto e atendimento presencial para a produção do produto;
- iii. **Entrevistas com técnicos:** Elaboração do roteiro das entrevistas (APÊNDICE A) abrangendo os aspectos intrínsecos ao projeto e produção de produtos assistivos em impressoras 3D como: processo de produção, acessibilidade e custo; aplicação das entrevistas aos técnicos do laboratório que utilizam impressoras 3D para a produção de produtos assistivos (7 respondentes). Buscou-se entender, a partir da perspectiva do técnico, como o uso deste equipamento nos laboratórios públicos pode impactar na área de tecnologia assistiva.

2.1. Caracterização da rede de laboratórios municipais

Foi selecionado um laboratório público localizado na cidade de São Paulo como objeto de estudo. Este espaço é parte integrante da rede de laboratórios administrada pelo governo municipal, distribuída estrategicamente pela cidade conhecida como Fab Lab Livre SP. Os laboratórios são espaços colaborativos de manufatura digital que oferecem recursos e equipamentos avançados para a criação e produção de projetos. Estes espaços foram concebidos para estimular a criatividade, a inovação e a colaboração, e são administrados como projetos comunitários sem fins lucrativos.

Os laboratórios disponibilizam uma gama de recursos e equipamentos, incluindo impressoras 3D, cortadoras a laser e ferramentas de usinagem, além de oferecerem aos participantes cursos, oficinas e mentoria para aprimorar as habilidades dos usuários e transmitir técnicas de fabricação. O objetivo desses espaços é fornecer um ambiente de aprendizado e colaboração gratuitos para pessoas de todas as idades e formações, promovendo o

desenvolvimento de novos projetos e ideias, e também fomentando a economia local, ao possibilitar que os projetos sejam produzidos e comercializados na própria comunidade.

A rede estudada possui 13 unidades distribuídas por diferentes regiões da cidade de São Paulo com 2 unidades no centro (centro e Bela Vista), 2 na região norte (Vila dos Andrades e Jardim Jaragua), 4 na região leste (Penha de França, Jardim Célia, Jardim São Paulo e Itaquera), 1 na região oeste (Ferreira), e 4 na região sul (Liberdade, Ipiranga, Vila Rubi e Jardim São Joaquim). A importância da localização dos laboratórios é inegável, pois influencia diretamente na acessibilidade dos mesmos. Destacam-se que 9 das 13 unidades se encontram próximas a estações de metrô, trem e ônibus, enquanto as demais se situam perto apenas de pontos de ônibus.

A Rede de Laboratórios oferece duas vertentes principais de atividade: i) a execução de projetos; e, ii) a oferta de cursos. O programa de atividades contempla ambas as vertentes e inclui também um período de horário livre, no qual os usuários podem visitar a unidade e utilizar o equipamento sem a necessidade de agendamento prévio, limitado a uma duração máxima de uma hora por máquina. A rede está aberta para atendimento das 10 horas até às 19 horas, de segunda-feira a sábado. O agendamento para a execução de projetos com o uso dos equipamentos do laboratório é limitado a um máximo de 4 horas por dia por unidade, dessa forma, caso seja do interesse do usuário, é possível realizar o agendamento em duas unidades diferentes, resultando em um total de 8 horas de impressão por dia.

3. Resultados e discussões

Nesta seção, a análise da rede de laboratórios foi conduzida com base em três perspectivas: curso, projeto e entrevistas. Os resultados são apresentados em forma de relatos que permitem explicar o passo a passo de utilização da rede: acesso ao site, agendamento do curso, visita a unidade, participação no curso, seleção de um produto, agendamento da impressão, impressão 3D e percepção dos técnicos sobre o impacto do uso desses espaços.

3.1. Relato de Experiência: participação em curso de impressão 3D

A rede de laboratórios oferece informações completas sobre seus serviços na sua página oficial da internet. O site é responsável por unificar as informações relacionadas a todas as unidades da rede. Para obter informações sobre os cursos ofertados, é necessário acessar o site ou

visitar uma das unidades da rede para realizar a inscrição. Nesta pesquisa, escolheu-se o método de consulta online.

Este relato busca descrever a experiência de participação em cursos oferecidos pela rede de laboratórios para indivíduos que possuem pouco ou nenhum conhecimento técnico sobre o assunto. Para tal, foi acessado o site oficial da rede afim de visualizar os cursos oferecidos nas unidades (formato de lista ou calendário) e realizar o agendamento. Dentre as opções disponíveis, são oferecidos cursos que abrangem diversas áreas, tais como a introdução a softwares de scanner e modelagem 3D, ateliês de costura para a confecção de ecobags, pochetes e outros acessórios, prototipagem eletrônica e protoboard, além de oficinas de marcenaria e corte a laser, entre outras possibilidades. É importante ressaltar que a oferta de cursos pode variar de acordo com a disponibilidade de equipamentos e profissionais capacitados em cada unidade da rede.

A busca por um curso de capacitação sobre impressão 3D foi realizada através da utilização de palavras-chave no site. A página fornece informações sobre o tema e objetivo do curso, a área de atuação, o instrutor responsável, a data de realização e a unidade em que o curso será ministrado. A rede oferece uma ampla gama de cursos sobre temas diversos relacionados à inovação e tecnologia, disponíveis tanto pela manhã quanto à tarde, ampliando ainda mais as opções para o usuário. Além disso, cursos sobre o mesmo tema são oferecidos em diferentes unidades, aumentando a acessibilidade para o usuário.

No momento da consulta, foram encontrados 12 cursos em 8 unidades diferentes, e após análise, foi escolhido o curso “Modelagem e Impressão 3D com Blender” (*software* gratuito de modelagem, animação, renderização e edição de vídeo) com duração de 4 horas em uma unidade no centro de São Paulo. A reserva de vaga para o curso, realizada no dia 25 de janeiro de 2022, foi efetuada através do site oficial, e para isso foi necessário realizar um cadastro com as informações pessoais. A partir da criação do cadastro, a aprovação da reserva da vaga é imediata.

O site apresenta uma interface amigável e de fácil navegação, que organiza as informações de forma clara e categórica, utilizando destaques de cores, textos, blocos e botões de navegação para garantir uma experiência agradável e eficiente para o usuário. O processo de agendamento está devidamente explicado, tornando-se de fácil compreensão e acesso para o usuário. A comunicação é feita apenas por e-mail e o respectivo contato está na página.

Para avaliar a acessibilidade do site para pessoas com deficiência, utilizou-se o Avaliador e Simulador de Acessibilidade em Sítios (ASES), uma ferramenta criada pelo Governo Federal

brasileiro, através do Ministério da Economia. De acordo com o site oficial do ASES, o avaliador baseia-se nas diretrizes de acessibilidade estabelecidas pelas normas WCAG (*Web Content Accessibility Guidelines*) e utiliza diversos critérios para avaliar a acessibilidade de um site, como descrições alternativas para imagens, elementos de contraste, linguagem clara e simples, e legendas em vídeos. As páginas principais do site (página inicial, quem somos, como agendar um projeto, calendário de cursos, lista de cursos e onde estamos) foram avaliadas, e em média elas atenderam a cerca de 78,7% das diretrizes de acessibilidade estabelecidas pelas normas WCAG. No entanto, ainda há áreas do site que precisam ser melhoradas para garantir que pessoas com deficiência possam acessá-lo com facilidade.

3.1.1. Participação no curso

O curso foi ministrado no dia 4 de fevereiro de 2022 às 10 horas, a unidade apresenta uma localização privilegiada, situada a apenas 5 minutos a pé de uma estação de metrô. O curso não exigia a preparação prévia por parte dos participantes, já que, era necessário apenas um computador por participante e este era fornecido pelo laboratório. A sala de aula comportava até cinco alunos de forma confortável, durante o curso estavam inscritos apenas três.

O plano de ensino do curso foi estruturado em cinco partes, abrangendo: a) introdução destinada a aqueles sem conhecimento técnico sobre modelagem e impressão 3D; b) iniciação sobre o *software* de modelagem, incluindo a demonstração de suas funcionalidades; c) apresentação aprofundada sobre como desenhar modelos em 3 dimensões; d) preparação do arquivo para a impressão em três dimensões; e, e) impressão 3D de um modelo feito em aula para demonstração do funcionamento do equipamento.

A cada etapa do processo de criação, os alunos eram orientados a executá-la em seus próprios computadores, com o professor acompanhando e esclarecendo dúvidas quando necessário. Ao término do curso, era esperado que os participantes tivessem compreendido como criar modelos tridimensionais utilizando o *software* Blender, e que, caso houvesse interesse, fossem capazes de elaborar seus próprios modelos para impressão em 3D.

A experiência do curso foi positiva, uma vez que, apesar de não ter experiência anterior com o *software* Blender e modelagem 3D, foi possível desenhar o modelo tridimensional proposto em aula e realizar um teste de impressão. É importante ponderar que a experiência do participante foi influenciada por diversos fatores, tais como: a didática do professor, a facilidade do participante com o conteúdo, o número de alunos e a facilidade dos demais alunos com o conteúdo.

Durante o curso o professor respondeu a perguntas dos participantes em uma sessão de dúvidas, oferecendo ainda mais suporte aos alunos. O curso descrito é introdutório, caso o participante deseje adquirir mais conhecimento sobre o tema, pode se inscrever em outro curso do laboratório com nível mais avançado. Não há limite de cursos por usuário, porém, se o usuário se inscrever em cursos e não comparecer, sua conta poderá ficar bloqueada por 30 dias, impedindo outras inscrições nesse período.

3.2. Relato de Experiência: Realização de um projeto de tecnologia assistiva

O presente relato busca descrever o processo de produção de um produto assistivo em um laboratório público. Para tanto, será realizada uma análise que consiste na execução de um projeto de produção de um modelo que pode ser aplicado a área de tecnologia assistiva utilizando impressão 3D, os resultados serão descritos e analisados.

3.2.1. Definição do modelo

Para a execução do projeto foi estabelecido que o modelo a ser produzido seria uma prótese de mão por ser um produto assistivo com um nível de complexidade mais expressivo. Para isso, duas abordagens foram consideradas para obter o modelo desejado: a criação de um modelo personalizado por meio de *software* de modelagem 3D e a utilização de modelos já existentes disponíveis de forma gratuita na internet.

A criação de um modelo original proporciona grande flexibilidade no que diz respeito à personalização, já que permite ao usuário desenhar o produto de acordo com as necessidades específicas do destinatário. Para tal, é preciso ter facilidade em fazer projeto e em utilizar um *software* de modelagem tridimensional, pois um produto assistivo deve ter funcionalidade. Para esta pesquisa, considerou-se o uso desses laboratórios por pessoas que não possuem tais domínios, sendo escolhido o uso de modelos já existentes e disponíveis gratuitamente na internet. Mesmo fazendo os cursos disponíveis pela rede, o usuário ainda terá dificuldades para desenvolver um projeto personalizado, somente com o tempo, o mesmo poderá desenvolver autonomia para criar e modelar suas próprias soluções.

A utilização de modelos prontos para impressão permite que pessoas sem conhecimento técnico em modelagem tridimensional possam aproveitar as vantagens da tecnologia de impressão 3D. Neste caso, o processo de produção do produto assistivo não envolve a criação de um desenho

original, mas sim a busca por um modelo já existente que atenda às necessidades do usuário, seguido pela impressão do objeto.

Existe uma ampla variedade de modelos tridimensionais, tanto gratuitos quanto pagos, disponíveis na internet, prontos para serem impressos. A procura por esses modelos pode ser efetuada em sites específicos, que disponibilizam arquivos no formato compatível com impressão 3D, como o formato STL (acrônimo para *Stereolithography*, em português estereolitografia), para *download*. O Quadro 1 apresenta informações sobre a quantidade de modelos do produto assistivo do projeto (prótese de mão) encontrados em quatro sites pesquisados. Foram utilizados como termos de pesquisa os seguintes: prótese, mão, *prosthetic*, *hand* e *protesis*. É importante enfatizar que a utilização de terminologia em língua inglesa pode propiciar maior amplitude de resultados, uma vez que os sites de pesquisa são internacionais.

Quadro 1: Repositórios de arquivos para impressão 3D

Sites	Link de acesso	Tipo	Arquivos gratuitos (prótese de mão)
Thingiverse	https://www.thingiverse.com/	Gratuito	526
My Mini Factory	https://www.myminifactory.com/	Gratuito, pago	28
Pinshape	https://pinshape.com/	Gratuito, pago	23
Youmagine	https://www.youmagine.com/	Gratuito	40

Fonte: Elaboração própria

O modelo de prótese de mão selecionado foi obtido no site *Thingiverse*, baseando-se em sua funcionalidade e *design* (ver Figura 1). A prótese é para crianças com deficiência na mão direita e utiliza a articulação do pulso como mecanismo para realizar o movimento de abertura e fechamento da mão. O modelo apresenta características vantajosas como dedos com furos para a inserção de lápis e canetas, dispensando o uso de cordas ou elásticos para funcionar, além de dispor de um manual de instruções que orienta o processo de montagem da peça. Outra vantagem do modelo é a possibilidade de impressão de cada peça individualmente, o que torna mais fácil sua manutenção e impressão. Ademais às partes fabricadas através da impressão 3D, faz-se necessária a utilização de duas tiras ajustáveis de velcro para fixação da prótese no antebraço do usuário, que foram adquiridas a parte.

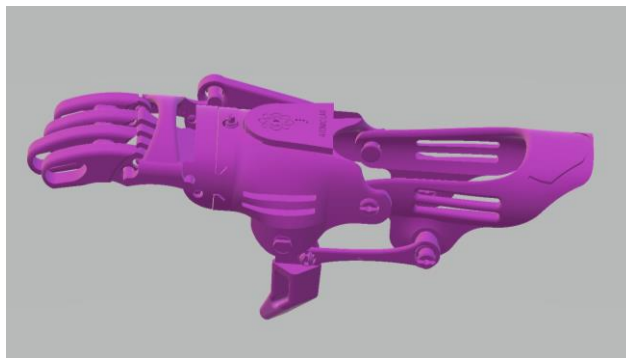


Figura 1: Modelo 3D da prótese parcial de mão

Fonte: *Thingiverse*. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:2199054>. Acesso em: 13 jan. 2023.

3.2.2. Criação do projeto

Com o modelo previamente definido, o próximo passo consistiu em acessar a página da rede de laboratórios e proceder o cadastro, no qual foram requisitados dados pessoais de identificação, como: nome, data de nascimento, CPF, endereço de e-mail para contato, bem como informações relevantes acerca do projeto, tais como descrição do produto, área de atuação, objetivo, unidade em que se deseja utilizar os equipamentos e imagem de referência. O site oferece informações claras e precisas sobre o procedimento de cadastro, conferindo destaque a essa funcionalidade para tornar a navegação intuitiva e simplificada. Ademais, as informações exigidas são objetivas e diretas, simplificando a tarefa de preenchimento do formulário.

Após o cadastro, é necessário aguardar a aprovação do projeto para que se possa realizar o agendamento presencial. Embora o site não forneça um prazo específico para a aprovação, na vivência desta pesquisa, obteve-se uma resposta rápida, com a aprovação concedida em apenas um dia. Com isso, foi viabilizado o contato por meio de correio eletrônico com a unidade desejada, objetivando o agendamento da primeira visita para a execução do projeto.

O site da rede oferece as informações de contato de todas as unidades em uma única página, destacada no menu principal, facilitando assim a localização das informações desejadas. A fim de avaliar a velocidade e qualidade de resposta dos laboratórios, além do laboratório escolhido para execução do projeto, foram selecionados, aleatoriamente, mais dois laboratórios para serem contatados com questionamentos relativos ao processo de impressão 3D presencial.

A experiência vivenciada revelou-se satisfatória, uma vez que os três laboratórios responderam prontamente ao e-mail enviado, no mesmo dia, fornecendo todas as informações

solicitadas. No que se refere à unidade selecionada para a execução do projeto, alguns outros e-mails foram trocados a fim de agendar a visita no momento mais apropriado.

3.2.3. Atendimento presencial

Para a conclusão da impressão total da prótese foram realizadas 4 visitas presenciais ao laboratório, sendo a primeira delas agendada por meio de comunicação eletrônica, e as demais agendadas *in loco*, na unidade selecionada. O processo de execução do projeto demandou aproximadamente 20 horas, incluindo o tempo de preparação dos arquivos e da máquina, a impressão tridimensional propriamente dita, e o acabamento das peças. Para preparar os arquivos, utilizou-se o programa Cura 3D, que fatiou o modelo digital do objeto em um arquivo de formato GCODE, ou seja, dividindo o modelo em diversas camadas, permitindo à impressora 3D definir as coordenadas necessárias para a impressão.

No decorrer das visitas, dois técnicos ofereceram o suporte necessário para a realização da impressão, estando disponíveis para auxiliar no processo e esclarecer possíveis dúvidas. O apoio oferecido pelos profissionais mostrou-se indispensável para a execução eficiente e sem falhas do projeto. Foi possível observar que a impressão tridimensional nesse laboratório pode ser viabilizada mesmo por indivíduos sem conhecimentos no assunto, desde que haja a presença e o acompanhamento dos técnicos do laboratório.

Para a impressão da prótese, utilizou-se a impressora Sethi 3D (Figura 2), composta por 4 partes principais: um suporte fixo para as bobinas com o filamento, um módulo LCD para controlar as ações da impressora, uma mesa de alumínio aquecida coberta por uma tampa de vidro e um extrusor com bico de aço inoxidável que o filamento plástico. A mesa movimenta-se somente no eixo Y (para frente e para trás), enquanto o bico se movimenta nos eixos X (para um lado e para o outro) e Z (para cima e para baixo). Dessa forma, a impressão é feita camada por camada em todas as direções, formando o objeto tridimensional.

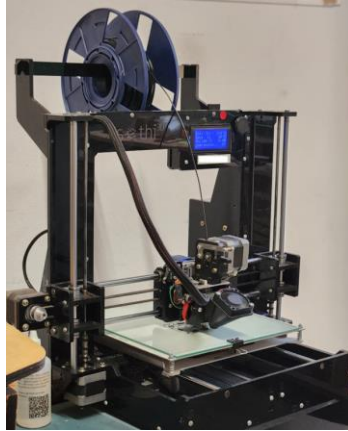


Figura 2: Impressora 3D utilizada para a execução do projeto.

Fonte: Elaboração própria

O laboratório recomenda que o usuário forneça seu próprio material para a execução do projeto que, no caso da impressão 3D, são os filamentos plásticos. No entanto, os materiais disponíveis nas unidades podem ser utilizados gratuitamente. Dessa forma, o usuário pode buscar uma unidade que possua os recursos necessários para o seu projeto e realizá-lo sem precisar adquirir o material. Na unidade selecionada, havia uma variedade de filamentos plásticos para impressão 3D disponíveis, e para a produção da prótese, foram escolhidos dois filamentos de PLA, um roxo e outro preto. Além do filamento plástico, foi necessário usar um adesivo líquido aplicado na tampa de vidro que cobre a mesa de alumínio aquecida antes do início da impressão para fixar a base da peça no lugar durante o processo.

Após a definição do modelo e a obtenção de todos os materiais necessários, procedeu-se a impressão e, para tal, a mesa foi configurada para aquecer a uma temperatura de 60°C, enquanto o extrusor foi aquecido a 210°C. Com a assistência dos técnicos, os arquivos foram preparados para impressão, sendo uma peça impressa de cada vez, a fim de evitar erros e controlar o tempo das sessões. Vale ressaltar que o processo de impressão é demorado e o tempo necessário varia de acordo com as características da peça, como: tamanho, qualidade e rigidez, o que influencia diretamente na quantidade de material utilizado.

Durante o processo de impressão, adotou-se uma estratégia para otimizar o tempo, realizando o acabamento das peças prontas, que envolve a limpeza do material residual com o uso de alicates e lixas, e a preparação dos arquivos para as próximas impressões, enquanto uma peça estava em impressão. Adicionalmente, foram explorados os recursos disponibilizados pelo laboratório, como cursos e oficinas, durante o tempo de espera. É relevante destacar que os técnicos responsáveis

demonstraram flexibilidade quanto ao tempo de uso do equipamento para a impressão, além de terem se prontificado a ajustar o agendamento para atender às minhas necessidades.

A conclusão da produção da prótese se deu após a finalização da impressão de todas as peças necessárias e a realização de ajustes e o acabamento devido. Utilizando o manual provido pelo autor dos arquivos, a montagem da prótese foi executada em um tempo menor do que 20 minutos, de forma simples e sem necessidade de ferramentas externas. A viabilização do uso da prótese exigiu a obtenção de duas faixas de velcro ajustáveis, adquiridas online por R\$5,00 cada. Com isso, o valor total gasto na produção da prótese foi de R\$10,00 (sem a compra do filamento – fornecido pelo laboratório). Foi realizado um levantamento do preço de uma bobina de filamento PLA em diversos *marketplaces* na internet (Amazon, Mercado Livre, Ali Express e Voolt3D) tendo-se encontrado uma média de R\$60,00 por quilo. Nesse sentido, caso haja a necessidade de aquisição do filamento para confecção da prótese, o custo final seria de R\$28,00, considerando-se apenas o custo do material da prótese. Importa salientar que o valor do filamento pode variar conforme o fabricante, a qualidade do material e a quantidade disponível na bobina.



Figura 3: Foto da prótese parcial de mão isolada (esquerda) e em uso (direita)
Fonte: Elaboração própria

3.3. Resultado das entrevistas com os técnicos dos laboratórios

A amostra é composta de 7 participantes que foram entrevistados presencialmente. As entrevistas com os técnicos dos laboratórios foram realizadas em 4 unidades distintas, localizadas nas regiões central e sul da cidade de São Paulo. Conforme apresentado no item de Metodologia, as entrevistas com os técnicos fundamentaram-se no trabalho de Schull (2015), o roteiro com as questões pode ser encontrado no APÊNDICE A. A percepção dos entrevistados foi dividida em quatro áreas distintas: serviços oferecidos; processo de produção; *feedback* dos usuários; e desafios.

Na caracterização dos entrevistados foram coletadas informações sobre sua atuação na instituição, incluindo o tempo de trabalho na empresa e as principais atividades desempenhadas no laboratório. Os dados pessoais dos entrevistados estão resumidos no Quadro 2.

Quadro 2: Informações pessoais dos entrevistados

Entrevistados	Sexo	Idade	Tempo de Empresa
E1	H	26 - 30	Entre 1 e 2 anos
E2	H	26 - 30	Entre 2 e 3 anos
E3	M	26 - 30	Menos de 1 ano
E4	H	31 - 35	Entre 1 e 2 anos
E5	M	26 - 30	Entre 1 e 2 anos
E6	H	31 - 35	Mais de 3 anos
E7	H	26 - 30	Menos de 1 ano

Fonte: Elaboração própria

A predominância masculina foi observada entre os entrevistados, sendo que apenas duas mulheres participaram do estudo, em um total de 7 entrevistados. Observou-se que a faixa etária mais presente nas respostas foi de 26 a 30 anos, com cinco entrevistados, seguida por dois entrevistados na faixa etária de 31 a 35 anos. Além disso, o tempo de atuação na empresa também foi avaliado, com três entrevistados trabalhando no laboratório entre 1 e 2 anos, dois com menos de um ano de experiência, um com experiência de 2 a 3 anos e um com mais de 3 anos de trabalho na instituição. Tais informações fornecem uma visão abrangente sobre o perfil dos entrevistados e contribuem para a compreensão de sua experiência e trajetória profissional na instituição.

Como técnicos de laboratório, a maioria dos entrevistados (cinco de sete) relatou que suas principais atividades consistem em ministrar cursos e auxiliar os usuários durante visitas presenciais previamente agendadas. Por outro lado, os outros dois entrevistados destacaram que suas funções estão mais relacionadas à gestão administrativa, incluindo a organização da agenda de cursos, visitas e manutenção, bem como a elaboração de relatórios para a gerência e prefeitura. No entanto, eles também auxiliam os usuários na execução dos projetos.

3.3.1. Serviços oferecidos

Conforme mencionado anteriormente, a instituição oferece serviços em duas vertentes: cursos e a execução de projetos, ambos realizados de forma presencial.

Em relação aos cursos oferecidos, 71% dos entrevistados afirmaram que os cursos mais demandados são aqueles que abordam atividades mais manuais por serem temas mais simples e de conhecimento geral, como oficinas de costura, grafite e marcenaria. Os outros 29% afirmaram que as oficinas que ensinam sobre *softwares* específicos para operar máquinas mais sofisticadas são bastante populares, pois tratam de temas inovadores, como os cursos sobre softwares de impressão 3D e corte a *laser*.

No que diz respeito aos projetos, 57% dos entrevistados afirmaram que recebem mais projetos que envolvem o uso da máquina de corte a laser para a confecção de placas artísticas em MDF, 29% disseram que o desenvolvimento de peças utilizando a impressão 3D é o mais comum e 14% afirmaram que os projetos de marcenaria são os mais frequentes.

Todos os entrevistados afirmaram que o processo de atendimento é igual para todos os usuários. Os cursos são abertos a todas as pessoas com idade acima de 10 anos, e para participar, basta acompanhar a programação e se inscrever, o que pode ser feito através do site da rede ou in loco, na própria unidade. Para quem deseja executar um projeto, basta cadastrá-lo no site oficial e, após sua aprovação, pode-se agendar uma visita presencial, na qual os técnicos estarão presentes para fornecer todo o suporte necessário.

De acordo com os entrevistados, qualquer pessoa, com ou sem conhecimento técnico, pode utilizar os serviços oferecidos, já que a rede oferece diversos cursos e oficinas introdutórios, além do suporte mencionado anteriormente. 57% dos entrevistados fizeram um comentário adicional, afirmando que a maior parte dos usuários atendidos é composta por leigos nos temas escolhidos, que buscam os laboratórios para aprender e se desenvolver nessas áreas.

3.3.2. Produção de produtos assistivos

Sobre a projetos de tecnologia assistiva, apenas 29% dos entrevistados relataram ter tido uma única experiência prévia com projetos de tecnologia assistiva utilizando impressão 3D nos laboratórios. Já os outros 71% tiveram a primeira experiência com o projeto desenvolvido na presente pesquisa. Os técnicos envolvidos no estudo afirmam que a principal razão para esse número relativamente baixo de projetos é a falta de informação, pois muitas pessoas não sabem que a impressão 3D é uma tecnologia acessível e que os laboratórios públicos oferecem a oportunidade de utilizá-la gratuitamente. Os entrevistados reconhecem que a complexidade do projeto pode ser influenciada por diversos fatores, tais como o design e o tamanho da peça. No

entanto, concordam que com informações adequadas é possível adquirir as habilidades necessárias para a realização de projetos de tecnologia assistiva utilizando a impressão 3D, especialmente se se utilizarem modelos pré-existentes disponíveis na internet.

Os entrevistados relatam que o processo de produção de um produto assistivo no laboratório é semelhante ao de qualquer outro produto. Caso o usuário queira criar seu próprio modelo, é recomendado que o usuário participe dos cursos oferecidos pela rede para aprender a utilizar softwares de modelagem 3D e praticar. O usuário pode agendar o uso dos computadores da instituição para essa finalidade, dispensando a necessidade de ter um computador em casa. Todos os técnicos concordam que buscar modelos prontos na internet é mais comum e fácil, devido à ampla variedade de sites que oferecem esses recursos gratuitamente. Depois de ter o modelo pronto, os técnicos auxiliam na preparação do arquivo e na configuração da máquina para a impressão. Os técnicos enfatizam que nenhuma etapa do projeto é de responsabilidade do laboratório e que sua participação no projeto é inteiramente dependente das necessidades e solicitações do usuário.

As respostas obtidas dos entrevistados foram unânimes em destacar a importância de se ter uma rede pública de laboratórios que ofereçam acesso à tecnologia 3D para a produção de produtos assistivos. Os entrevistados ressaltam que a relevância dessa iniciativa não se restringe somente à disponibilidade do maquinário, mas também ao suporte necessário para o manuseio dessas ferramentas. Dessa maneira, qualquer indivíduo, com ou sem deficiência, independentemente de sua formação, poderia se beneficiar desses espaços e criar produtos assistivos com baixo custo ou até mesmo sem qualquer custo adicional, utilizando os materiais disponíveis nas unidades. Além disso, 57% dos entrevistados fizeram um comentário adicional afirmando que a impressão 3D tem um papel fundamental na criação de produtos assistivos, já que viabilizam a construção de produtos de maneira muito mais simples e mais barata.

3.3.3. Feedback dos usuários

Sobre a avaliação dos usuários dos laboratórios recebidas pelos técnicos, todos os entrevistados relataram ter recebido um retorno muito positivo do público em relação à instituição. Os comentários mais frequentes sobre os cursos incluem a variedade de opções oferecidas, a qualidade das aulas e o fato de que os alunos podem levar para casa os objetos produzidos durante

o curso. Quanto aos projetos, os entrevistados mencionaram o suporte técnico fornecido pelos funcionários e a facilidade na execução dos projetos como os aspectos mais elogiados.

Por outro lado, 57% dos entrevistados mencionaram que um dos comentários mais frequentes é a respeito do espaço reduzido do laboratório, o que apresenta um desafio para a realização das atividades. Além disso, a presença de máquinas quebradas que ocupam espaço torna a situação ainda mais difícil. Os usuários apontam que o laboratório não comporta mais de uma pessoa por equipamento, podendo gerar uma fila de espera para sua utilização, especialmente para equipamentos que requerem um tempo prolongado de uso como a impressora 3D.

Em relação ao feedback dos usuários sobre os produtos assistivos produzidos, apenas 29% dos entrevistados puderam fornecer informações, pois foram os únicos que tiveram experiência com projetos ligados à área de TA. De acordo com eles, o feedback foi recebido apenas durante a produção, sem contato direto com o usuário final. Os entrevistados relataram que a facilidade em preparar o modelo e operar a impressora 3D foi o aspecto mais positivo mencionado pelos usuários, enquanto o tempo de impressão foi criticado negativamente, pois o usuário não esperava que fosse um processo tão demorado. É relevante salientar que o projeto em questão não incluiu o design do produto, uma vez que se baseou em um modelo pré-existente encontrado na internet.

3.3.4. Desafios

De acordo com as respostas dos entrevistados, os principais obstáculos enfrentados pela rede estão relacionados à divulgação e ao investimento. A manutenção dos equipamentos, em virtude de um investimento limitado, foi identificada como a principal dificuldade por 86% dos entrevistados. Segundo eles, o processo para reparar um equipamento quebrado é bastante burocrático e demorado, com algumas máquinas permanecendo inoperantes por mais de 10 meses sem perspectiva de conserto, o que dificulta a utilização do espaço.

Ademais, todos os entrevistados apontaram a falta de divulgação como um grande desafio. Vários cursos são realizados com menos de 20% da capacidade de alunos, e alguns são até mesmo cancelados por falta de inscrições. Além disso, 57% dos técnicos afirmam que a maioria dos usuários que utilizam o laboratório tomou conhecimento da sua existência apenas passando em frente à instituição e questionando sobre seus serviços, ou seja, sem ter havido uma divulgação efetiva.

De acordo com os técnicos, apesar dos obstáculos mencionados, a instituição possui um grande potencial, que é reforçado pelo retorno positivo recebido dos usuários. Para eles, é fundamental ter um espaço público que tornam novas tecnologias, como a impressora 3D, mais acessíveis.

4. Discussão

As entrevistas realizadas sugerem que a impressão 3D desempenha um papel fundamental na criação de produtos assistivos, permitindo a construção de produtos de maneira mais simples e econômica, como afirmado por Waller et al. (2016). Além disso, o projeto realizado demonstra acessibilidade a modelos tridimensionais que podem ser aplicados na área de TA disponíveis na internet, prontos para serem impressos. Com o apoio do laboratório, os modelos podem ser facilmente produzidos, fornecendo uma produção iterativa de próteses de baixo custo e fabricação rápida, permitindo que os pacientes testem diferentes dispositivos e troquem de próteses conforme suas necessidades ao longo do tempo, como no cenário levantado por Schull (2015).

Durante as visitas realizadas para a execução do projeto e durante a participação no curso de impressão 3D, os técnicos foram essenciais para o sucesso das atividades, fornecendo suporte, esclarecendo dúvidas e orientando sobre as melhores práticas. A rede de laboratórios oferece diversos cursos e oficinas para capacitação em novas tecnologias, além do suporte mencionado anteriormente, tornando os serviços acessíveis a qualquer pessoa, independentemente do nível de conhecimento. É importante destacar que muitos dos usuários atendidos pelos laboratórios são leigos nos temas escolhidos e buscam o espaço para aprender e se desenvolver nessas áreas.

O baixo número de projetos de tecnologia assistiva realizados nos laboratórios, conforme relatado pelos entrevistados, é atribuído principalmente à falta de informação, uma vez que muitas pessoas desconhecem a acessibilidade da tecnologia de impressão 3D e a oportunidade oferecida pelos laboratórios públicos para utilizá-la gratuitamente. Fica evidente a importância de democratizar o acesso a espaços e serviços para promover a igualdade de oportunidades, como destacado por Sasaki (2009).

Os *fab labs* possuem grande potencial para promover a inclusão social e democratizar o acesso às tecnologias, ao fornecer recursos e equipamentos gratuitos para a criação e produção de projetos por pessoas de todas as formações e habilidades, esses espaços estimulam a criatividade e a inovação, além de fomentarem a verdadeira inclusão social, que, de acordo com Galvão Filho

(2009), ocorre quando há acesso a todos os recursos e oportunidades disponíveis na sociedade. Essa iniciativa é crucial para tornar recursos de acessibilidade disponíveis e representa uma estratégia efetiva para superar as barreiras impostas pelas limitações individuais e proporcionar a inclusão das pessoas com deficiência em ambientes favoráveis ao aprendizado, conforme destacado por Filho e Damasceno (2015).

Com o intuito de promover o acesso à informação para o público em geral, de forma a conscientizá-lo sobre a possibilidade de utilizar a rede de laboratórios gratuitamente para a produção de produtos assistivos, foi elaborado um quadro resumo que apresenta um guia prático para a utilização da rede de laboratórios na produção de produtos de tecnologia assistiva, descrevendo passo a passo o processo e identificando as facilidades e dificuldades encontradas em cada etapa (ver Figura 4).

Como utilizar a rede de laboratórios públicos para produzir um produto assistivo utilizando a impressão 3D

1

Defina o modelo

Escolha qual produto será fabricado e salve os arquivos para impressão 3D.

Criar o modelo do zero

- 👍 É possível ter uma maior personalização do produto.
- 👎 É necessário ter conhecimento técnico para realizar o desenho do produto.

Onde: Software de modelagem 3D

Utilizar um modelo pronto

- 👍 Não é necessário ter conhecimento técnico e há uma variedade de modelos disponíveis
- 👎 Pode haver dificuldade em encontrar um modelo que atenda os objetivos específicos.

Onde: Repositórios online de arquivos de impressão 3D

2

Acesse o site da rede

Para iniciar o projeto, é necessário cadastrá-lo no site oficial da rede e aguardar a aprovação.

Criar uma conta

Primeiramente, é necessário criar uma conta no site com os dados pessoais do usuário. Isso pode ser feito de forma rápida, pois o site possui uma interface intuitiva e de fácil navegação.

Onde: Site da rede

Cadastrar projeto

O próximo passo é cadastrar o projeto no site, descrevendo o produto, objetivo, unidade escolhida e os equipamentos que serão utilizados. Após o cadastro, deve-se aguardar a aprovação.

Onde: Site da rede

3

Agende sua visita

Com o projeto aprovado, agora é necessário agendar a visita presencial na unidade desejada.

Agendamento via e-mail

O site disponibiliza os e-mails de todas as unidades. Para agendar a visita, basta contatar a unidade escolhida, que responderá de forma rápida e eficiente.

Onde: Site da rede / e-mail da unidade

Agendamento presencial

Também é possível realizar o agendamento presencialmente na própria unidade. Basta solicitar a um técnico do laboratório que verificará as datas e horários disponíveis.

Onde: Unidade escolhida

4

Fabricação do produto

Agora é só finalizar o produto assistivo, imprimindo as peças e realizando o acabamento.

Impressão das peças

Os técnicos oferecem suporte em todas as etapas de impressão, desde o preparo dos arquivos até a separação do material e o preparo da máquina.

Onde: Unidade escolhida

Acabamentos do produto

O acabamento é a etapa final, onde é removido todo o excesso de material e feito os ajustes para que as peças tenham o melhor encaixe com o auxílio de lixas e alicates.

Onde: Unidade escolhida

Figura 4: Guia de utilização da rede de laboratórios públicos utilizando a impressão 3D.

Fonte: Elaboração própria

5. Considerações finais

O desenvolvimento de tecnologias assistivas tem sido cada vez mais relevante para a inclusão social de pessoas com deficiência. A impressão 3D tem se destacado como uma das tecnologias mais promissoras, permitindo a criação de objetos personalizados e adaptados às necessidades específicas de cada indivíduo, criando soluções que podem melhorar significativamente a qualidade de vida dessas pessoas. No entanto, nem todas as pessoas têm acesso a equipamentos de impressão 3D e ao conhecimento técnico necessário para manuseá-los, o que limita o uso dessa tecnologia. É nesse contexto que a importância do Fab Lab Livre SP, que permite o acesso gratuito a esses equipamentos, se torna evidente.

A pesquisa, com base em relatos de experiência e percepções dos técnicos, demonstra como a execução de um projeto pessoal gratuito na rede de laboratórios pode abrir portas para a área de tecnologia assistiva. É evidente que indivíduos comuns, independentemente do seu conhecimento técnico, podem se beneficiar do suporte dos colaboradores da rede para utilizar a impressão 3D na criação de produtos que podem ser aplicados a área de TA. Nesse sentido, a rede se torna uma facilitadora na produção de aparatos assistivos, que aproxima o usuário de uma tecnologia que pode promover a inclusão.

Ao adentrar na realidade dos técnicos, percebe-se que o maior obstáculo que eles enfrentam reside na falta de informação sobre a rede de laboratórios públicos. Embora a impressão 3D possa parecer uma tecnologia complexa e restrita, o laboratório tem como finalidade democratizar o acesso a essa tecnologia e simplificar sua utilização para diversas áreas. A rede incentiva um ambiente de inovação e colaboração, e a utilização de seus recursos para esse propósito está em consonância com seus valores e objetivos.

A rede não apenas possibilita o acesso igualitário a essa tecnologia, mas também é importante para a democratização da informação. Tal democratização é considerada uma ferramenta essencial para promover a igualdade social, uma vez que possibilita que pessoas, independentemente de sua origem social, econômica e cultural, tenham acesso a esta tecnologia e possam aprender e capacitarem-se para empregá-la em suas vidas e trabalhos. Por meio da disponibilização de cursos gratuitos de impressão 3D, há a difusão de conhecimentos e habilidades que antes eram restritos a poucas pessoas. Dessa forma, são geradas oportunidades para que todos possam desfrutar dos mesmos benefícios do conhecimento e alcançar autonomia para produzir seus próprios produtos assistivos com custos reduzidos. A disponibilização gratuita de arquivos de

produtos assistivos 3D na internet em sites *open source* amplia ainda mais o acesso desses produtos, demonstrando sua importância para fomentar a inclusão social e a igualdade de oportunidades.

No presente estudo, é importante ressaltar que há limitações que devem ser levadas em consideração. Uma das principais limitações é o fato de que não foi coletada a percepção de outros usuários além dos participantes da unidade em que o estudo foi realizado. Isso pode ter influenciado na generalização dos resultados, uma vez que as experiências vivenciadas pelos usuários podem variar significativamente entre diferentes unidades da rede. Além disso, o anonimato fornecido para a participação no curso e execução do projeto foi um fator essencial para garantir que as etapas do processo não fossem influenciadas pelo fato de envolver uma pesquisadora. O objetivo era reproduzir a experiência de uma pessoa comum e, por essa razão, foi importante evitar que a participação dos usuários fosse influenciada pela presença da pesquisadora.

Considerando as limitações mencionadas, sugere-se que futuros estudos envolvam mais unidades da rede para entender se as experiências são semelhantes e para aumentar a amostra de entrevistados, englobando técnicos do laboratório e usuários, a fim de coletar diferentes percepções sobre o uso da rede. Isso permitirá uma compreensão mais abrangente e representativa da experiência dos usuários em relação à rede e pode ser útil na identificação de possíveis melhorias e otimizações no seu uso.

REFERÊNCIAS

3D SYSTEMS. NOSSA HISTÓRIA., s.d. Disponível em: < <https://br.3dsystems.com/our-story> >.

Acesso em: 25 mar 2023

ALLEGRETTI, A. L. UM PANORAMA SOBRE A TECNOLOGIA ASSISTIVA. Cad. Ter. Ocup. UFSCar, São Carlos, v. 21, n. 1, p. 1-2, 2013.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). ASTM F2792-12a. Standard terminology for additive manufacturing technologies. ASTM International. Pensilvânia, 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. ASES - Avaliador e Simulador de Acessibilidade em Sítios. Disponível em: < <https://asesweb.governoeletronico.gov.br/> >. Acesso em: 27/03/2023.

BERSCH, R. INTRODUÇÃO À TECNOLOGIA ASSISTIVA. 2017

BERSCH, R.; TONOLLI, J. C. INTRODUÇÃO AO CONCEITO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA E MODELOS DE ABORDAGEM DA DEFICIÊNCIA. Porto Alegre: CEDI – Centro Especializado em Desenvolvimento Infantil, 2006.

FABLAB LIVRE SP. Fablab Livre SP, s.d. Disponível em: <<https://www.fablablivresp.prefeitura.sp.gov.br>>. Acesso em: 17 nov. 2022.

FIREFLY. 8 Ways the 3D printing revolution will help children with disabilities. Special Needs Blog, [S.l.], 05 fev. 2014. Disponível em: <https://www.fireflyfriends.com/blog/8-ways-the-3d-printing-revolution-will-help-children-with-disabilities>. Acesso em: 25 mar. 2023.

FLICK, U. DESENHO DA PESQUISA QUALITATIVA. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GALLOWAY, R. 3D PRINTING AND THE FUTURE OF PROSTHETICS, Forbes, 24/07/2013. Disponível em: <<http://www.forbes.com/sites/toyota/2013/07/24/3d-printing-and-the-future-of-prosthetics/>>. Acesso em: 25 mar 2023.

GALVÃO FILHO, T. A. A TECNOLOGIA ASSISTIVA: DE QUE SE TRATA? In: MACHADO, G. J. C.; SOBRAL, M. N. (Orgs.). Conexões: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade. 1 ed. Porto Alegre: Redes Editora, p. 207-235, 2009.

GALVÃO FILHO, T. A. A TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA UMA ESCOLA INCLUSIVA: Apropriação, demandas e perspectivas. Bahia, 2009

GALVÃO FILHO, T. A.; DAMASCENO, L. L. A TECNOLOGIA ASSISTIVA EM AMBIENTE COMPUTACIONAL E TELEMÁTICO PARA A AUTONOMIA DE ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA. Tecnologias no contexto escolar. Paraná, 2015.

GERALDO A. *et al.* PAIS, FILHOS E DEFICIÊNCIA: ESTUDOS SOBRE AS RELAÇÕES FAMILIARES. *Psicol. cienc. prof.*, Brasília, v. 27, n. 2, p. 236-245, 2007.

GIL, A. C. COMO ELABORAR PROJETOS DE PESQUISA. São Paulo: Atlas, 1991.

GIL, A. C. MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA SOCIAL. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, A. C. COMO ELABORAR PROJETOS DE PESQUISA. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GODOY, A. PESQUISA QUALITATIVA: TIPOS FUNDAMENTAIS. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, ano 3, v. 35, p. 20-29, Mai./Jun. 1995.

HOFMANN, M.; BUEHLER, E.; HURST, A. COMING TO GRIPS: 3D PRINTING FOR ACCESSIBILITY. In: *Assets 2014: Proceedings of the 16th international ACM SIGACCESS conference on Computers & accessibility*, p. 291–292, 2014.

HOFMANN, M. *et al.* CLINICAL AND MAKER PERSPECTIVES ON THE DESIGN OF ASSISTIVE TECHNOLOGY WITH RAPID PROTOTYPING TECHNOLOGIES. In: *Assets 2016: Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. Nova Iorque p. 251–256., 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

JÚNIOR, J. L. R. *et al.* IMPRESSORA 3D NO DESENVOLVIMENTO DE PESQUISAS COM PRÓTESES. *Revista Interinstitucional Brasileira de Terapia Ocupacional*, v. 2, n. 2, p. 398–413, 2018.

LEE, J. Y.; AN, J.; CHUA, C. K. FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS OF 3D PRINTING FOR NOVEL MATERIALS. *Applied materials today*, V 7, p. 120-133, 2017.

LONJON, C. THE HISTORY OF 3D PRINTER: FROM RAPID PROTOTYPING TO ADDITIVE FABRICATION. *Sculpteo*, 2017. Disponível em: <<https://www.sculpteo.com/blog/2017/03/01/whos-behind-the-three-main-3d-printing-technologies/>> Acesso em: 25 mar 2023.

MAIA, I. A. *et al.* DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS DE TECNOLOGIA ASSISTIVA UTILIZANDO IMPRESSÃO 3D. *Reflexões Sobre Tecnologia Assistiva*. In: *I Simpósio Internacional de Tecnologia Assistiva*. Centro Nacional de Referência em Tecnologia Assistiva-CTI Renato Archer. Campinas, SP, 2014.

MAZZOTTA, M. J. S.; D'ANTINO, M. E. F. INCLUSÃO SOCIAL DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIAS E NECESSIDADES ESPECIAIS: CULTURA, EDUCAÇÃO E LAZER. *Saúde soc*, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 377-389, 2011.

MELLO, Silvia T. INFLUÊNCIA DO TIPO E DA TÉCNICA DE APLICAÇÃO DE AGENTE INFILTRANTES NA RESISTÊNCIA MECÂNICA DE COMPONENTES PRODUZIDOS POR MANUFATURA ADITIVA (3DP). Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2017.

MORANDINI, M. M., DEL VECHIO, G. H. IMPRESSÃO 3D, TIPOS E POSSIBILIDADES: UMA REVISÃO DE SUAS CARACTERÍSTICAS, PROCESSOS, USOS E TENDÊNCIAS. *INTERFACE TECNOLÓGICA* - v. 17 n. 2, 2020.

MORI, A. D. et al. 3D PRINTING AND ELECTROSPINNING OF COMPOSITE HYDROGELS FOR CARTILAGE AND BONE TISSUE ENGINEERING. *Polymers*, V. 10, N. 285, p. 1-26, 2018.

NORMAN, J. et al. A NEW CHAPTER IN PHARMACEUTICAL MANUFACTURING: 3DPRINTED DRUG PRODUCTS. *Advance Drug Delivery Review*, V. 108, p. 39-50, 2018.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Relatório Mundial sobre a Deficiência (World Report on Disability). The World Bank. Tradução: Secretaria dos Direitos da Pessoa com Deficiência do Governo do Estado de São Paulo, 2011.

PHILIPS, B., ZHAO, H. PREDICTORS OF ASSISTIVE TECHNOLOGY ABANDONMENT. In *Assistive Technology*. Taylor & Francis, 1993.

SASSAKI, R. K. INCLUSÃO: ACESSIBILIDADE NO LAZER, TRABALHO E EDUCAÇÃO. *Revista Nacional de Reabilitação (Reação)*, p. 10-16, São Paulo, mar./abr. 2009.

SCHERER, M. OUTCOMES OF ASSISTIVE TECHNOLOGY USE ON QUALITY OF LIFE. IN *DISABILITY & REHABILITATION*. Informal Healthcare, 1996.

SCHULL, J. ENABLING THE FUTURE: CROWDSOURCED 3D-PRINTED PROSTHETICS AS A MODEL FOR OPEN SOURCE ASSISTIVE TECHNOLOGY INNOVATION AND MUTUAL AID. In *Proceedings of the 17th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility*, 2015.

SILVA, E. F.; SILVA, L. M.; DEON, V. G.; TOSO, M. A. IMPRESSÃO 3D APLICADA À TECNOLOGIA ASSISTIVA. *Revista Destaques Acadêmicos*, Lajeado, v. 12, n. 4, 2020.

SILVA, J. V. L.; MAIA, I.A. DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS DE TECNOLOGIA ASSISTIVA UTILIZANDO IMPRESSÃO 3D. *Reflexões sobre tecnologia assistiva*. In: I

SIMPÓSITO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA ASSISTIVA DO CNRTA, Campinas, p. 33-40, 2014.

TOFAIL, S. A. M. et al. ADDITIVE MANUFACTURING: SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL CHALLENGES, MARKET UPTAKE AND OPPORTUNITIES. *Materials today*, V. 1, p. 1-16, 2017.

VENTOLA, C. L. MEDICAL APPLICATION FOR 3D PRINTING: CURRENT AND PROJECTED USES. *Medical Devices*, V. 39, N.10, p. 1-8, 2014.

WALLER, S. M. et al. UNCOVERING CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR 3DPRINTING ASSISTIVE TECHNOLOGY WITH PHYSICAL THERAPISTS. *ASSETS*, Nova Iorque, p. 23-26, 2016.

WANG, Y. BLACHE, R. XU, X. SELECTION OF ADDITIVE MANUFACTURING PROCESSES. *Rapid Prototyping Journal*, V. 23, N. 2, p. 434-447, 2017.

WESSELS, R. et al. NON-USE OF PROVIDED ASSISTIVE TECHNOLOGY DEVICES: A LITERATURE OVERVIEW. *Technology and Disability*, 2003.

YIN R. K. ESTUDO DE CASO. PLANEJAMENTO E MÉTODOS., Porto Alegre: Bookman, 2015.

APÊNDICE A: Roteiro de entrevistas

Tópicos	Objetivo	Perguntas
Introdução: Explicar o propósito da pesquisa e como ela impactará o futuro desenvolvimento de produtos assistivos.		
Experiência profissional	Obter informações sobre a experiência de trabalho dos entrevistados na instituição.	Há quanto tempo você trabalha na instituição?
		Como técnico do laboratório, quais suas principais atividades?
		Qual sua experiência trabalhando na instituição?
Serviços oferecidos	Entender quais os principais serviços oferecidos e como um usuário pode utilizá-lo.	Como é o processo de atendimento para as pessoas que procuram os serviços da instituição?
		Quais os principais serviços solicitados?
		Qual é o nível de instrução que um usuário precisa ter para usufruir desses serviços?
Produção de produtos assistivos	Investigar o processo de produção de produtos assistivos na instituição.	Qual a sua experiência com projetos de tecnologia assistiva feitos no laboratório?
		O laboratório é responsável por quais etapas do projeto?
		Qual é a sua visão sobre o papel da rede de laboratórios públicos no acesso a esse tipo de tecnologia para a produção desses produtos?
Feedback dos Usuários	Avaliar o retorno que os funcionários recebem dos usuários sobre a instituição e sobre os produtos assistivos produzidos.	Vocês recebem algum tipo de feedback dos usuários sobre os produtos assistivos produzidos?
		Quais são os aspectos positivos e negativos mais comumente apontados pelos usuários em relação à instituição?
Desafios	Identificar os obstáculos enfrentados pela instituição	Quais são os desafios enfrentados pela instituição?
Conclusão: finalizar a entrevista agradecendo aos técnicos pela colaboração e explicar como os resultados da pesquisa serão aplicados.		

Fonte: Elaboração própria