

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC  
CENTRO DE ARTES, DESIGN E MODA - CEART PROGRAMA  
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN**

**CECÍLIA ADRIELE SIMÕES NOCA DA SILVA**

**SISTEMATIZAÇÃO DAS OFERTAS DE UM FAB LAB DE TECNOLOGIA ASSISTIVA  
POR MEIO DE MÉTODOS E FERRAMENTAS DE DESIGN DE SERVIÇOS: APLICAÇÃO  
À IMPRESSÃO 3D**

**FLORIANÓPOLIS**

**2024**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC  
CENTRO DE ARTES, DESIGN E MODA - CEART PROGRAMA  
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN**

**CECÍLIA ADRIELE SIMÕES NOCA DA SILVA**

**SISTEMATIZAÇÃO DAS OFERTAS DE UM FAB LAB DE TECNOLOGIA ASSISTIVA  
POR MEIO DE MÉTODOS E FERRAMENTAS DE DESIGN DE SERVIÇOS: APLICAÇÃO  
À IMPRESSÃO 3D**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Design. Área de Concentração: Fatores Humanos no Design. Linha de Pesquisa: Interfaces e Interações Físicas.  
Orientador: Marcelo Gitirana Gomes Ferreira

**FLORIANÓPOLIS**

**2024**

**CECÍLIA ADRIELE SIMÕES NOCA DA SILVA**

**SISTEMATIZAÇÃO DAS OFERTAS DE UM FAB LAB DE TECNOLOGIA ASSISTIVA  
POR MEIO DE MÉTODOS E FERRAMENTAS DE DESIGN DE SERVIÇOS: APLICAÇÃO  
À IMPRESSÃO 3D**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Design. Área de Concentração: Fatores Humanos no Design. Linha de Pesquisa: Interfaces e Interações Físicas.  
Orientador: Marcelo Gitirana Gomes Ferreira

**BANCA EXAMINADORA**

**MEMBROS**

Prof. Dr. Marcelo Gitirana Gomes Ferreira – Orientador UDESC

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Susana Cristina Domenech - Presidente da Banca Examinadora  
UDESC

Prof. Dr. Tiago Catecati - Membro Interno  
UDESC

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Giselle Schmidt Alves Díaz Merino - Membro Suplente  
UDESC

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Angelica de Souza Galdino Acioly - Membro Externo  
UFPB

**FLORIANÓPOLIS**

**2024**

## AGRADECIMENTOS

Para a construção e a tão esperada conclusão deste trabalho, agradeço primeiramente à Deus, por ter sido meu sustento e fortaleza, tantas vezes que não sou capaz de contar.

Agradeço à minha família, que mesmo longe sempre me apoiou e torceu pelo meu sucesso. Aos meus pais, que desde a infância me incentivaram a zelar pelos meus estudos e sempre entregar o meu melhor em tudo que eu me prestasse a fazer. Obrigada por tudo que fizeram por mim durante a caminhada do mestrado, o apoio de vocês foi imprescindível e restaurador nos momentos mais difíceis. Aos meus irmãos, obrigada pelos momentos de descontração e todas as vezes que me fizeram rir quando o que eu mais queria era chorar. Aos meus avós, tios, primos e demais familiares, muito obrigado pelo carinho e orações, vocês também fazem parte desta conquista.

Aos meus amigos, Clarice Fontoura e Maria Clara que me acolheram em sua casa no início do mestrado sem mesmo me conhecer pessoalmente e acabaram virando minhas irmãs de alma. Aos amigos que fiz no decorrer dos dois anos que morei em Florianópolis, Saula, Amanda, Viviane, Priscila e aos meus líderes queridos Lucas e Larissa: agradeço por todas as conversas, conselhos, exortações, suporte e socorro todas as vezes que precisei. Sem vocês eu não teria conseguido ir tão longe. Aos amigos da Paraíba, que mesmo distantes, sempre torceram por mim e deram suporte independente da circunstância, a amizade de vocês é valiosa demais. À Marina Lima, dedico o meu agradecimento mais sincero, por ter pego na minha mão e não ter me deixado desistir quando eu já não tinha mais ânimo para prosseguir, sua amizade é um presente divino que tenho a sorte de cultivá-la há 12 anos.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento durante todo o período regular do curso dando o suporte financeiro que possibilitou maior dedicação à pesquisa e ao Laboratório de Interfaces e Interações em Tecnologia Assistiva (Li2TA) do Centro de Artes da UDESC, que me permitiu fazer uso dos recursos humanos e físicos (equipamentos, computadores e itens de mobiliário) durante o período que estive em Santa Catarina. Aos professores que de alguma forma agregaram nesse período através das disciplinas, projetos e orientações: muito obrigada pelo conhecimento compartilhado. Em especial, agradeço a Giselle Merino, Marcelo Gitirana e Susana Domenech. Aos membros da banca, obrigada por aceitarem o convite e agregarem com o desenvolvimento do trabalho. Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para meu desenvolvimento durante o mestrado.

“Eu olhei a tristeza nos olhos e sorri, mesmo quebrantado pela vida que escolhi. [...] Das migalhas que desperdiçamos, faremos jantar [...] Eu voltaria atrás pra tentar me avisar que o caminho será escuro, mas que Cristo é a luz do mundo.”

(Os Arrais - 17 de Janeiro)

## RESUMO

A integração de tecnologias assistivas com métodos de design de serviços em ambientes como Fab Labs tem potencial para transformar a criação e entrega de soluções personalizadas e inclusivas. Por meio da fabricação digital, especialmente com impressão 3D, esses espaços promovem o design participativo, fortalecendo a colaboração entre usuários e profissionais no desenvolvimento de tecnologias que atendam às necessidades específicas de pessoas com deficiência. Esta pesquisa objetiva propor uma sistematização das ofertas de um fab lab de tecnologia assistiva por meio de métodos e ferramentas de design de serviços: aplicação à impressão 3D. Acredita-se que a fabricação digital potencialize o design participativo, ou seja, facilite a participação da criança (também sua família, cuidadores, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais, entre outros) no desenvolvimento da TA, que por sua vez, seja capaz de gerar uma relação afetiva entre o indivíduo e a TA (apego), levando assim a uma menor probabilidade de abandono. A pesquisa se estrutura como uma **Design Science Research** (DSR), que busca, de forma aninhada, a resolução de um problema prático, pelo desenvolvimento de artefatos, e prover respostas a questões que contribuam para o crescimento de conhecimento científico. Como resultado da pesquisa, espera-se, além da sistematização dos serviços: (1) o fortalecimento da pesquisa e do ensino nas áreas da Tecnologia Assistiva, do Design Participativo; (2) Contribuir para a inclusão e a autonomia de pessoas com deficiência por meio da oferta de TA em um Fab Lab (3) Reforçar o potencial dos Fab Labs como espaços de cocriação inclusiva e sustentável, fomentando o desenvolvimento de soluções que atendem de maneira mais eficaz e personalizada as necessidades dos usuários.

Palavras-chave: Fabricação Digital; Impressão 3D; Tecnologia Assistiva; Design Participativo; Fab Lab.

## ABSTRACT

The integration of assistive technologies with service design methods in environments such as Fab Labs has the potential to transform the creation and delivery of personalized and inclusive solutions. Through digital fabrication, especially 3D printing, these spaces foster participatory design, enhancing collaboration between users and professionals in the development of technologies that meet the specific needs of people with disabilities. This research aims to propose a systematization of the offers of an assistive technology fab lab through service design methods and tools: application to 3D printing. It is believed that digital fabrication enhances participatory design, that is, it facilitates the participation of the child (also their family, caregivers, physiotherapists, occupational therapists, among others) in the development of AT, which in turn, is capable of generating a affective relationship between the individual and the AT (attachment), thus leading to a lower probability of abandonment. The research is structured as **Design Science Research** (DSR), which seeks, in a nested way, to solve a practical problem, through the development of artifacts, and provide answers to questions that contribute to the growth of scientific knowledge. The aim is to systematize the development and delivery of AT services in a FabLab (Digital Fabrication Laboratory), in such a way as to promote user participation (family members, caregivers and professionals who assist them). As a result of the research, in addition to the systematization of services, it is expected: (1) the strengthening of research and teaching in the areas of Assistive Technology and Participatory Design; (2) Contribute to the inclusion and autonomy of people with disabilities by offering AT in a Fab Lab (3) Strengthen the potential of Fab Labs as spaces for inclusive and sustainable co-creation, encouraging the development of solutions that serve in a sustainable way more effective and personalized to users' needs.

**Keywords:** Digital Manufacturing; 3D printing; Assistive Technology; Participatory Design; Fablab.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

Figura 1. Natureza do ato de Prestação de Serviços.....	19
Figura 2. Expertises presentes no Design de Serviço .....	25
Figura 3. Modelo de Ações do Design de Serviço. ....	27
Figura 4. A evolução dos Princípios do Design de Serviço .....	28
Figura 5. Exemplo de Mapa de Stakeholders. ....	31
Figura 6. Terminologia no campo da Fabricação Digital.....	33
Figura 7. Conjunto de máquinas e equipamentos sugeridos pelo CBA-MIT. ....	35
Figura 8. Diretrizes do Fab Lab seguindo a Fab Charter. ....	37
Figura 9. Abordagem clássica do design em contraposição com a abordagem participativa. ....	51
Figura 10. Níveis de participação do usuário. ....	52
Figura 11. Sistemática de Serviços no FabLab. ....	59
Figura 12. Design de Serviços e Design Participativo no FabLab. ....	60
Figura 13. Atores e integrantes do Fab Lab. ....	61
Figura 14. Tecnologias do Fab Lab. ....	63

## QUADROS

Quadro 1. Objetivos Estratégicos da Produção .....	11
Quadro 2 Comparação entre serviço e produto. ....	23
Quadro 3. Características das categorias de Fab Lab. ....	41
Quadro 4. Modelos sugeridos pelo CBA-MIT .....	43
Quadro 5. Classificação de Produtos de Apoio de TA. ....	46
Quadro 6. Estrutura e Subdivisões do Modelo HEART para Formação em TA. ....	47
Quadro 7. Categorias de TA. ....	48

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

<b>CAA</b>	Comunicação Aumentativa e Alternativa
<b>CBA</b>	<i>Center for Bits an Atoms</i>
<b>CAD</b>	<i>Computer-Aided Design</i>
<b>CNC</b>	Controle Numérico Computacional
<b>DP</b>	Design Participativo
<b>DS</b>	Design de Serviço
<b>DSR</b>	<b><i>Design Science Research</i></b>
<b>EUSTAT</b>	<i>Empowering Users Through Assistive Technology</i>
<b>FAB LAB</b>	<i>Fabrication Laboratories</i>
<b>FDM</b>	<i>Fused Deposition Modeling</i>
<b>HEART</b>	<i>Horizontal European Activities in Rehabilitation Technology</i>
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IoT</b>	Internet das Coisas
<b>ISO</b>	<i>International Organization for Standardization</i>
<b>MIT</b>	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
<b>MPT</b>	<i>Matching Persons and Technology</i>
<b>PNAD Contínua</b>	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua
<b>SLS</b>	<i>Selective Laser Sintering</i>
<b>TA</b>	Tecnologia Assistiva
<b>TIDE</b>	<i>Technology Initiative for Disabled and Elderly People</i>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1. PROBLEMATIZAÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>1.3. OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
<b>1.3.1. OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>16</b>
<b>1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>16</b>
<b>1.4. JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>16</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1. SERVIÇO</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1.1. DEFINIÇÃO, CARACTERÍSTICAS E DIFERENCIAÇÃO SERVIÇO-PRODUTO</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1.2. DESIGN DE SERVIÇOS</b> .....	<b>23</b>
<b>2.2 FABRICAÇÃO DIGITAL</b> .....	<b>32</b>
<b>2.3. FAB LAB</b> .....	<b>34</b>
<b>2.3.1 CARACTERÍSTICAS, SERVIÇOS E ATORES</b> .....	<b>36</b>
<b>2.5 TECNOLOGIA ASSISTIVA</b> .....	<b>44</b>
<b>2.5.1 DEFINIÇÕES E CARACTERÍSTICAS</b> .....	<b>44</b>
<b>2.4.3 DESIGN PARTICIPATIVO</b> .....	<b>50</b>
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>54</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>55</b>
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>64</b>
 <b>REFERÊNCIAS</b> .....	 <b>67</b>

## 1. INTRODUÇÃO

No contexto da Indústria 4.0, Fab Labs são espaços de fabricação digital dotados de um conjunto de modernos equipamentos controlados por computador - impressoras 3D, *routers*, máquinas de corte a laser, entre outros - e capazes de fabricar de forma rápida e flexível objetos tridimensionais, eletrônicos e softwares. Em Fab Labs, profissionais, estudantes e membros da comunidade compartilham conhecimentos e colaboram para a concretização de suas ideias e projetos (Moraes *et al.*, 2018). De acordo com FIEP (2024), Fab Labs são espaços que estimulam a inovação e o *Open Design* por meio da prototipagem em um ambiente colaborativo.

Visto como um sistema de produção e considerando os cinco objetivos de desempenho, tais como definidos por Slack *et al.* (2002) e ilustrados no Quadro 1, os Fab Labs se destacam com relação à sua flexibilidade. Flexibilidade aqui entendida como a sua capacidade de se reestruturar para rapidamente ser capaz de mudar o faz: o produto produzido; a quantidade de produto produzido; e também a data para entrega do produto. Deve-se observar que a flexibilidade dos Fab Labs em muito advém da flexibilidade intrínseca dos equipamentos (controlados por computador e programáveis) de que costumam ser compostos.

Quadro 1. Objetivos Estratégicos da Produção

<b>Objetivos Estratégicos</b>	<b>Implicações</b>
Qualidade	Fazer certo
Flexibilidade	Mudar o que faz
Confiabilidade	Fazer pontualmente
Velocidade	Fazer rápido
Custo	Fazer mais barato

Fonte: Adaptado de Slack (2002).

Além de fabricar produtos diversos, os Fab Labs desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de tecnologia assistiva (TA). Entende-se um dispositivo de TA como qualquer produto, sistema, equipamento ou componente, seja de fabricação em massa ou feito sob medida, projetado para manter, aumentar ou melhorar as habilidades funcionais de indivíduos com deficiência. Esses dispositivos variam amplamente em complexidade, desde soluções simples, como utensílios domésticos adaptados, até sistemas sofisticados, como equipamentos computadorizados. Exemplos incluem colheres adaptadas, próteses, bengalas, aparelhos auditivos, softwares, entre outros. Em suma,

trata-se de qualquer produto que permita a uma pessoa com limitações físicas realizar atividades ou desempenhar funções que seriam difíceis ou impossíveis de outra forma (Bastos *et al.*, 2023).

No desenvolvimento de produtos de tecnologia assistiva, é essencial projetar com foco no usuário, buscando atender com precisão às suas necessidades específicas. Dessa forma, a participação ativa do usuário em todas as etapas do processo de design torna-se fundamental para alcançar soluções mais eficazes e adequadas (Marques *et al.*, 2021). O intuito principal de uma TA é auxiliar uma pessoa com deficiência, possibilitando a execução de tarefas do seu dia-a-dia e promovendo a sua autonomia e independência.

Ambientes de fabricação digital têm um papel promissor na produção de dispositivos de TA, pois disponibilizam uma ampla gama de equipamentos, desde ferramentas convencionais até tecnologias avançadas, como impressoras 3D e cortadoras a laser. Esses espaços colaborativos reúnem os recursos e métodos necessários, tanto materiais quanto humanos e informacionais, para viabilizar a criação de dispositivos de TA de maneira acessível e eficiente (Soares; Campos, 2021).

A expansão das tecnologias de fabricação digital tem favorecido a criação de espaços produtivos que se destacam pela acessibilidade, flexibilidade e baixo custo, tanto para aquisição quanto para operação e manutenção. Os Fab Labs, por exemplo, têm sido instalados em locais diversos, como centros comunitários, escolas, universidades, espaços privados e até garagens, atraindo usuários de diferentes idades e níveis de experiência. O propósito desses espaços é multifacetado, variando conforme os objetivos específicos dos grupos que os organizam e adaptando-se continuamente às demandas dos usuários (Costa; Pelegrini, 2017).

Conforme Andrich (2002), diversas organizações de pessoas com deficiência defendem a importância de uma abordagem centrada no usuário, na qual este tenha autonomia para tomar decisões sobre questões que afetam sua própria vida. Embora o papel dos profissionais da área continue sendo valorizado, eles passam a ser vistos não como uma etapa obrigatória, mas como um recurso acessível na sociedade, disponível para que o usuário escolha utilizá-lo, ou não, em seu processo de reabilitação, inclusão social e participação plena.

Nesse contexto, além da flexibilidade e inovação proporcionadas pelos Fab Labs, O Design de Serviço (DS) surge como uma abordagem para aprimorar a experiência dos usuários no desenvolvimento de dispositivos de TA. De acordo com Barbalho e Engler (2020), o DS é uma área técnica de natureza interdisciplinar que integra métodos e ferramentas de várias áreas de conhecimento. Sua função é fomentar a inovação, seja na

criação de novos serviços ou na melhoria de serviços existentes, com o objetivo de torná-los mais úteis, práticos e atraentes para os usuários, além de aumentar sua eficiência e eficácia para a organização que os oferecem.

O DS contribui para fortalecer as relações entre organizações e clientes, pois suas estratégias e conceitos são centrados nas necessidades dos usuários. Essa abordagem visa melhorar o desempenho dos serviços tanto para as empresas quanto para os clientes, ao promover uma conexão entre os interesses de ambos. Dessa forma, o DS atua como um intermediário que constrói uma ponte sólida entre os objetivos organizacionais e as expectativas dos consumidores, em um contexto globalizado (Moritz, 2005; Ramos *et al.*, 2016).

No campo da TA, os serviços desempenham um papel essencial na identificação das necessidades e habilidades dos usuários, ajudando a selecionar e desenvolver os recursos mais adequados para cada situação. Esses serviços também abrangem a orientação, a concessão e a implementação da TA no cotidiano dos usuários, promovendo uma adaptação eficiente e personalizada (Bersch, 2009), gerando um impacto positivo tanto para os usuários quanto para os prestadores de serviço.

Esta pesquisa parte do pressuposto de que os Fab Labs, enquanto espaços de fabricação digital, podem se beneficiar significativamente dos métodos e ferramentas amplamente utilizados no Design de Serviços (DS). Esses benefícios se dariam em diversos aspectos, como a sistematização do desenvolvimento e entrega dos serviços, a maior clareza na comunicação com os usuários e a personalização dos processos. O uso de ferramentas do DS permitiria, por exemplo, organizar melhor a jornada do usuário e melhorar a eficiência dos processos de fabricação e atendimento, promovendo uma experiência mais completa e satisfatória para os usuários de TA.

No contexto específico de um Fab Lab voltado à fabricação de dispositivos de TA, supõe-se que métodos e ferramentas do DS são particularmente eficazes na promoção do Design Participativo, o que envolve ativamente os usuários – no caso, as crianças com deficiência, seus familiares, cuidadores e profissionais de saúde – no processo de criação e personalização da TA. Essa participação não apenas melhora a adequação funcional do dispositivo às necessidades específicas do usuário, mas também fortalece a relação afetiva (relação de apego) entre o usuário e a TA. Acredita-se que esse vínculo afetivo seja um fator crucial para reduzir o abandono de dispositivos assistivos, uma questão recorrente no campo da TA.

## 1.1. PROBLEMATIZAÇÃO

No Brasil, cerca de 17,3 milhões de pessoas com dois anos ou mais de idade tem alguma deficiência, desse valor 13,3 milhões possuem deficiência física<sup>1</sup> (IBGE, Censo demográfico, 2019). A partir desses números é possível imaginar a extensa demanda por tecnologias assistivas que atendam às necessidades desses cidadãos. Entretanto, é sabido que as condições de acesso à informação e tratamento não estão no nível ideal.

Conforme Cruz e Emmel (2015), o conhecimento científico relacionado a políticas públicas de tecnologia assistiva ainda é incipiente no Brasil. Segundo Bastos *et al.* (2023), as iniciativas de pesquisa e desenvolvimento, bem como as políticas de promoção nessa área, permanecem limitadas, restringindo a difusão da tecnologia assistiva tanto no meio acadêmico quanto na sociedade. Essa ausência de abordagem estruturada e integrada comprometem o avanço desse campo, dificultando o acesso a soluções que promovam inclusão social e autonomia para pessoas com deficiência. Os dados anteriores ilustram a urgente necessidade de se olhar cuidadosamente para o cenário de desenvolvimento de TA's no Brasil e buscar a promoção de soluções eficientes, juntamente à espaços como os laboratórios de fabricação digital.

Embora a variedade de TA tenha crescido, persistem desafios em assegurar que os usuários finais estejam bem-informados sobre essas alternativas e possam fazer escolhas fundamentadas quanto ao seu uso. Além disso, muitos ainda enfrentam barreiras no acesso aos serviços que disponibilizam essas tecnologias. Mesmo após a aquisição da TA, observa-se uma alta taxa de abandono, o que limita os impactos positivos esperados (Tao *et al.*, 2020).

Esse abandono é frequentemente associado à insatisfação com o design dos dispositivos ou à incapacidade destes em atender plenamente às demandas e atividades específicas dos usuários. Portanto, avaliar a eficácia das TA sob a ótica do usuário final é fundamental para ampliar os benefícios e reduzir o índice de rejeição dos dispositivos (Tao *et al.*, 2020).

Neste contexto, considerando a urgência do tema e as limitações atuais, torna-se essencial aprimorar os processos de desenvolvimento e entrega de TA, integrando práticas participativas e sistemáticas, como as proporcionadas em Fab Labs. Esses laboratórios, equipados com tecnologias como impressão 3D, representam uma alternativa acessível para a criação de dispositivos personalizados, que podem ser adaptados às necessidades

---

<sup>1</sup> 17,8 milhões possuem deficiência física nos membros inferiores e 5,5 milhões, nos membros superiores.

específicas de cada usuário, promovendo a autonomia e ampliando as possibilidades de inclusão social.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GERAL**

Esta pesquisa tem por objetivo geral propor uma sistemática que englobe o desenvolvimento e a entrega de serviços TA em um Fab Lab (Laboratório de Fabricação Digital), de tal forma a promover a participação do usuário (familiares, cuidadores e profissionais que o atendam).

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

O objetivo geral pode, por sua vez, ser desdobrado nos seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar um Fab Lab destinado à confecção de TA (atores, equipamentos, serviços, etc.).
- Analisar ferramentas de Design de Serviços quanto à sua adequação às características de um Fab Lab de TA, bem como quanto à promoção do Design Participativo.
- Desenvolver um modelo detalhado para a caracterização dos serviços prestados em Fab Labs de TA, considerando etapas, atores envolvidos e metodologias aplicáveis à fabricação digital.
- Elaborar infográficos e diagramas para comunicar de forma clara a sistemática de serviços em Fab Labs voltados à Tecnologia Assistiva.

### **1.4. JUSTIFICATIVA**

A presente pesquisa justifica-se, primeiramente, por sua relevância social, ao contribuir para a inclusão e a autonomia de pessoas com deficiência por meio da oferta de TA em um Fab Lab. A disponibilidade de TA de maneira adequada tem o potencial de impactar positivamente a qualidade de vida dos usuários, promovendo sua independência e facilitando a realização de atividades da vida diária.

Ademais, a participação ativa de familiares, cuidadores e profissionais no processo de design e desenvolvimento das TA fortalece a rede de apoio do usuário e promove uma experiência de uso mais satisfatória e personalizada.

No âmbito acadêmico, a pesquisa se mostra relevante por buscar entender como a participação do usuário final e de sua rede de suporte pode ser efetivamente integrada no

desenvolvimento e oferta de TA em ambientes de fabricação digital. A proposição e avaliação de uma sistemática para a organização e caracterização dos serviços oferecidos em um Fab Lab para TA, utilizando métodos e ferramentas de DS, contribui para o aprofundamento do conhecimento sobre o Design Participativo.

Nesse sentido, o estudo fornece percepções sobre a melhor forma de adaptar essas ferramentas às particularidades dos Fab Labs, potencializando o envolvimento dos usuários na criação de dispositivos personalizados e alinhados às suas necessidades específicas.

Do ponto de vista tecnológico, a impressão 3D mostra-se como uma solução inovadora para a produção de dispositivos assistivos, dada sua capacidade de customização rápida e o baixo custo. A personalização oferecida por essa tecnologia tem o potencial de reduzir o índice de abandono dos dispositivos, que atualmente atinge cerca de 35% dos produtos de TA (Phillips; Zhao, 1993). Esse abandono é muitas vezes decorrente da inadequação dos dispositivos às necessidades individuais dos usuários, o que demonstra a importância da fabricação digital para o desenvolvimento de soluções sob medida, com um foco especial na acessibilidade e na economia de recursos.

Assim, esta pesquisa não apenas contribui para o avanço acadêmico e tecnológico, mas também promove a inovação social, ao integrar tecnologias emergentes e processos colaborativos que beneficiam diretamente as pessoas com deficiência a sua rede de apoio. A utilização da fabricação digital, especialmente da impressão 3D, reforça o potencial dos Fab Labs como espaços de cocriação inclusiva e sustentável, fomentando o desenvolvimento de soluções que atendem de maneira mais eficaz e personalizada as necessidades dos usuários.

Este trabalho estrutura-se em cinco capítulos: 1. Introdução - onde apresentou a problematização, hipóteses, objetivos e a justificativa; 2. Fundamentação teórica - onde serão tratados temas como serviço, design de serviço, fabricação digital, Fab Lab e Tecnologias assistivas. 3. Método - onde são abordados os procedimentos metodológicos utilizados; 4. Resultados e Discussão - no qual teremos diagramas e infográficos que sistematizam didaticamente, através de ilustrações, as informações e dados coletados no decorrer da pesquisa; e por fim, o capítulo 5 com as conclusões do estudo.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. SERVIÇO

#### 2.1.1. DEFINIÇÃO, CARACTERÍSTICAS E DIFERENCIAÇÃO SERVIÇO-PRODUTO

Sendo alguns dos conceitos centrais de diversas disciplinas como Marketing, Gestão e Design, a definição, caracterização e diferenciação de serviços x produtos<sup>2</sup>, trata-se de um tema importante e que merece ser analisado com zelo nesta pesquisa.

Na atualidade, o setor de serviços responde por grande parte da economia dos países (Lovell; Wright, 2007). O grau de importância e sofisticação do setor foi crescendo nas últimas décadas, a ponto de, hoje, existir uma linha muito tênue entre onde termina o produto e começa o serviço; sendo que em muitos casos o serviço é o próprio produto.

A confusão entre os conceitos de serviço e produto pode ocorrer devido à desinformação ou à semelhança em suas características. Catelli (1994) define serviço como o conjunto de ações que viabilizam a entrega de um produto ao consumidor.

Existem também as definições que sugerem que o serviço seja algo estritamente intangível. Acerca da definição de serviços, Fitzsimmons e Fitzsimmons (2011) afirmam que há diferentes definições de serviço, mas todos convergem em alguns pontos-chave: a intangibilidade e o consumo simultâneo. Os autores enfatizam a natureza perecível e intangível dos serviços, destacando o papel ativo do consumidor como co-produtor na experiência de consumo. Quanto a diferença entre serviços e produtos, para os autores os serviços são conceitos e ideias, já os produtos são objetos.

Os serviços são descritos por Zeithamel e Bitner (1996) como atos e ações que se desenvolvem por meio de processo e desempenhos. Gronroos (1990) complementa essa visão ao definir os serviços como uma série de atividades, essencialmente intangíveis, destinadas a solucionar problemas específicos dos consumidores, frequentemente executadas com o auxílio de recursos ou sistemas do próprio fornecedor.

Segundo Quinn *et al.* (1987) o setor de serviços compreende atividades econômicas que produzem bens intangíveis, consumidos simultaneamente à sua produção. Esses serviços agregam valor ao proporcionar benefícios intangíveis, como conveniência, entretenimento, oportunidade, conforto e saúde, atendendo a interesses específicos dos consumidores. Dessa forma, caracteriza-se pela criação de valor não material, orientado às necessidades dos clientes.

---

<sup>2</sup> Neste trabalho entende-se Produto como Artefato.

Lovelock e Wright (2007) ampliam essa compreensão ao descrever os serviços como atividades temporárias que geram valor ao consumidor sem transferência de propriedade sobre os elementos físicos envolvidos. Os autores afirmam que os serviços são atividades econômicas oferecidas por uma pessoa ou organização para outra, com o objetivo de gerar algum tipo de resultado desejado. Os clientes pagam pelos serviços esperando obter valor, não em forma de posse, mas em acesso a recursos como conhecimento, mão de obra, equipamentos e sistemas. Isso significa que, embora os clientes utilizem esses elementos enquanto o serviço é prestado, eles não adquirem a propriedade dos bens físicos envolvidos.

Horovitz (1993) propõe uma divisão do serviço em duas dimensões: a prestação e a experiência. A prestação refere-se ao serviço em si, ou seja, ao que o cliente efetivamente adquire. A experiência, por sua vez, diz respeito à forma como o serviço é proporcionado, abrangendo a vivência do cliente durante o processo de consumo.

O serviço pode ser analisado em duas dimensões: o beneficiário direto, que pode ser uma pessoa ou um objeto, e o grau de tangibilidade da ação envolvida na prestação do serviço (Fitzsimmons; Fitzsimmons, 2011), conforme expresso na Figura 1.

**Figura 1. Natureza do ato de Prestação de Serviços.**

		Beneficiário direto do serviço	
		Pessoas	Objetos
Natureza do ato de prestação de serviços	Ações tangíveis	<i>Serviços dirigidos ao corpo:</i> Saúde Transporte de passageiros Salões de beleza Academias Restaurantes	<i>Serviços dirigidos a bens físicos:</i> Transporte de carga Concerto e manutenção a seco Lavanderia e lavagem Cuidados veterinários
	Ações intangíveis	<i>Serviços dirigidos à mente:</i> Educação Radiodifusão Serviços de informação Teatros Museus	<i>Serviços dirigidos a ativos intangíveis:</i> Bancos Serviços legais Contabilidade Valores mobiliários Seguros

Fonte: Fitzsimmons e Fitzsimmons (2011) adaptada de Lovelock (1983).

A Figura 1 apresenta uma matriz que classifica os serviços segundo a tangibilidade do ato de prestação (tangível ou intangível) e o beneficiário direto (pessoas ou objetos).

Esses critérios geram categorias, que organizam os serviços conforme sua interação e público-alvo, facilitando a compreensão de sua função e impacto direto. As categorias são:

1. Serviços dirigidos ao corpo: ações tangíveis para beneficiar diretamente as pessoas, voltadas para o cliente, como saúde, transporte de passageiros, salões de beleza, academias e restaurantes.
2. Serviços dirigidos a bens físicos: ações tangíveis voltadas para objetos, os bens do cliente, incluindo transporte de carga, conserto e manutenção, lavanderia e lavagem a seco, além de cuidados veterinários.
3. Serviços dirigidos à mente: ações intangíveis que beneficiam as pessoas de forma intelectual ou emocional, como educação, radiodifusão, serviços de informação, teatros e museus.
4. Serviços dirigidos a ativos intangíveis: ações intangíveis voltadas para ativos ou bens financeiros, como bancos, serviços legais, contabilidade, valores mobiliários e seguros.

Em relação a classificação de produto, Kotler e Keller (2015) abordam que produto é qualquer oferta ao mercado que visa satisfazer uma necessidade ou desejo, sendo algo tangível. Nesse contexto, quanto a pauta de serviços e produtos, distingue-se produto como algo tangível e serviço como algo essencialmente intangível.

A caracterização dos sistemas de operações em serviços tem sido amplamente abordada por meio da identificação de fatores específicos a esses ambientes. Diversas abordagens concentram-se em destacar as particularidades dos serviços, especialmente quando contrastadas com os sistemas de manufatura, visando delimitar suas características operacionais distintas (Oliveira; Camargo, 2017).

Conforme Fitzsimmons e Fitzsimmons (2007), as características dos serviços podem ser agrupadas em cinco dimensões: participação do cliente, simultaneidade, perecibilidade, intangibilidade e heterogeneidade. As dimensões são abordadas como:

1. A participação do cliente nos serviços exige um ambiente físico projetado para atender suas expectativas, diferentemente da manufatura, onde o cliente não interage com processo produtivo. Nos serviços, o espaço e a experiência influenciam diretamente a percepção e satisfação do cliente, e sua participação ativa pode impactar a qualidade e eficiência do atendimento. Exemplos como supermercados, onde o cliente executa parte das atividades, e restaurantes fast-food, onde ele contribui para a redução de custos e agilização do serviço, ilustram essa flexibilidade adaptativa dos serviços à demanda. Em contrapartida, a tecnologia e o comércio

eletrônico estão redefinindo essa interação, permitindo que o cliente realize operações remotamente, como em transações bancárias e compras online, destacando uma tendência para serviços sem presença física do cliente.

2. Quanto à simultaneidade, nos serviços, a produção e o consumo ocorrem de forma simultânea, inviabilizando o uso de estoques para absorver variações na demanda, como ocorre na manufatura. Assim, o tempo de espera do cliente substitui essa função, tornando a gestão de capacidade e de filas crucial para equilibrar a operação. A ausência de estoques também limita o controle de qualidade préentrega, exigindo o uso de indicadores alternativos para assegurar a qualidade.
3. Os serviços são perecíveis e não podem ser estocados, o que dificulta o gerenciamento da capacidade diante das variações de demanda. Como a demanda por serviços tende a ser cíclica e imprevisível, os gerentes podem suavizar a demanda (como com agendamentos e descontos), ajustar a capacidade (por exemplo, com funcionário extras ou autoatendimento), ou permitir que clientes esperem, embora essa última opção possa resultar em insatisfação e perda de clientes. As empresas aéreas, por exemplo, oferecem passagens mais baratas para passageiros em lista de espera.
4. A intangibilidade do serviço o difere do produto. Os serviços são intangíveis, sendo conceitos e ideias, enquanto o produto são objetos, sendo algo tangível e físico. A intangibilidade impede que inovações em serviços sejam patenteadas. Para garantir as vantagens de uma inovação em serviços, as empresas precisam implementar rapidamente suas inovações e aproveitar o pioneirismo. A intangibilidade dos serviços também representa um desafio para os consumidores, que, ao escolherem um serviço, precisam confiar na reputação da empresa, já que não podem testar o serviço antes.
5. A heterogeneidade dos serviços é uma característica central, caracterizada pela variação entre interações, influenciada por fatores humanos, como o comportamento do cliente e o desempenho do funcionário, e por fatores contextuais, como o ambiente e o momento da prestação do serviço. A interação entre cliente e funcionário é determinante na configuração da experiência, podendo torná-la mais personalizada ou satisfatória. Além disso, variáveis como a competência do funcionário, seu estado emocional e as expectativas do cliente também impactam essa variação.

Ademais, os serviços possuem outras características, como a capacidade perecível com o tempo, a localização do serviço ditada pela localização do cliente, a alta variabilidade

dos resultados de saída do serviço, a intensidade do trabalho e a dificuldade de avaliação da qualidade do trabalho (Oliveira; Camargo, 2017).

Conforme Markland, Vickery e Davis (1998), referente a capacidade perecível com o tempo, define que um serviço é uma mercadoria perecível. Se um serviço não for usado, ele está perdido, como por exemplo, uma poltrona vazia em um voo, um quarto vazio em um hotel, uma hora sem pacientes num consultório dentário.

Quanto a referente a localização do serviço ditada pela localização do cliente, Fitzsimmons e Fitzsimmons (2000) destaca que a localização do serviço está intimamente relacionada à proximidade entre o prestador e o cliente, sendo necessário um encontro físico para a realização do serviço. Nesse contexto, o serviço pode ocorrer tanto com o cliente se deslocando até a empresa quanto o prestador indo até o cliente. Dessa forma, o tempo de deslocamento e os custos envolvidos tornam-se aspectos econômicos e estratégicos relevantes na definição da localização do serviço.

Segundo Markland, Vickery e Davis (1998), a alta variabilidade nos serviços pode ser observada em exemplos como uma barbearia, uma academia e um táxi, que atendem às necessidades específicas de cada cliente. Essa variação ocorre devido às diferenças nas demandas individuais dos clientes, o que dificulta a padronização das tarefas executadas pelos funcionários.

De acordo com Fitzsimmons e Fitzsimmons (2000), a intensidade do trabalho em organizações de serviços é um fator crucial para a determinação da eficiência, uma vez que os funcionários têm interações diretas com os clientes. Diferente dos empregados de setores manufatureiros, os trabalhadores de serviços vivenciam uma experiência de trabalho mais pessoal e voltada para o aspecto humano. No entanto, é fundamental que esses funcionários recebam educação e treinamento contínuos para se manterem atualizados quanto às inovações tecnológicas relevantes.

Segundo Markland, Vickery e Davis (1998), a dificuldade em medir a qualidade do serviço está relacionada à sua natureza intangível, o que torna esse processo complexo. A avaliação da qualidade geralmente se baseia na percepção do cliente em relação ao serviço recebido, comparada com as suas expectativas em relação ao que deveria ter sido fornecido.

Devido à características de não-estocabilidade, os serviços não podem ser armazenados, uma vez que a participação do cliente no processo de prestação é essencial. Assim, a capacidade ociosa no sistema de serviços não pode ser realocada de maneira eficiente, ao contrário do que ocorre nas operações de manufatura (Oliveira; Camargo, 2017).

Levando em consideração os pontos observados anteriormente, assim como os autores citados, podemos elencar comparativamente as principais características do que chamamos de serviços e produtos através do Quadro 2.

**Quadro 2 Comparação entre serviço e produto.**

<b>SERVIÇO</b>	<b>PRODUTO</b>
Intangibilidade: Serviços não podem ser tocados ou vistos fisicamente, pois são experiências ou ações.	Tangibilidade: Os produtos são tangíveis e podem ser vistos, tocados e sentidos fisicamente.
Perecibilidade: Os serviços não podem ser estocados e devem ser consumidos no momento em que são prestados.	Armazenamento: Produtos podem ser estocados e mantidos em estoque para venda posterior.
Capacidade perecível: um serviço é uma mercadoria perecível. Se um serviço não for usado, ele está perdido.	Durabilidade: Produtos podem ser usados repetidamente ao longo do tempo, desde que mantenham sua funcionalidade.
Heterogeneidade: Os serviços podem variar significativamente de uma interação para outra, devido à influência de fatores humanos e de contexto.	Padronização: Produtos tendem a ser padronizados e uniformes, com variações mínimas entre unidades idênticas.
Integração com o Cliente: A co-produção de serviços frequentemente envolve a interação ativa do cliente e a participação na criação da experiência.	Armazenamento: Produtos podem ser estocados e mantidos em estoque para venda posterior.
Dificuldade de Avaliação da Qualidade: A qualidade dos serviços é frequentemente subjetiva e pode ser difícil de medir ou avaliar de forma objetiva.	Produção em massa: Muitos produtos são fabricados em grande escala para reduzir custos de produção.

Fonte: Produção autoral (2024).

### 2.1.2. DESIGN DE SERVIÇOS

Para compreender o conceito de design de serviço (DS), é necessário primeiro esclarecer o significado de “design”. A palavra “design” origina-se do latim “*designare*”, que carrega dois sentidos: designar e desenhar. Essa origem revela uma ambiguidade no conceito, integrando tanto aspectos abstratos, como a concepção, o planejamento e a atribuição de sentido, quanto aspectos concretos, como a configuração, o registro e a formação. Essa

dualidade ressalta a tensão entre o processo de idealização e a execução prática, ambos elementos essenciais no DS (Cardoso, 2004).

O termo “design” pode ser traduzido para o português como “ideia, plano, projeto, designo, modelo, configuração, estrutura ou arranjo”, refletindo uma atuação em dois níveis: a materialização de conceitos abstratos em forma concretas. Esse processo caracteriza o design como uma atividade projetual. Ao longo do tempo, a atuação do design evoluiu em consonância com o desenvolvimento da sociedade contemporânea (Pontes, 2012, p.35). O design é uma ferramenta essencial de diferenciação e inovação em produtos e serviços, fundamentada em três dimensões: visceral, funcional e experiencial. A dimensão visceral aborda a resposta emocional imediata do usuário; a funcional, a usabilidade prática; e a experiencial, a qualidade da interação. A eficácia do design, assim, depende de sua capacidade de harmonizar esses aspectos, enquanto leva em conta as relações sociais entre usuários e entre usuários e provedores, para promover interações significativas (Candi, 2007).

O DS é uma abordagem interdisciplinar que integra diferentes métodos e ferramentas, configurando-se mais como um modo de pensar do que uma disciplina autônoma. Como campo emergente e em constante evolução, o DS ainda carece de uma definição amplamente aceita. Apesar disso, uma linguagem comum entre seus praticantes é essencial para o crescimento e consolidação da área, embora uma definição restrita possa limitar seu desenvolvimento. Assim, o design de serviço busca, de forma planejada, criar experiências que agreguem valor por meio da combinação de elementos tangíveis e intangíveis (Stickdorn; Schneider, 2014).

Nesse contexto, conforme Moritz (2005), o DS é um processo dinâmico e adaptável, moldado pelas necessidades da organização e de seus clientes. Com uma abordagem multidisciplinar, ele integra diversas áreas de conhecimento, empregando seus métodos, ferramentas e processos específicos para desenvolver soluções eficazes. A Figura 2 ilustra uma visão geral dos principais campos de conhecimento associados ao DS.

**Figura 2. Expertises presentes no Design de Serviço**



Fonte: Costa Junior (2012) adaptado de Moritz (2005).

A Figura 2 ilustra os principais campos de conhecimento que convergem no DS, destacando sua natureza multidisciplinar. No centro, o DS conecta quatro áreas principais- gestão, marketing, pesquisa e design-, que por sua vez, integram diferentes disciplinas práticas:

1. **Gestão:** Envolve competências como desenvolvimento de produto, recursos humanos, gestão de processos, gestão da qualidade e planejamento estratégico. Essas áreas contribuem para o alinhamento organizacional e eficiência do serviço.
2. **Marketing:** Inclui estratégias de comunicação, relações públicas, branding, precificação e promoção. Essas atividades são essenciais para atrair e fidelizar clientes, promovendo o serviço de forma eficaz.

3. Pesquisa: Abrange psicologia, etnografia, pesquisa de mercado, observação e testes. Essas disciplinas fornecem percepções importantes sobre o comportamento do cliente e suas necessidades, permitindo uma abordagem mais empática e centrada no usuário.
4. Design: Engloba o design de interação, interfaces, experiência do usuário, design de interiores e o uso de práticas participativas e sensoriais. Essas competências são aplicadas para melhorar a usabilidade e experiência do serviço, criando interações significativas para o cliente.

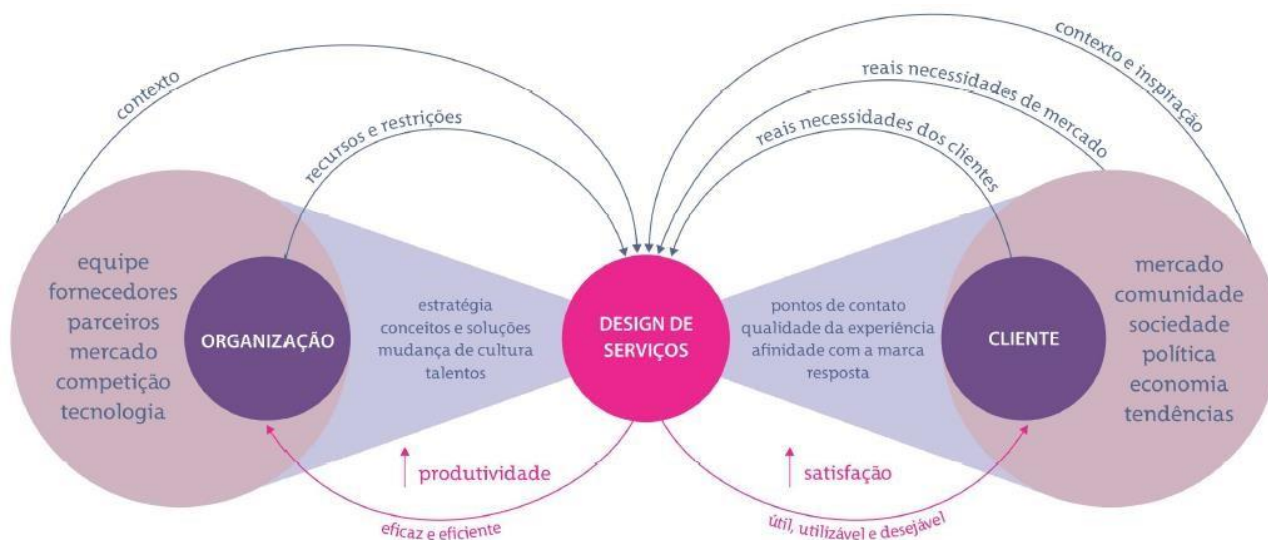
O diagrama evidencia como o DS incorpora recursos de diversas áreas, aproveitando ferramentas e métodos específicos de cada campo para desenvolver soluções adaptativas, centradas no cliente e alinhadas aos objetivos organizacionais.

De acordo com Moritz (2005), o DS envolve o desenvolvimento da experiência completa do serviço, abrangendo tanto a estratégia quanto o planejamento do processo de entrega. Esse conhecimento permite alinhar as expectativas dos clientes aos objetivos da organização, considerando o contexto integral do serviço. Conforme Miller (2015), DS possibilita que as organizações desenvolvam serviços que atendem tanto às expectativas dos clientes quanto às exigências do negócio, visando criar experiências integradas de alta qualidade.

Hollins e Hollins (1991) destacam que os serviços devem ser planejados para garantir consistência, usabilidade e uma estratégia estruturada. O designer, portanto, deve desenvolver soluções para a apresentação, treinamento dos prestadores, identidade visual, entretenimento, acessibilidade, precificação, promoção, distribuição, segurança, atualizações, suporte técnico, pontos de venda e implementação do serviço.

A Figura 3 representa uma estrutura holística do design de serviços destacando o papel central que esse campo desempenha ao alinhar as necessidades e restrições organizacionais com as expectativas e demandas dos clientes.

**Figura 3. Modelo de Ações do Design de Serviço.**



Fonte: Pontes (2012) traduzido de Moritz (2005).

No lado organizacional, a imagem destaca fatores como equipe, fornecedores, mercado e tecnologia, que afetam diretamente a oferta de serviços. Esses elementos fornecem recursos e restrições que o DS deve gerenciar para criar estratégias eficazes e promover a eficiência organizacional. A produtividade é o foco principal desse lado, o DS deve buscar a eficácia operacional para otimizar a experiência dos clientes.

No lado do cliente, o foco é atender às necessidades individuais e contextuais, influenciadas por fatores como sociedade, política e economia. Nesse contexto, o objetivo do DS é garantir a satisfação do cliente, proporcionando uma experiência útil, utilizável e desejável. A interação e os pontos de contato entre organização e cliente são fundamentais para o sucesso do serviço.

O DS facilita o alinhamento entre os processos internos da organização e as expectativas externas dos clientes. Isso é crucial para garantir que a entrega do serviço corresponda ao que o cliente espera, promovendo uma experiência mais satisfatória (Shostack, 1984). O modelo evidencia que o sucesso na prestação de serviços exige uma visão estratégica que considere as limitações e capacidade internas, ao mesmo tempo que responde adequadamente às expectativas e demandas dos consumidores.

Conforme expresso por Stickdorn *et al.* (2020), o DS abrange a criação de valor não apenas para o cliente final, mas para todo o ecossistema de valor, incluindo parceiros,

colaboradores e processos internos. Sua aplicação é relevante tanto para serviços públicos quanto para o aprimoramento de processos internos, possibilitando às organizações a melhoria de serviços existentes ou o desenvolvimento de novas soluções baseadas em tecnologias emergentes ou tendências de mercados. O DS oferece ainda uma abordagem que facilita o equilíbrio entre as necessidades operacionais e a experiência do usuário por meio de uma linguagem comum e ferramentas específicas.

No livro *This is Service Design Thinking*, Stickdorn e Schneider (2014), consolida cinco princípios fundamentais do DS, amplamente referenciados ao longo dos anos. Segundo Stickdorn *et al.* (2020), embora o foco do DS seja a criação de experiências aprimoradas, isso é alcançado por meio da análise dos processos internos, da identificação de oportunidades tecnológicas e do alinhamento com os objetivos estratégicos da organização. Posteriormente, Stickdorn *et al.* (2020) atualizaram esses princípios, adaptando-os à prática contemporânea do DS, conforme ilustrado na Figura 4. Apesar das atualizações, muitos desses conceitos permanecem relevantes, acompanhando a evolução contínua da disciplina.

**Figura 4. A evolução dos Princípios do Design de Serviço**



Fonte: Stickdorn *et al.* (2020).

A evolução dos princípios de DS entre 2010 e 2017 reflete um amadurecimento da área, passando de um foco centrado no usuário e na estruturação básica dos serviços para uma abordagem mais abrangente e adaptativa, centrada no ser humano, colaborativa, interativa,

sequencial, real e holística. Esses novos conceitos enfatizam a importância da inclusão ativa de *stakeholders*<sup>3</sup> diversos, de experimentação prática, da prototipagem no mundo real e da consideração sustentável de todas as dimensões do serviço, visando um impacto significativo e duradouro.

Stickdorn *et al.* (2020) diferenciam ferramentas e métodos no DS. As ferramentas, como mapas de jornada, planilhas e storyboards, são modelos concretos com estrutura definida ou baseados em padrões pré-existentes. Já os métodos referem-se a processos específicos para alcançar objetivos, como entrevistas contextuais em pesquisa ou maquetes de mesa em prototipação.

As ferramentas indicam "o que" é utilizado, enquanto os métodos explicam "como" essas ferramentas são aplicadas em projetos de DS para executar atividades. Exemplos de ferramentas fundamentais incluem dados de pesquisa, personas, mapas de jornada, mapas de sistemas, protótipos de serviço e o Canvas do Modelo de Negócio (Stickdorn *et al.*, 2020). Elas podem ser combinadas de diversas maneiras conforme necessário (Stickdorn & Schneider, 2014).

No DS, os dados de pesquisa são ferramentas essenciais para compreender e melhorar processos. Eles se dividem em dados brutos, que consistem nas informações coletadas diretamente, como textos, números, imagens, vídeos e artefatos, e dados analisados, que são interpretações geradas a partir dessas informações. Embora se busque a neutralidade, as escolhas do pesquisador em relação a métodos e critérios de análise inevitavelmente influenciam os resultados. Para minimizar vieses cognitivos, é importante reunir uma quantidade adequada de dados e utilizar métodos de análise consistentes (Stickdorn *et al.*, 2020).

Quanto às Personas, é um perfil que representa um grupo específico de pessoas, como um grupo de clientes e usuários, um segmento de mercado, um subgrupo de funcionários ou qualquer outro grupo de stakeholders. Esse perfil não é um estereótipo, mas é um arquétipo baseado em uma pesquisa real. Personas são uma referência útil ao longo do processo de design, podem se transformar em descrições empáticas e compartilhadas do cliente e serem descritas de uma forma simples a partir das qual todos podem trabalhar (Stickdorn *et al.* 2020).

---

<sup>3</sup> Um stakeholder é um indivíduo ou grupo que tem interesse em uma empresa, podendo impactar ou ser impactado pelo negócio. Investidores, clientes, funcionários e fornecedores são alguns exemplos comuns de stakeholders (RD Station Blog, 2022).

Os mapas de jornada são ferramentas analíticas que permitem identificar lacunas na experiência do usuário e explorar soluções. Utilizando pontos de contato para construir uma narrativa estruturada, eles representam as interações e emoções do usuário com o serviço.

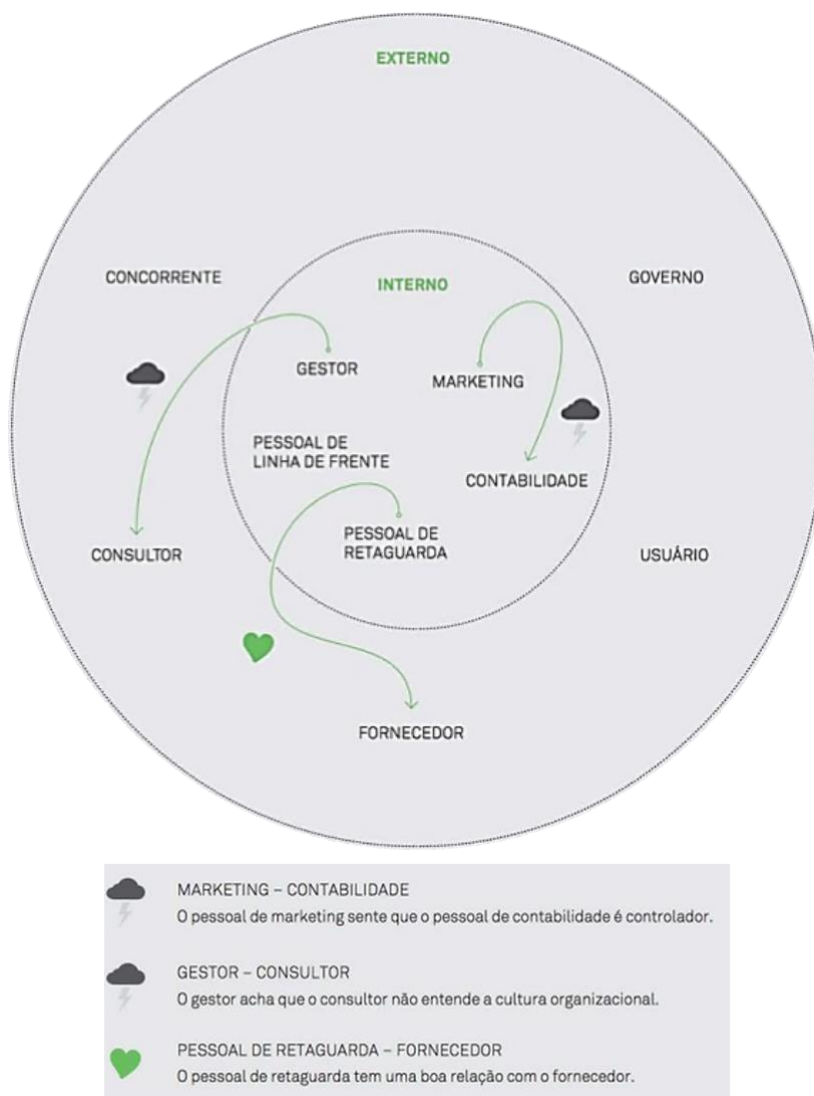
---

Essa abordagem fornece uma visão abrangente sobre os fatores que afetam a experiência, com flexibilidade para diferentes escalas e níveis de detalhamento (Stickdorn *et al.*, 2020; Stickdorn & Schneider, 2014).

O mapa de sistema é uma ferramenta que representa, de forma visual ou física, os elementos centrais de um sistema relacionado a organizações, serviços ou produtos, sejam físicos ou digitais. Fundamentado em teorias e abordagens sistêmicas, ele permite analisar e projetar as interações entre esses componentes. A nomenclatura pode variar conforme o contexto organizacional (Stickdorn *et al.*, 2020).

O mapa de stakeholders é uma forma específica de mapa de sistema amplamente utilizada no design de serviços. Ele apresenta, de forma visual ou física, os diferentes grupos envolvidos em um serviço, como funcionários, clientes e organizações parceiras, permitindo analisar as interações entre esses atores. Essa ferramenta facilita a compreensão de ambientes complexos, onde múltiplos stakeholders influenciam a percepção e o funcionamento do serviço. Embora existam diferentes formatos, todo mapa de stakeholders deve identificar os grupos internos e externos, hierarquizar sua relevância para o projeto e detalhar as relações entre eles (Stickdorn & Schneider, 2014).

Figura 5. Exemplo de Mapa de Stakeholders.



Fonte: Stickdorn e Schneider (2014).

O *Blueprint* de serviço é uma ferramenta essencial no design de serviços, utilizada para detalhar todos os aspectos de um serviço. Ele organiza visualmente elementos que incluem a perspectiva do usuário, do provedor e de outros envolvidos, abrangendo desde os pontos de contato até os processos de retaguarda. Ao mapear e descrever cada componente, o *Blueprint* auxilia na identificação de áreas críticas, além de destacar possíveis sobreposições ou redundâncias no serviço (Stickdorn & Schneider, 2014).

Os protótipos de serviço simulam as experiências e os processos de um serviço, abrangendo tanto as interações diretas com os usuários quanto os procedimentos internos. Esses protótipos podem ter diferentes níveis de fidelidade e serem utilizados em uma variedade de contextos. Além disso, eles podem destacar aspectos de protótipos físicos ou digitais tradicionais, servindo como elementos chave na representação do serviço. Embora os primeiros protótipos geralmente sejam desenvolvidos em estúdios de design, é

fundamental que também sejam testados em cenários e condições reais para avaliar seu desempenho. (Stickdorn *et al.* 2020).

Por fim, O *Canvas* do modelo de negócios é uma ferramenta prática para delinear um modelo de negócios, estruturado a partir de nove componentes essenciais: proposta de valor, segmentos de clientes, canais, relacionamento com o cliente, atividades principais, recursos principais, parceiros principais, estrutura de custos e fontes de receita. Esse modelo pode ser utilizado para analisar como diferentes variáveis afetam a experiência de funcionários e clientes, além de impactar os resultados do negócio. (Stickdorn *et al.* 2020). Os processos de design mais eficazes são aqueles que se ajustam ao problema em questão, e não o contrário. Esses processos não seguem um ciclo fechado; ao invés disso, avançam continuamente, adaptando-se conforme necessário (Stickdorn *et al.* 2020).

## 2.2 FABRICAÇÃO DIGITAL

A fabricação digital é uma tecnologia que tem se destacado como uma promessa de revolução na lógica de produção capitalista. A tecnologia nasceu a partir das primeiras experiências com máquinas computadorizadas controladas numericamente no ano de 1952, desenvolvidas nos laboratórios do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), nos Estados Unidos da América. Inicialmente voltado à indústria aeronáutica, o controle numérico computacional (CNC) rapidamente foi aplicado nas linhas de montagem industriais para o aumento na produtividade e produção de objetos complexos. (Gershensfeld, 2012).

A tecnologia de fabricação digital representa um considerável avanço no modo como os produtos são fabricados e acessados pela sociedade, como afirma Johan Söderberg (2013). A disponibilidade de máquinas capazes de criar produtos diretamente pelo consumidor tem despertado um entusiasmo considerável, e muitos enxergam nessa tecnologia o catalisador de uma nova revolução industrial, prometendo uma transformação na forma como os bens são adquiridos e utilizados.

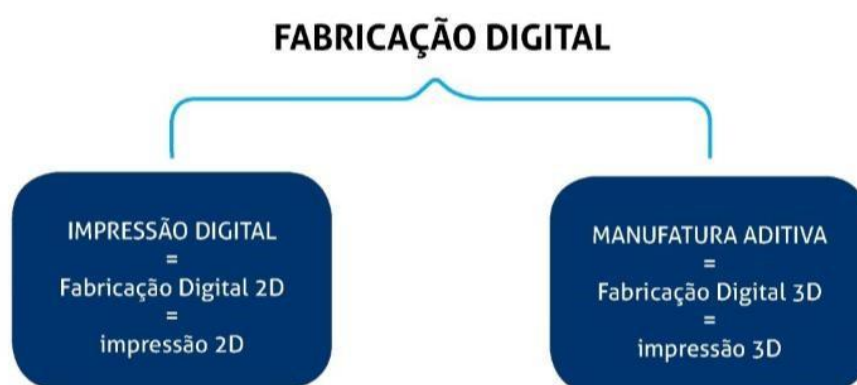
A fabricação digital tem se consolidado como uma ferramenta crucial para o desenvolvimento de produtos personalizados e acessíveis, impulsionando a inclusão social e a inovação. Seu impacto é particularmente significativo em setores como educação, saúde e empreendedorismo, proporcionando novas oportunidades para a criação de soluções adaptadas às necessidades de diferentes comunidades.

Com essa vasta gama de aplicações e benefícios, a fabricação digital vem se consolidando como uma ferramenta essencial para o desenvolvimento de produtos personalizados e acessíveis, promovendo a inclusão social e a inovação. O impacto dessas

tecnologias é particularmente notável em áreas como a educação, a saúde e o empreendedorismo, abrindo novas possibilidades para a criação de soluções que atendam às necessidades de diversas comunidades.

Igoe e Mota (2011) definem a Fabricação Digital como uma indústria que utiliza ferramentas e processos computadorizados para converter projetos digitais diretamente em produtos físicos. Essa abordagem inclui tecnologias baseadas em deposição de materiais, aplicadas na criação de estruturas bidimensionais, tridimensionais, padrões e produtos. Complementando essa definição, Oliveira (2016) destaca que as tecnologias de Fabricação Digital abrangem métodos bidimensionais, conhecidos como impressão digital 2D, e processos tridimensionais, amplamente reconhecidos como impressão 3D, conforme ilustrado na Figura 6.

**Figura 6. Terminologia no campo da Fabricação Digital.**



Fonte: Oliveira (2016).

A impressão 3D é uma tecnologia de fabricação digital que tem transformado a maneira como produtos são projetados e produzidos. Essa técnica permite a criação de objetos físicos a partir de modelos digitais, construindo-os camada por camada, com uma flexibilidade que supera os métodos tradicionais de fabricação. Essa abordagem possibilita a criação de formas complexas e personalizadas que, muitas vezes, seriam inviáveis com processos convencionais, como moldagem por injeção ou usinagem (Gibson; Rosen; Stucker, 2015). Além disso, a impressão 3D contribui para a economia circular, ao possibilitar a reutilização de materiais e a produção sob demanda, reduzindo o desperdício e os estoques desnecessários.

Existem várias tecnologias de impressão 3D, cada uma com suas características, vantagens e limitações, adaptando-se a diferentes necessidades de projeto e produção. Entre as mais comuns, destacam-se: *Fused Deposition Modeling* (FDM): utiliza filamentos de plástico que são aquecidos, fundidos e depositados camada por camada para formar o objeto); *Stereolithography* (SLA): Neste um feixe de laser é usado para solidificar uma resina

líquida fotossensível, camada por camada, em um processo de polimerização. E o *Selective Laser Sintering* (SLS): Utiliza um laser para sintetizar partículas de pó, que podem ser de plástico, metal ou cerâmica, criando objetos sólidos (Zhang *et al.* 2020).

Essas tecnologias oferecem uma variedade de soluções para diferentes demandas de design, desde prototipagem rápida até a produção de peças finais de alta performance. A versatilidade da impressão 3D a torna uma tecnologia indispensável em diversos setores:

Nos Fab Labs, a impressão 3D tem se destacado como uma ferramenta poderosa para a prototipagem rápida e a criação de dispositivos personalizados, especialmente no campo da TA. A capacidade de adaptar dispositivos às necessidades individuais dos usuários não só melhora a eficácia dos equipamentos, mas também reduz os custos de produção, democratizando o acesso a soluções assistivas (Berman, 2012).

### **2.3. FAB LAB**

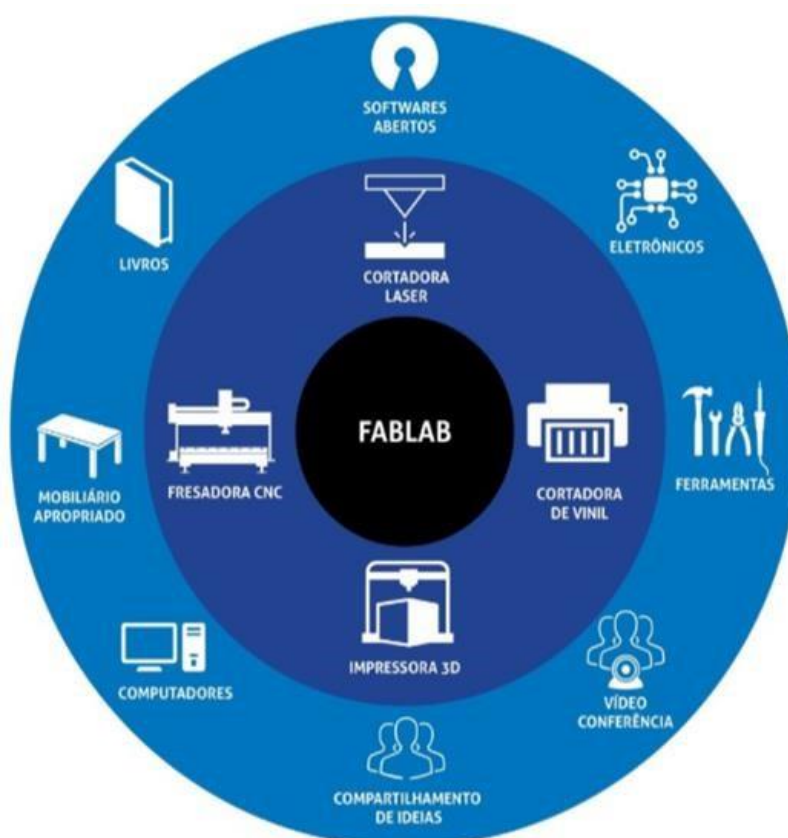
Este tópico tem como objetivo investigar o fenômeno dos Fab Labs, abrangendo suas origens, evolução e impactos multidimensionais nas esferas social, educacional, econômica e cultural. A análise se concentra em compreender como esses espaços têm promovido inovação, empreendedorismo, criatividade e a resolução de problemas em diversos campos. Além disso, busca-se explorar o papel dos Fab Labs como catalisadores de transformação na maneira de projetar, fabricar e compartilhar objetos e ideias. Ao abordar esses aspectos, espera-se evidenciar o potencial desses ambientes na construção de um futuro mais colaborativo, inclusivo e orientado para a inovação, em escalas local e global.

A ciência atrelada à tecnologia pode fornecer saúde, qualidade de vida e grandes avanços na sociedade como um todo. Nos últimos tempos, houve uma significativa revolução no campo da inovação e fabricação digital: o surgimento e expansão dos FabLabs. Estes espaços de fabricação colaborativa têm se espalhado por todo lugar, desafiando as fronteiras tradicionais da criatividade, design e produção. A capacidade de criar protótipos rápidos e de baixo custo é particularmente vantajosa para a confecção de TA em Fab Labs, permitindo iterações rápidas e personalizações específicas para os usuários.

No ano de 2001, o professor Gershenfeld, coordenador do *Center for Bits and Atoms* (CBA) no MIT, local de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias que possibilitaram a fabricação digital doméstica. Nesse contexto, Gershenfeld cunhou o termo "Fab Lab", uma abreviação para "Laboratório de Fabricação", para descrever um espaço equipado com máquinas de fabricação digital acessíveis e de baixo custo. (Gershenfeld, 2005).

Um Fab Lab pode ser caracterizado como um laboratório equipado com diversas ferramentas e recursos que possibilitam a profissionais, estudantes e comunidade compartilharem seus conhecimentos e colaborarem para a execução de seus projetos. Um ambiente para criar, ensinar, aprender e inovar. Fornecendo o acesso ao espaço, habilidades, materiais e à tecnologia disponível para que qualquer um, em qualquer lugar, faça (quase) qualquer coisa (Fab Foundation, 2024). A Figura 7 aborda o conjunto de máquinas e equipamentos para Fab Labs sugeridos pelo CBA-MIT.

**Figura 7. Conjunto de máquinas e equipamentos sugeridos pelo CBA-MIT.**



Fonte:

Oliveira (2016).

O Fab Lab proporciona acesso a uma vasta gama de tecnologias de fabricação, desde impressoras 3D e cortadoras a laser até eletrônica de prototipagem rápida e software de design assistido por computador (Gonçalves, 2024). Esses laboratórios conectam a produção local a uma rede global, promovendo a colaboração e inovação abertas por meio do acesso a tecnologias de fabricação digital. Eles representam uma nova configuração de organização e produção no espaço industrial, impulsionada pelas transformações da revolução digital na fabricação (Diniz, 2018).

Entretanto, mais do que apenas um conjunto de ferramentas tecnológicas, os FabLabs representam uma filosofia de colaboração aberta, aprendizado compartilhado e

empoderamento do indivíduo na criação de objetos físicos, produtos e soluções para desafios locais e globais. A ideia é que qualquer pessoa, independentemente de sua formação ou experiência, possa aprender a usar essas ferramentas para criar artefatos personalizados (Gonçalves, 2024).

### **2.3.1 CARACTERÍSTICAS, SERVIÇOS E ATORES**

A *Fab Charter* é um documento criado pelo CBA em colaboração com os primeiros Fab Labs, publicado inicialmente em 2007 e revisado em 2012. Ela estabelece diretrizes fundamentais, como a promoção da abertura e do compartilhamento, que devem ser seguidas por qualquer laboratório que deseje ser reconhecido como Fab Lab e integrar a rede global. O respeito à *Fab Charter* é essencial para o uso do nome “Fab Lab”. O processo inclui o envio de um pedido ao CBA ou à associação nacional correspondente, além de disponibilizar a *Fab Charter* no laboratório, assegurando que todos os usuários tenham acesso e compreendam seus princípios (Eychenne; Neves, 2013). A Figura 8 expressa as diretrizes de um Fab Lab seguindo a *Fab Charter*.

**Figura 8. Diretrizes do Fab Lab seguindo a Fab Charter.**

**A Fab Charter**

**O que é um Fab Lab?**  
Fab Labs são uma rede global de laboratórios locais, permitindo a invenção e fornecendo acesso a ferramentas de fabricação digital.

**O que contém um Fab Lab?**  
Fab Labs compartilham um inventário de máquinas e componentes em evolução que auxilia na capacidade básica de fazer (quase) qualquer coisa, permitindo também o compartilhamento de projetos desenvolvidos ali pelas pessoas.

**O que fornece a rede Fab Lab?**  
Assistência operacional, educacional, técnica, financeira e logística, além do que está disponível dentro dos laboratório.

**Quem pode usar um Fab Lab?**  
Fab Labs estão disponíveis como um recurso da comunidade, oferecendo acesso livre para os indivíduos, bem como o acesso programado para programas específicos.

**Quais são as suas responsabilidades?**  
segurança: não ferir as pessoas ou danar as máquinas  
operações: ajudar com a limpeza, manutenção e melhoria do laboratório  
conhecimento: contribuir para a documentação e instrução

**Quem é o dono das invenções realizadas dentro do Fab Lab?**  
Projetos e processos desenvolvidos no Fab Lab podem ser protegidos e vendidos. O inventor escolhe a maneira como seu projeto será realizado, porém, a documentação do projeto contendo os processos e as técnicas envolvidas deve permanecer disponível para que os outros usuários possam aprender com ela.

**Como as empresas podem utilizar um Fab Lab?**  
As atividades comerciais podem ser prototipadas e incubadas em um Fab Lab, mas não devem entrar em conflito com outros usos. Elas devem crescer além do laboratório e beneficiar os inventores, os próprios laboratórios que lhes deram suporte e as redes que contribuíram para o seu sucesso.

(adaptação da Fab Charter para o português realizada pelos autores deste livro)

Fonte: Eychenne e Neves (2013).

Os Fab Labs oferecem uma variedade de serviços relacionados à fabricação digital e a processos manuais que combinam tecnologias avançadas e tradicionais. Esses serviços vão desde impressão 3D até marcenaria, costura, e outros processos de fabricação.

- **Impressão 3D:** É uma das tecnologias mais oferecidas e requisitadas pelos Fab Labs. Ela permite a criação de objetos tridimensionais a partir de modelos digitais, construindo-os gradativamente. Prototipagem rápida, fabricação de dispositivos assistivos personalizados e produtos de consumo. (Gershenfeld, 2005)
- **Marcenaria e Corte CNC:** É possível oferecer serviços de marcenaria, combinando ferramentas tradicionais de carpintaria com máquinas de Corte CNC. As fresadoras CNC permitem cortar e esculpir materiais como madeira, plástico e metais com alta precisão, baseadas em projetos digitais. Podem ser utilizadas na criação de móveis

personalizados, construção de protótipos estruturais e fabricação de peças mecânicas. (Walter-Herrmann; Büching, 2013)

- **Costura e Têxteis:** Embora a fabricação digital seja central para os Fab Labs, muitos laboratórios também incorporam serviços tradicionais, como costura e trabalho com têxteis. As máquinas de costura industriais ou domésticas, aliadas a ferramentas de design digital, permitem a criação de peças de vestuário, acessórios e protótipos têxteis. Criação de roupas personalizadas, design de vestuário funcional ou técnico (por exemplo, roupas com sensores), e desenvolvimento de protótipos para moda.
- **Corte e Gravação a Laser:** O corte a laser é um serviço fundamental oferecido por Fab Labs, permitindo cortes precisos em uma variedade de materiais como madeira, plástico, acrílico, e até mesmo tecidos. Além de cortar, os lasers também são usados para gravação de superfícies com designs complexos.
- **Eletrônica e Prototipagem de Circuitos:** Além de ferramentas físicas, Fab Labs oferecem serviços para o desenvolvimento de eletrônica e prototipagem de circuitos, essenciais para a criação de dispositivos inteligentes e conectados. Ferramentas como plataformas Arduino e Raspberry Pi são frequentemente usadas para desenvolver projetos de automação, Internet das Coisas (IoT) e robótica. (Blikstein, 2013)
- **Modelagem Digital e Design 3D:** Os serviços de modelagem digital e design 3D são cruciais para a criação de objetos que serão fabricados nos Fab Labs. Os usuários podem projetar digitalmente seus produtos utilizando softwares de design como CAD (Computer-Aided Design), que são essenciais para a fabricação precisa de peças complexas. (Gibson; Rosen; Stucker, 2015).
- **Prototipagem e Fabricação de Hardware:** Fab Labs também oferecem serviços para a fabricação de hardware, onde usuários podem criar dispositivos eletrônicos personalizados ou protótipos de produtos que combinam eletrônica e design físico. Esses projetos podem incluir desde pequenos gadgets até sistemas complexos de automação. (Gershenfeld, 2005).

No que tange os indivíduos que interagem em um Fab Lab, podem ser citadas as pessoas e grupos que desempenham papéis essenciais na operação, desenvolvimento e utilização dos serviços oferecidos. Desde os gestores que administram o espaço até os colaboradores externos e a comunidade local são atores essenciais para o funcionamento regular e saudável de um Fab Lab, abaixo são citados os diferentes:

1. Gestores do Fab Lab: Os gestores são responsáveis pela administração geral do Fab Lab, coordenando o uso dos recursos, cuidam do funcionamento do maquinário e supervisionam o planejamento das atividades e projetos. De acordo com Walter-Herrmann e Büching (2013), os gestores desempenham um papel central ao manter a infraestrutura do Fab Lab, facilitando o acesso e promovendo a sustentabilidade do laboratório.

2. Facilitadores/Técnicos: Os facilitadores são profissionais ou técnicos especializados que apoiam os usuários no uso dos equipamentos e ferramentas de fabricação digital. Eles oferecem orientação sobre o uso seguro e eficaz das máquinas, como impressoras 3D, cortadoras a laser e fresadoras CNC. Para Troxler (2011), os facilitadores são essenciais para capacitar os usuários em suas criações e garantir que os projetos sejam realizados de maneira eficiente e segura.

3. Usuários/Comunidade: Os usuários de Fab Labs podem ser divididos em diferentes perfis, como estudantes, designers, engenheiros, empreendedores e membros da comunidade local. Eles utilizam o espaço para prototipar suas ideias, desenvolver projetos pessoais ou empresariais, e participar de workshops educativos. Os Fab Labs democratizam o acesso às ferramentas de fabricação digital, permitindo que qualquer pessoa possa se envolver no processo de criação e inovação. (Blikstein, 2013)

4. Designers e Engenheiros: Estes desempenham papéis cruciais nos Fab Labs, desenvolvendo projetos mais técnicos e detalhados, explorando ideias inovadoras, unindo a criatividade do design com a precisão da engenharia. Eles trabalham com modelagem digital, prototipagem de produtos e design de soluções que envolvem processos complexos de fabricação. (Anderson, 2012)

5. Educadores e Instrutores: Os educadores atuam nos Fab Labs oferecendo oficinas, cursos e treinamentos para ensinar habilidades de fabricação digital, como design assistido por computador (CAD), eletrônica básica e impressão 3D. Eles também promovem o aprendizado interdisciplinar, combinando ciência, tecnologia, engenharia, arte e matemática (STEAM). Gershenfeld (2005) destaca que os Fab Labs funcionam como espaços educacionais que promovem a capacitação técnica e a disseminação do conhecimento tecnológico para diversas faixas etárias e níveis de habilidade.

6. Colaboradores Externos/Parceiros: É possível incluir universidades, empresas, organizações governamentais, ONGs e outros

laboratórios de inovação que podem atuar em conjunto com o Fab Lab. Esses parceiros trazem expertise técnica, apoio financeiro ou colaboram em projetos conjuntos de pesquisa e desenvolvimento. Walter-Herrmann e Büching (2013) afirmam que parcerias externas são essenciais para expandir o alcance e o impacto dos Fab Labs, facilitando o intercâmbio de conhecimento e recursos. Alguns exemplos são as universidades, que oferecem suporte acadêmico e científico, promovendo projetos de pesquisa em conjunto com o Fab Lab; Empresas que podem colaborar para o desenvolvimento de novos produtos ou apoiar com patrocínios ou doações de equipamentos; Organizações Governamentais e ONGs, podem trabalhar em conjunto com em projetos de impacto social, especialmente em áreas como tecnologia assistiva e inclusão digital.

7. Usuários de Tecnologia Assistiva: Nos Fab Labs focados em TA, usuários finais, como pessoas com deficiência e seus cuidadores, desempenham um papel fundamental como co-criadores no processo de design e fabricação de soluções personalizadas. Esses usuários participam ativamente no desenvolvimento de dispositivos que atendam às suas necessidades específicas. A participação no processo fornece feedback sobre as soluções desenvolvidas e envolvimento na co-criação de dispositivos assistivos. De acordo com Blikstein (2013), o envolvimento direto dos usuários no processo de criação permite que as soluções de TA sejam mais eficazes e melhor adaptadas às necessidades individuais, o que pode reduzir o índice de abandono dos dispositivos assistivos.

A criação de um Fab Lab geralmente é conduzida por uma organização responsável, como uma fundação, universidade, programa governamental ou estrutura associativa. Essa entidade desempenha um papel central na definição ou estrutura associativa. Essa entidade desempenha um papel na definição do espaço, influenciando aspectos como o modelo de gestão, os perfis de usuários e o tipo de uso. Assim, os Fab Labs podem ser categorizados em três tipos principais: acadêmico, profissional e público (Eychenne; Neve, 2013).

Os Fab Labs educacionais, em sua maioria, são financeiramente sustentados pela instituição onde estão inseridos, frequentemente com apoio de governos locais e, ocasionalmente, de parcerias com o setor privado. Esses laboratórios priorizam o desenvolvimento de projetos acadêmicos dos estudantes da instituição, atendendo a uma quantidade relativamente menor de usuários externos em comparação a outros modelos de Fab Labs. O acesso gratuito ao espaço é geralmente restrito a um dia por semana, voltado para a participação da comunidade ((Bertholdo Neto, 2017; Eychenne; Neve, 2013).

Quanto aos Fab Labs profissionais, têm como foco principal a criação de produtos em parceria com empresas, startups e empreendedores independentes. Para garantir sua viabilidade financeira, esses laboratórios geralmente dependem de receitas provenientes de mensalidades cobradas pelo uso do espaço, da oferta de cursos, e, nos primeiros anos, do apoio financeiro de entidades industriais, governos locais e investimentos públicos.

Embora precisem garantir sua própria sustentabilidade financeira, é obrigatório disponibilizar acesso à comunidade pelo menos uma vez por semana. Nesse período, os usuários podem utilizar o laboratório, sendo cobrados apenas pelos materiais consumidos na realização de seus projetos (Bertholdo Neto, 2017; Eychenne; Neve, 2013).

E por fim, os Fab Labs públicos são mantidos por financiamentos do governo, instituições de desenvolvimento ou pela comunidade local, oferecendo acesso livre durante todos os dias. Nesse formato, o uso do laboratório é gratuito, e os cursos e workshops disponibilizados têm como objetivo atingir um público amplo, incluindo visitantes e desenvolvedores de diversas origens (Bertholdo Neto, 2017; Eychenne; Neve, 2013). Nesse contexto, o Quadro 3 aborda as principais características das três categorias do Fab Lab.

**Quadro 3. Características das categorias de Fab Lab.**

<b>Característica</b>	<b>Fab Lab Acadêmico</b>	<b>Fab Lab Profissional</b>	<b>Fab Lab Público</b>
<b>Objetivo</b>	Promover uma cultura de aprendizagem prática que capacite os alunos a desenvolver projetos por meio de atividades experimentais.	Destina-se prioritariamente a empresas, destacando as oportunidades de prototipagem rápida e a oferta de serviços personalizados.	Aberto ao público geral, em locais totalmente acessíveis, com o objetivo de proporcionar acesso a máquinas digitais, práticas e à cultura do movimento maker e da fabricação digital.
<b>Usuários</b>	Estudantes de ensino superior, docentes, comunidade em geral, profissionais de diversas áreas, empreendedores e artistas.	Empreendedores e startups, empresa, amadores/ entusiastas	Aberto ao máximo ao grande público

<b>Serviços</b>	Projetos de extensão, capacitações e cursos sobre o uso de máquinas digitais, desenvolvimento de protótipos, envolvimento em projetos coletivos da rede, programas voltados ao acesso às ciências e técnicas, além da promoção da democratização prática.	Aconselhamento e suporte no desenvolvimento de projetos, realização de palestras e debates, locação de espaços e máquinas, consultoria em marketing e comunicação, além de oportunidades de participação em projetos colaborativos da rede.	Formação e capacitação, realização de palestras e mesas-redondas, cursos voltados ao domínio de técnicas de prototipagem, utilização de máquinas em regime de serviço livre, atividades voltadas para crianças no Fab Lab Kids e capacitação profissional oferecida pelo Fab Academy.
<b>Tipos de projeto</b>	A realização de projetos diversos, com maior desenvolvimento nas áreas de atuação da	Visão comercial: o Fab Lab atua na etapa inicial do processo, visando a criação de protótipos funcionais e a produção de pequenas	Projetos que abordam problemáticas locais e são desenvolvidos com base em uma lógica de emancipação.
	instituição de ensino	séries destinadas a nichos de mercado.	
<b>Recursos humanos</b>	1 Diretor, 1 Fab Manager, 2 Instrutores, 3 estudantes de graduação, auxílio de pós-graduandos	2 Diretores, 1 Fab Maker, 3 a 5 Instrutores, além de 3 a 5 estagiários	1 ou Fab Managers em regime integral e 1 Instrutor. Há laboratórios com 2 Instrutores e estagiários
<b>Localização</b>	Universidades ou Centros de Ensino	Zonas industriais ou no centro das cidades	Predominantemente em universidades, embora se ajuste de maneira mais eficaz a espaços mais próximos da comunidade, como centros de bairro, telecentros, museus, entre outros.

Fonte: Adaptado de Eychenne e Neve (2013).

A criação de um Fab Lab não introduz tecnologias novas. Muitos laboratórios universitários, centros de pesquisa e plataformas de prototipagem rápida com máquinas de controle numérico já existem, mas eram limitados ao uso acadêmico ou profissional. A inovação do Fab Lab reside na ampliação do acesso a essas tecnologias e na promoção da troca de informações entre usuários distintos. Oliveira (2016) apresenta, no Quadro 4, um resumo das cinco máquinas controladas por comando numérico, recomendadas pelo CBA-MIT como essenciais para o funcionamento de um Fab Lab.

**Quadro 4. Modelos sugeridos pelo CBA-MIT**

Máquinas	Model sugerido pelo CBA-MIT
Cortadora de Vinil	 GX-24 Roland
Cortadora de Laser	 Epilog Laser- Mini 24" x 12" 40W
Fresadora de Precisão	 MDX-20 Roland
Fresadora de Grande Formato	 Shop Bot
Impressora 3D	 Maker Bot

Fonte: Oliveira (2016).

A cortadora de vinil opera de forma semelhante a uma impressora, mas substitui a tinta por uma lâmina de aço fina, capaz de cortar materiais como vinil, papel, tecidos e outros. A cortadora a laser é uma máquina de comando numérico que utiliza um feixe de laser de CO2 com alta precisão para cortar ou gravar materiais, movendo-se nos eixos X e Y. A fresadora de precisão, também controlada por comando numérico, é equipada com uma fresa que se desloca nos eixos X, Y e Z, removendo material conforme o desenho digital fornecido ( Eychenne; Neve, 2013).

A fresadora de grande formato, equipada com uma cabeça de corte robusta, é destinada à usinagem de materiais densos em grandes superfícies. Quanto às impressoras 3D, embora amplamente utilizadas nos Fab Labs, até 2011 não eram incluídas na lista de máquinas do CBA-MIT.

Em um ambiente colaborativo voltado à inovação, o elemento central não são as máquinas ou equipamentos, mas sim as pessoas e suas ideias (Dodgson; Gann, 2014). Maravilhas e Martins (2016) ressaltam que devem ser estimuladas e apoiadas na criação de soluções inovadoras para problemas locais, promovendo o empoderamento tanto dos criadores quanto dos beneficiários. A tecnologia, nesse contexto, atua como um facilitador, sendo este o propósito desses espaços.

## **2.5 TECNOLOGIA ASSISTIVA**

### **2.5.1 DEFINIÇÕES E CARACTERÍSTICAS**

No contexto brasileiro, a situação das pessoas com deficiência exige uma análise mais profunda das barreiras estruturais e sociais que restringem o acesso à TA. De acordo com o relatório da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) de 2022, cerca de 18,6 milhões de brasileiros com dois anos ou mais possuem algum tipo de deficiência, representando 8,9% da população dessa faixa etária (Gomes, 2023). Esses números evidenciam a grande demanda por tecnologias assistivas. Indivíduos com deficiência frequentemente se deparam com barreiras sociais que restringem sua participação plena na vida comunitária. (Bersch, 2006).

Entre os principais obstáculos enfrentados, destacam-se o preconceito estrutural e a carência de acesso a serviços, os quais intensificam as limitações impostas a essas populações. Nesse contexto, a TA emerge como um conjunto de soluções e serviços concebidos para potencializar as capacidades funcionais dessas pessoas, visando fortalecer sua autonomia, promover uma vida independente e favorecer sua inclusão social. A TA desempenha um papel crucial na superação desses desafios, viabilizando a integração de indivíduos com deficiência em diferentes dimensões sociais (Bersch, 2006). No Brasil, o Comitê de Ajudas técnicas (2007, p.3), de forma mais ampla, define TA como:

Tecnologia Assistiva é uma área de conhecimento de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidade ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

No âmbito internacional, de acordo com Cook e Polgar (2008), e fundamentados na legislação dos Estados Unidos, conceituam TA como qualquer instrumento, equipamento ou sistema de produtos, independentemente de ser adquirido comercialmente, adaptado ou projetado sob medida, destinado a preservar, ampliar ou melhorar as funcionalidades de indivíduos com deficiência.

Tao *et al.* (2020), enfatizam que a principal função da TA é favorecer a independência e a inclusão social de pessoas com deficiência, por meio da eliminação de barreiras físicas, ambientais e sociais. Ao ampliar as habilidades funcionais desses indivíduos, a TA contribui para o aumento da autonomia nas atividades do dia a dia, promovendo maior acessibilidade a ambientes públicos, oportunidades educacionais, mercado de trabalho e atividades de lazer.

Vale ressaltar que a TA se distingue das outras tecnologias, como as médicas e de reabilitação, por ser voltada diretamente às necessidades do usuário, visando promover sua autonomia e independência. Enquanto a TA foca no suporte às atividades diárias do indivíduo, os recursos médicos e de reabilitação são direcionados ao diagnóstico e tratamento de condições de saúde, sendo utilizados predominantemente por profissionais da área médica (Basso, 2012).

Conforme Bastos *et al.* (2023), a TA é entendida como uma ferramenta que possibilita o aprimoramento das capacidades funcionais, permitindo a realização de atividades que, de outra forma, seriam comprometidas por deficiências ou pelo envelhecimento. Seu foco principal é otimizar áreas como comunicação, mobilidade, controle ambiental, além de habilidades vinculadas ao trabalho e à educação. Assim, a TA visa promover a autonomia, elevar a qualidade de vida e facilitar a inclusão social de indivíduos com deficiência.

No entanto, Silva *et al.* (2020) destacam que o conceito de TA não deve ser limitado à ideia de instrumentalidade, pois ele vai além da simples fabricação e utilização de produtos. Embora a principal função da TA seja atender às variadas necessidades de seus usuários, sua importância transcende essa perspectiva. A TA se configura como um campo que engloba tanto o desenvolvimento de dispositivos quanto a produção de conhecimento, evidenciando sua natureza complexa e interdisciplinar. Dessa forma, o verdadeiro valor da TA está na sua habilidade de integrar diferentes áreas de saber e oferecer múltiplas funcionalidades.

As TA apresentam particularidades que as distinguem de outras formas de inovação tecnológica. Os dispositivos assistivos podem ser organizados com base em suas funções, utilizando classificações voltadas para produtos, conhecimentos ou atividades (EUSTAT, 1999 *apud* Basso, 2012). Entre essas abordagens, destaca-se a ISO 9999- 2007, amplamente adotada internacionalmente pelo seu impacto em citações, mesmo com seu caráter genérico. Contudo, essa norma não inclui, em suas categorias, os serviços associados à TA (Basso, 2012).

A norma ISO 9999:2007, intitulada *Assistive Products for Persons with Disability — Classification and Terminology*, conceitua as ajudas técnicas como produtos, instrumentos,

equipamentos ou sistemas tecnológicos, sejam eles produzidos de forma especializada ou disponíveis no mercado convencional. Esses recursos são utilizados por indivíduos com deficiência para prevenir, compensar, reduzir ou superar limitações, incapacidades ou desvantagens associadas à sua condição (ISO 9999, 2007).

De acordo com Galvão Filho (2009), a definição da ISO 9999 apresentada tende a enfatizar as Ajudas Técnicas como produtos e ferramentas, alinhando-se à perspectiva adotada na classificação da ISO 9999:2007. Essa abordagem é refletida nas 12 classes estabelecidas pela norma internacional, conforme ilustrado no Quadro 5.

**Quadro 5. Classificação de Produtos de Apoio de TA.**

<b>Classe</b>	<b>Classificação</b>
04	Produtos de assistências para medir, apoiar, treinar ou substituir funções corporais
05	Produtos de assistência para educação e treinamento de habilidades
06	Produtos de assistência fixados ao corpo para dar suporte às funções neuromusculoesquelético ou relacionadas ao movimento (órtese) e substituir estruturas anatômicas (próteses)
09	Produtos de assistência para atividade de autocuidado e participação no autocuidado
12	Produtos de assistência para atividades e participação relacionadas à mobilidade pessoal e transporte
15	Produtos de assistência para atividades domésticas e participação na vida doméstica
18	Móveis, acessórios e outros produtos de assistência para apoiar atividades em ambiente internos e externos feitos pelo homem
22	Produtos de assistência para comunicação e gestão de informação
24	Produtos de assistência para controlar, transportar, mover e manusear objetos e dispositivos
27	Produtos de assistência para controlar, adaptar ou medir elementos de ambientes físicos
28	Produtos de assistência para atividades de trabalho e participação no emprego
30	Produtos de assistência para recreação e lazer

Fonte: ISO 9999 (2007).

Nesse contexto, devido às limitações da ISO 9999, como a exclusão de serviços associados e a ênfase exclusiva em produtos, em resposta, o Consórcio *Empowering Users Through Assistive Technology* (EUSTAT) propõe alternativas mais abrangentes, como o modelo *Horizontal European Activities in Rehabilitation Technology* (HEART), que

considera componentes técnicos, humanos e sociais; o modelo ***Matching Persons and Technology*** (MPT), voltado para atividades cotidianas; e classificações baseadas no contexto de aplicação, como dispositivos para substituir, apoiar ou aumentar funções (Galvão Filho, 2009).

Essas abordagens visam atender diferentes objetivos, desde catalogação e ensino até organização de serviços. O modelo HEART, originado no programa europeu *Technology Initiative for Disabled and Elderly People* (TIDE), destaca a importância de integrar fatores tecnológicos, humanos e socioeconômicos, alinhando-se a um paradigma inclusivo que analisa barreiras não apenas como limitações individuais, mas também como reflexos do ambiente físico e social. Assim, o desenvolvimento de Tecnologias Assistivas deve focar tanto em soluções para os indivíduos quanto em modificações ambientais e sociais que promovam acessibilidade e inclusão.

De acordo com o modelo HEART, as quatro principais áreas identificadas são desdobradas em diversas subáreas específicas, conforme descrito por EUSTAT (1999 *apud* Galvão Filho, 2009) e expresso no Quadro 6.

**Quadro 6. Estrutura e Subdivisões do Modelo HEART para Formação em TA.**

<b>Áreas</b>	<b>Descrição</b>	<b>Subáreas</b>
Componentes Técnicos	Consideram os recursos técnicos para o exercício de diferentes atividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Comunicação</li> <li>● Mobilidade</li> <li>● Manipulação</li> <li>● Orientação</li> </ul>
Componentes Humanos	Consideram os impactos no ser humano pela deficiência	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tópicos sobre a deficiência</li> <li>● Aceitação da Ajuda Técnica</li> <li>● Seleção da Ajuda Técnica</li> <li>● Aconselhamento sobre as Ajudas Técnicas</li> <li>● Assistência Pessoal</li> </ul>
Componentes Sócioeconômicos	Consideram as relações, interações e impactos que podem ser estabelecidos entre o usuário final da TA e realidade do seu contexto	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Noções básicas de Ajudas Técnicas</li> <li>● Noções básicas do Desenho Universal</li> <li>● Emprego</li> <li>● Prestação de Serviços</li> <li>● Normalização/ Qualidade</li> <li>● Legislação/ Economia</li> <li>● Recursos de Informação</li> </ul>

Fonte: EUSTAT (1999 *apud* Galvão Filho, 2009).

O modelo HEART leva em conta não apenas os dispositivos em si, mas também os fatores que podem impactar seu uso, incluindo componentes humanos e socioeconômicos. Ao

integrar essas diferentes dimensões, o modelo busca reduzir as barreiras à autonomia e facilitar a integração das pessoas com deficiência nos diversos espaços sociais (Basso, 2012).

Ao classificar as TA e propor redefinições por categorias, enfatiza-se sua relevância na organização do uso, prescrição, estudo e pesquisa desses recursos e serviços, além de direcionar o mercado para áreas específicas de atuação e especialização. De modo complementar, às categorias da TA são expostas no Quadro 7 (Bersch, 2017).

**Quadro 7. Categorias de TA.**

<b>Categoria</b>	<b>Caracterização</b>
Auxílios para a vida diária e vida prática	Materiais e produtos que auxiliam na realização de atividades diárias, promovendo autonomia em tarefas como alimentação, vestuário, higiene e cuidados pessoais.
CAA - Comunicação Aumentativa e Alternativa	Destinada a indivíduos com dificuldades na fala ou escrita, utiliza recursos como pranchas de comunicação, que podem incluir símbolos gráficos, letras ou palavras, para expressar necessidades, sentimentos e pensamentos. Esses dispositivos ajudam a suprir a lacuna entre a capacidade comunicativa e as habilidades linguísticas do usuário.
Recursos de acessibilidade ao computador	O sistema de acessibilidade computacional inclui hardware e software projetados para facilitar o uso do computador por pessoas com deficiências sensoriais (visuais e auditivas), motoras e intelectuais. Este conjunto envolve dispositivos de entrada, como mouses e teclados adaptados, e de saída, como recursos sonoros, visuais e táteis, permitindo uma interação mais eficiente e personalizada com a tecnologia.
Sistemas de controle de ambiente	Pessoas com limitações motoras podem controlar eletrodomésticos e dispositivos em sua casa, como luzes, ventiladores, televisores e sistemas de segurança, por meio de um controle remoto adaptado. Este controle pode ser operado diretamente ou por meio de um sistema de varredura, acionado por diferentes tipos de sensores, como pressão, tração, movimento ocular, sopro ou comando de voz. Esses dispositivos facilitam a interação com o ambiente, promovendo maior independência para o usuário.
Projetos arquitetônicos para acessibilidade	Projetos de edificação e urbanismo voltados para garantir acessibilidade, funcionalidade e mobilidade para todas as pessoas, independentemente de suas condições físicas ou sensoriais. Isso inclui adaptações estruturais, como rampas, elevadores, ajustes em banheiros e mobiliário, que eliminam ou reduzem barreiras físicas em ambientes residenciais e de trabalho.
Órteses e próteses	Próteses são dispositivos artificiais que substituem partes do corpo perdidas, enquanto órteses são utilizadas para melhorar o posicionamento, estabilização ou função de segmentos corporais. Ambas são geralmente feitas sob medida e auxiliam em atividades como mobilidade, funções manuais (escrita, digitação, uso de utensílios), e correção postural.

Adequação Postural	Um projeto de adequação postural envolve a escolha de recursos que assegurem posturas alinhadas, estáveis e confortáveis, promovendo uma distribuição adequada do peso corporal para prevenir desconfortos e lesões.
Auxílios de mobilidade	A mobilidade pode ser facilitada por dispositivos como bengalas, muletas, andadores, cadeiras de rodas manuais ou motorizadas, scooters e outros equipamentos que promovem a melhoria do deslocamento pessoal.
Auxílios para ampliação da função visual e recursos que traduzem conteúdos visuais em áudio ou informação tátil.	.Exemplos de recursos para melhoria da acessibilidade incluem auxílios ópticos, como lentes, lupas manuais e eletrônicas, além de softwares amplificadores de tela. Também são utilizados materiais gráficos com texturas e relevos, mapas táteis e gráficos, bem como aplicativos de OCR em celulares para leitura de textos informativos.
Auxílios para melhorar a função auditiva e recursos utilizados para traduzir os conteúdos de áudio em imagens, texto e língua de sinais	Auxílios para pessoas com deficiência auditiva incluem dispositivos como aparelhos para surdez, sistemas infravermelhos e FM, além de alertas táteis e visuais. Outros recursos incluem celulares que utilizam vibração para chamadas e mensagens escritas, softwares que convertem texto em fala e vice-versa, livros digitais e dicionários em Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), legendas (closed caption) e avatares para tradução em LIBRAS
Mobilidade em veículos	Acessórios como dispositivos de adaptação para direção de veículos permitem que pessoas com deficiência física possam conduzir automóveis de forma autônoma. Facilitadores de mobilidade incluem elevadores para cadeiras de rodas, usados tanto em carros particulares quanto em transportes coletivos, além de rampas de acesso e serviços de autoescola especializados para pessoas com deficiência
Esporte e Lazer	Recursos que promovem a inclusão em atividades esportivas e de lazer, oferecendo acessibilidade e adaptação para a prática de exercícios físicos e lazer.

Fonte: Adaptado de Bersch (2017).

Apesar do aumento nas opções de Tecnologia Assistiva (TA), garantir que os usuários finais estejam cientes das alternativas disponíveis e possam tomar decisões informadas sobre sua utilização continua sendo um desafio. Além disso, muitos enfrentam dificuldades para acessar adequadamente os serviços que oferecem essas tecnologias. Mesmo quando a TA é adquirida, o abandono desses dispositivos ainda é frequente, o que reduz os benefícios esperados (Tao *et al.*, 2020).

O abandono geralmente decorre de uma insatisfação com o design da TA ou da inadequação em atender às necessidades específicas dos usuários e suas atividades cotidianas. Dessa forma, avaliar a utilidade da TA a partir da perspectiva do usuário final é essencial para maximizar os benefícios e minimizar a rejeição dos dispositivos (Tao *et al.*, 2020).

O serviço de TA deve envolver o usuário no processo, considerando seu contexto de vida, necessidades funcionais, intenções e habilidades. A equipe profissional realiza uma avaliação do potencial físico, sensorial e cognitivo do usuário, e utiliza seu conhecimento sobre os recursos de TA disponíveis ou a serem desenvolvidos conforme as necessidades específicas de cada indivíduo (Bersch, 2008).

### 2.4.3 DESIGN PARTICIPATIVO

O design participativo (DP) surgiu na Escandinávia, entre o final dos anos 1960 e início dos 1970, durante a informatização do trabalho, com o objetivo de democratizar o desenvolvimento de sistemas e produtos. Embasado por uma legislação trabalhista avançada e valores culturais de inclusão social e dignidade humana, promoveu a participação dos trabalhadores nas decisões sobre mudanças em ferramentas, ambientes e relações de trabalho, ampliando seu controle democrático. A partir da década de 1980, consolidou-se como uma metodologia aplicada ao design de produtos, interfaces e processos (Canônica *et al.*, 2014).

O DP destaca a necessidade de um ambiente de trabalho mais democrático, visando melhorar métodos e a qualidade do sistema, além de tornar o processo de design mais eficiente. Essa eficiência é alcançada por meio da interação constante entre usuários e designers durante o desenvolvimento, assegurando que os usuários influenciam diretamente as decisões relacionadas ao design (Bonacin, 2004).

Camargo e Fazani (2014) enfatiza que o DP é uma abordagem metodológica que integra diretamente usuários, clientes, funcionários, desenvolvedores e outros *stakeholders* no desenvolvimento de sistemas de informação. Ele busca compreender e atender às necessidades reais dos usuários por meio da colaboração ativa em todas as etapas, desde a coleta e análise de dados até o projeto final. Diferentemente de métodos tradicionais focados exclusivamente em especialistas, o DP promove a inclusão de múltiplas perspectivas, garantindo maior alinhamento com o contexto e as expectativas dos envolvidos.

Conforme Bonacin (2004), o DP busca desenvolver uma compreensão coletiva da tecnologia e do funcionamento organizacional, considerando novas estruturas, requisitos para sistemas e protótipos. A tecnologia é vista como um meio para aprimorar a organização, enquanto os trabalhadores são valorizados como os que melhor conhecem o contexto e os objetivos organizacionais.

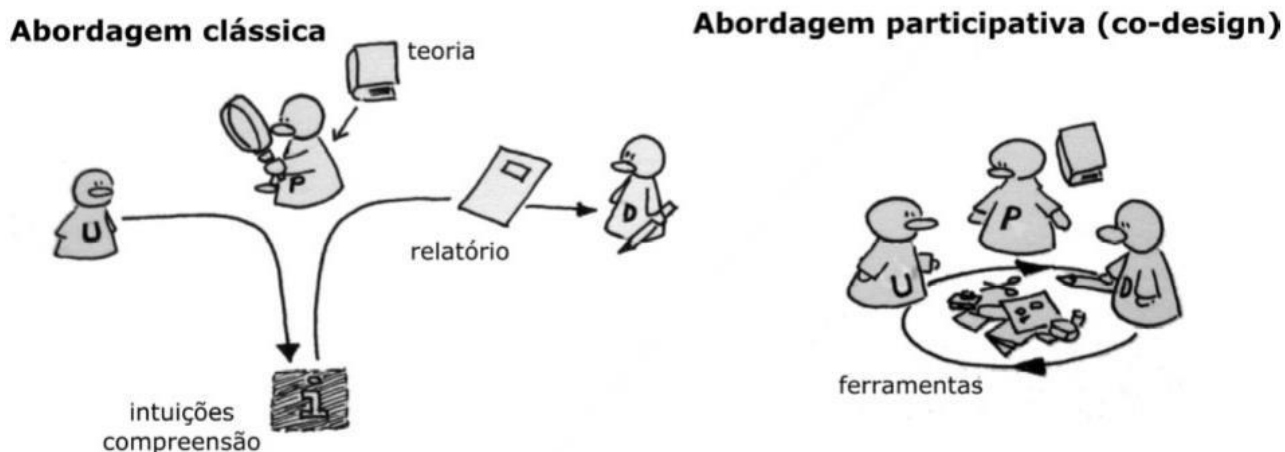
Como observa Canônica *et al.* (2014), o DP envolve a colaboração de diversos indivíduos no processo, permitindo que diferentes aspectos de uma situação sejam

discutidos e negociados. Esse processo é fundamentado na experiência prática dos participantes, que contribuem com seus conhecimentos específicos para a resolução de problemas coletivos. A negociação se torna um momento de síntese de múltiplas perspectivas, gerando uma troca de visões em um espaço de diálogo (Canônica *et al.*, 2014).

A abordagem do DP que envolve diretamente os usuários em todas as etapas do processo se conecta com áreas como design centrado no usuário, design de interação, design cooperativo, design de interface e arquitetura da informação. A principal diferença dessas abordagens é que, enquanto elas se concentram na coleta de dados sobre o uso do produto, não incluem os usuários como participantes ativos na criação do sistema. Em contraste, no processo colaborativo, os usuários são parte integral, influenciando as decisões e contribuições para o desenvolvimento do sistema (Camargo; Fazani, 2014)..

A transição do design centrado no usuário para o co-projeto tem implicado mudanças significativas nas funções dos participantes no processo de design. No modelo tradicional, o usuário é visto como um sujeito passivo, cujas necessidades são investigadas por meio de observação e entrevistas conduzidas pelo pesquisador, que então transmite esse conhecimento teórico ao designer. Este último utiliza sua expertise tecnológica e criativa para desenvolver soluções de design. Em contraste, no co-projeto, os usuários, pesquisadores e designers participam de maneira colaborativa e interativa, compartilhando responsabilidades e promovendo uma dinâmica de trabalho mais integrada (Sanders; Stappers, 2008). A Figura 9 ilustra uma comparação entre as abordagens clássicas do design e a abordagem participativa.

Figura 9. Abordagem clássica do design em contraposição com a abordagem participativa.

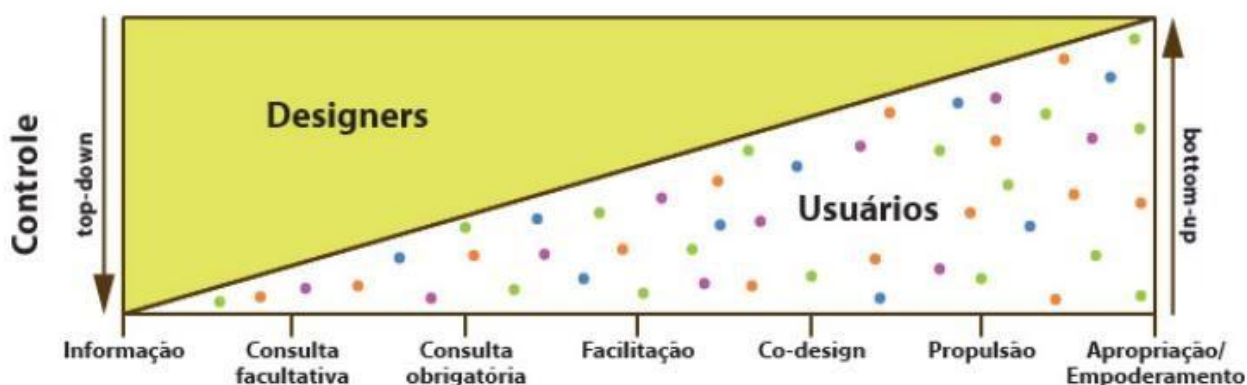


Fonte: Sanders e Stappers (2008).

No planejamento participativo, ao contrário do tradicional, todos os *stakeholders* participam ativamente das discussões, trazendo uma variedade de opiniões, ideias e conhecimentos. Isso permite uma análise das metas sob diferentes perspectivas, enriquecendo o processo de planejamento e abordando aspectos essenciais para a continuidade e aceitação do projeto. Destacam-se, nesse contexto, a diversidade de interesses entre os *stakeholders*, a adaptação do processo de planejamento e a intensificação da interação entre os participantes (Tizzei; Foschiani; Santos, 2009).

Bordenave (1983), conforme mencionado por Dickie *et al.* (2018), apresenta uma classificação detalhada dos níveis de participação, com base no grau de controle sobre as decisões. Embora a obra seja datada, ela permanece essencial para a compreensão dos processos participativos. Esses níveis foram adaptados ao contexto do design participativo e são ilustrados na Figura 10, acompanhada de uma explicação detalhada.

Figura 10. Níveis de participação do usuário.



Fonte: Dickie *et al.* (2018) adaptado de Bordenave (1983).

No contexto do design participativo, existem diferentes níveis de envolvimento dos usuários no processo de criação. Inicialmente, na informação, os designers comunicam aos usuários as decisões já tomadas, sem a possibilidade de participação. Em uma consulta facultativa, o designer solicita dados ou sugestões dos usuários, mas a decisão de implementá-las permanece sua. Na consulta obrigatória, os usuários são consultados, embora a decisão final ainda seja do designer. A facilitação envolve os usuários, com a mediação dos designers, na elaboração de propostas que podem ser aceitas ou rejeitadas (Lobato, 2022).

No codesign, a decisão é compartilhada por meio de mecanismos de codecisão, permitindo uma participação mais ativa. Em propulsão, os designers promovem a autonomia dos usuários, frequentemente fornecendo ferramentas como toolkits. Finalmente, na apropriação/empoderamento, os usuários definem seus próprios objetivos, escolhem os meios para alcançá-los e tomam as decisões relevantes ao processo (Lobato, 2022).

A inclusão de usuários no desenvolvimento de serviços pode ser particularmente vantajosa quando o entendimento sobre o público-alvo ou o próprio serviço é limitado, como é o caso de serviços voltados a grupos vulneráveis, como pessoas com deficiência. No âmbito da participação cidadã no desenvolvimento de serviços públicos eletrônicos, os desenvolvedores enfrentam três desafios principais ao adotar a abordagem participativa (Karlsson *et al.*, 2012):

1. A definição imprecisa do público-alvo pode comprometer os objetivos de usabilidade e relevância do sistema;
2. O formato da participação pode dificultar o alcance dos objetivos democráticos no processo;
3. A insuficiência de competências específicas pode prejudicar o atingimento das metas de eficiência.

No contexto do design participativo, Santos (2002) propõe que o envolvimento do usuário seja, preferencialmente, com o usuário real ou, no limite, com seu representante legítimo. Esse representante deve ser um agente que represente uma categoria política dentro da organização, e não apenas um perfil genérico de usuário. Isso assegura uma representação mais precisa e uma maior relevância nas decisões do processo de design.

### 3. METODOLOGIA

De caráter exploratório e descritivo, com abordagem qualitativa, visando sistematizar o desenvolvimento e a entrega de serviços de TA em um FabLab, esta pesquisa utiliza análise teórica para alcançar os objetivos propostos. A metodologia deste estudo baseia-se em uma revisão bibliográfica sistemática e em uma análise descritiva e interpretativa de dados secundários. A pesquisa busca consolidar informações teóricas e práticas sobre a integração e sistematização de serviços em Fab Labs, especialmente voltados para a confecção de TA. Os resultados serão organizados em formatos visuais, como infográficos, diagramas e quadros comparativos, desenvolvidos no software *Adobe Illustrator*, para facilitar a interpretação e o uso prático dos achados.

Este trabalho se estrutura como uma Pesquisa em Ciência do Design, ou seja, como uma **Design Science Research** (DSR), tal como apresentada por Santos (2018) e Lacerda *et al.* (2013). A DSR busca, de forma aninhada, a resolução de um problema prático, pelo desenvolvimento de artefatos (produtos, modelos, sistemáticas, entre outros), e prover respostas a questões que contribuam para o crescimento de conhecimento científico (em design, no caso). A pesquisa em design (Design Research) envolve o uso de métodos e ferramentas específicas para investigar e resolver problemas de design. Estes métodos são essenciais para entender as necessidades dos usuários e desenvolver soluções eficazes e inovadoras.

A pesquisa baseia-se em uma ampla revisão de literatura nas seguintes áreas: conceitos e definições de serviço-produto, Fabricação digital, Fab Labs, tecnologias de impressão 3D, Design Participativo e metodologias relacionadas. Na lista de procedimentos a serem realizados durante a pesquisa bibliográfica, podemos citar:

1. A utilização de bases acadêmicas como Scopus, Web of Science e Google Scholar;
2. Termos de busca: "Fab Labs", "Digital Fabrication", "Assistive Technology", "Service Design", "Participatory Design".
3. Critérios de inclusão: Artigos publicados em revistas científicas indexadas e com alta relevância para os objetivos do estudo.

Para complementar a revisão bibliográfica, será realizada uma análise de documentos disponíveis sobre relatórios de projetos desenvolvidos em Fab Labs, manuais e guias práticos de fabricação digital e Design Participativo e publicações institucionais e estudos de caso publicados por redes de Fab Labs.

Com base nos dados coletados, será desenvolvida uma sistemática para a caracterização e oferta de serviços em Fab Labs voltados para TA. Essa sistemática incluirá:

1. Etapas do processo: Desde a identificação da necessidade do usuário até a entrega do dispositivo.
2. Métodos e ferramentas: Técnicas de Design Participativo, fabricação digital e sistematização de serviços.
3. Atores e recursos: Identificação dos perfis necessários e equipamentos envolvidos.

Os resultados da pesquisa serão apresentados por meio de: Infográficos: Representando o funcionamento de um Fab Lab e o processo de fabricação digital; Diagramas de Fluxo: Demonstrando a sistemática proposta, incluindo atores, recursos e ferramentas em cada etapa; e Quadros Comparativos: Destacando vantagens, limitações e aplicações das tecnologias de fabricação digital.

Os dados coletados serão analisados de forma qualitativa, seguindo os passos de organização temática com o agrupamento das informações em categorias, como tecnologias, metodologias e aplicações, prosseguindo com uma interpretação crítica, avaliando os dados em relação aos objetivos da pesquisa, destacando lacunas e boas práticas, além da validação teórica, fazendo o cruzamento das informações coletadas com teorias e modelos apresentados na literatura.

A metodologia possibilita atingir os resultados de uma sistemática visual para a caracterização de serviços em Fab Labs voltados para TA, com base em revisão de literatura e análise documental; Representação gráfica dos achados, facilitando a comunicação das ideias e o uso prático das informações por pesquisadores, educadores e gestores de Fab Labs; Contribuições para o campo acadêmico, ao consolidar conhecimentos sobre fabricação digital e Design Participativo, e para a prática, ao propor ferramentas aplicáveis à confecção de TA.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Este capítulo apresenta os resultados obtidos na pesquisa, com base na revisão bibliográfica e análise documental. Os resultados são organizados e discutidos em categorias que abordam o funcionamento de Fab Labs, a sistematização de serviços, as tecnologias utilizadas e a aplicação do Design Participativo no contexto da confecção de dispositivos assistivos. Para facilitar a compreensão, infográficos foram elaborados para sintetizar os principais aspectos da pesquisa, conforme apresentado ao longo deste capítulo.

A sistematização de serviços em Fab Labs é um mecanismo essencial para organizar e estruturar processos de forma eficiente, garantindo a entrega de soluções eficazes, personalizadas e inclusivas. Esse modelo é particularmente relevante no contexto da

confeção de TAs, onde a personalização e a funcionalidade são fundamentais para atender às necessidades específicas de cada usuário.

A proposta desenvolvida nesta pesquisa apresenta uma sistemática composta por etapas interdependentes, projetadas para garantir que o desenvolvimento e a entrega dos dispositivos atendam a padrões elevados de qualidade e relevância. Essas etapas estão descritas a seguir, detalhando o fluxo desde a identificação das demandas dos usuários até o acompanhamento pós-entrega do dispositivo:

1. **Triagem do Usuário:** A etapa inicial foca na identificação e categorização dos usuários ou grupos interessados no desenvolvimento de TAs. Inclui coleta de dados demográficos, demandas específicas e o contexto de uso do dispositivo, permitindo o alinhamento de expectativas desde o início.
2. **Identificação das Necessidades:** Realiza-se um levantamento detalhado dos requisitos funcionais e emocionais do usuário final, priorizando a funcionalidade do dispositivo, assegurando que ele se adapte às condições específicas do usuário, como suas capacidades motoras, necessidades de conforto e preferências estéticas. Métodos como entrevistas, observação e questionários são aplicados para a coleta de informações.
3. **Design e Prototipagem:** Baseando-se nos dados coletados, inicia-se o design colaborativo, com a participação ativa do usuário como co-criador, contribuindo com ideias e feedbacks que guiam o desenvolvimento do dispositivo. Ferramentas digitais, como softwares CAD, são usadas para modelar o protótipo. Em seguida, o protótipo físico é fabricado utilizando tecnologias de fabricação digital, como impressoras 3D e cortadoras a laser. Essa etapa incorpora experimentação e iteração para ajustes rápidos conforme surgem desafios.
4. **Teste e Validação:** O protótipo é submetido a testes práticos com o usuário, que fornece feedback detalhado sobre a funcionalidade, conforto e usabilidade do dispositivo. Com base nas observações e feedbacks, realiza-se uma “iteração no design”, ajustando ou refinando aspectos técnicos e estéticos para garantir que o dispositivo final atenda às expectativas e necessidades do usuário. Essa etapa é fundamental para reduzir o risco de abandono, pois assegura que o dispositivo seja plenamente funcional e satisfatório.
5. **Entrega e Suporte:** Após os ajustes finais, o dispositivo é entregue ao usuário, acompanhado de um manual de uso e manutenção, que pode incluir orientações detalhadas, vídeos tutoriais ou sessões práticas. Além disso, oferece suporte técnico pós-entrega, como um canal de comunicação para reparos, ajustes futuros ou

atualizações do dispositivo. Essa fase busca garantir a sustentabilidade do uso, promovendo a longevidade e a efetividade do dispositivo no dia a dia do usuário.

6. **Pós-Atendimento:** Coleta de Feedback através de questionários para entender a experiência do usuário com o produto e o serviço prestado. Analisar como o produto atende às necessidades do usuário e identificar possíveis áreas de melhoria. Registrar as informações coletadas para alimentar futuras melhorias nos processos do Fab Lab, realizando contatos periódicos para verificar se o produto está sendo utilizado de forma satisfatória e identificar novas demandas.

A Figura 11 foi desenvolvida para ilustrar a sistemática proposta, destacando cada etapa do processo. O infográfico serve como uma ferramenta de comunicação clara e acessível, permitindo que a sistemática seja facilmente compreendida e replicada em diferentes Fab Labs.

**Figura 11. Sistemática de Serviços no FabLab.**

## SISTEMÁTICA DE SERVIÇOS NO FAB LAB



Fonte: Produção autoral (2024).

A sistemática proposta foi resultado do estudo e análise de conceitos consolidados na literatura como: Design participativo, Design de Serviços e suas ferramentas. Tópicos essenciais para o embasamento teórico para o desenvolvimento bem sucedido de Tecnologias Assistivas. Tendo como objetivo integrar o usuário em todas as etapas do processo de criação e desenvolvimento, o modelo gerado contempla desde a triagem inicial até o pós atendimento, o que por sua vez, garante que as necessidades do usuário sejam identificadas, ouvidas e solucionadas, promovendo uma maior eficácia e aceitação da TA.

Assim como propôs Norman (2013) e Sanders e Stappers (2008), o resultado da participação ativa do usuário desde a identificação das necessidades até o pós-produção, caracteriza um processo iterativo de melhoria contínua. Essa abordagem é essencial para assegurar que a TA atenda às expectativas do usuário, resultando em outras consequências positivas como a redução do índice do abandono da TA. Além disso, a utilização de tecnologias de fabricação digital como impressoras 3D, fresadoras e cortadoras a laser corroboram para uma resposta ágil aos ajustes necessários e minimização das falhas, como Schrage (2000) indica.

A entrega da TA, acompanhada do suporte contínuo e recolha de feedback no pós-entrega, reflete as melhores práticas em gerenciamento de serviços descritas por Grönroos (1998) e Parasuraman *et al.* (1985). Esse processo de avaliação contínua possibilita obter dados críticos sobre a usabilidade do dispositivo ao longo do tempo, identificando oportunidades para ajustes e melhorias que aumentam sua eficácia. Além disso, o acompanhamento próximo fortalece a relação de confiança entre o usuário e o Fab Lab, promovendo fidelização e garantindo o sucesso do serviço prestado, alinhando-se aos princípios de qualidade percebida e gestão do relacionamento com o cliente.

Figura 12. Design de Serviços e Design Participativo no FabLab.



Fonte: Produção autoral (2024).

Embora a sistemática proposta se baseie em práticas eficazes, ela enfrenta desafios, especialmente no que se refere à escalabilidade e à sustentabilidade operacional. A dependência de tecnologias avançadas e a necessidade de capacitação contínua de usuários e equipes podem limitar a aplicação do modelo em contextos com recursos restritos. No entanto, a clareza do processo, aliada ao uso de tecnologias acessíveis, como a impressão 3D, torna a abordagem viável em Fab Labs, com potencial de adaptação e expansão para diferentes realidades locais. A integração de metodologias de design centrado no usuário e prototipagem rápida, amplamente discutidas na literatura, configuram-se como uma estratégia eficaz para o desenvolvimento de soluções assistivas inovadoras e inclusivas.

Os atores envolvidos no Fab Lab desempenham papéis fundamentais em todas as etapas do processo, desde a concepção até a entrega dos serviços e produtos. A interação colaborativa entre esses atores é essencial para promover inovação, inclusão e eficiência nos serviços do Fab Lab, criando um ambiente onde a troca de conhecimentos e habilidades potencializa o impacto social e tecnológico das soluções desenvolvidas. Para melhor elucidação e compreensão visual dos atores envolvidos no funcionamento de um Fab Lab, a Figura 13 apresenta cada um deles e suas principais características.

Figura 13. Atores e integrantes do Fab Lab.



Fonte: Produção autoral (2024).

Os Fab Labs proporcionam diversas oportunidades de troca de experiências, compartilhamento de técnicas, além da criação colaborativa. Isso se dá graças a sua estrutura de atores diversificada e colaborativa que os compõem. Ilustrado na Figura 13, observa-se um grupo multifacetado e cooperativo, sendo imprescindível para maximizar o potencial de sucesso e inovação em projetos tecnológicos e sociais. Essa configuração demonstra a relevância dos profissionais e demais atores com funções específicas no processo de funcionamento e manutenção da eficiência de um Fab Lab.

A importância de um planejamento estratégico eficiente para a alocação de recursos e organização das atividades é destacada pela presença de gestores em Fab Labs. Assim como argumentado por Troxler (2010), uma gestão adequada é fundamental para assegurar a sustentabilidade operacional, permitindo que funcionem como centros de inovação colaborativa. Simultaneamente, facilitadores e técnicos desempenham um papel essencial na democratização do uso das tecnologias disponíveis, atuando como mediadores que capacitam os usuários por meio da prática e do aprendizado contínuo. Essa abordagem está alinhada ao conceito de "aprender fazendo", defendido por Gershenfeld (2005), que promove o empoderamento dos participantes ao combinarem aprendizado técnico com criação prática.

A inclusão de usuários e comunidade é essencial para o sucesso do Fab Lab e dos dispositivos nele produzidos, já que promove diversidade de perspectivas e conhecimentos. Smith *et al.* (2013) afirma que a integração de estudantes, engenheiros, designers e membros da comunidade local cria um ambiente propício para a inovação participativa, essencial em projetos de TA, onde as demandas específicas do usuário final são prioridade.

Os profissionais como designers e engenheiros, têm o potencial de transformar ideias inovadoras em soluções concretas através de conhecimentos técnicos e metodologias científicas. Menichinelli (2018) aponta que esses profissionais são catalisadores para o desenvolvimento dos dispositivos. Já os educadores e instrutores proporcionam o suporte teórico necessário para suprir uma ampla gama de participantes, oferecendo treinamentos e cursos que aumentam a inclusão de indivíduos com diferentes níveis de habilidade, como sugerido por Blikstein (2013).

Por fim, os colaboradores externos, como universidades, ONGs e empresas, propiciam a ampliação da rede de conhecimento e recursos disponíveis no Fab Lab. A colaboração interinstitucional é frequentemente associada à maior capacidade de resolver problemas complexos, especialmente no campo da TA, onde soluções precisam ser interdisciplinares e altamente adaptadas (Rognoli *et al.*, 2015). Além disso, a inclusão dos indivíduos atendidos pela TA reforça o enfoque centrado no usuário, garantindo que as soluções atendam às necessidades específicas de acessibilidade e usabilidade, em linha com o trabalho de Buehler *et al.* (2014). A interação colaborativa entre os atores do Fab Lab constitui um ecossistema sólido e preparado para inovação tecnológica e social. O sucesso desses espaços depende da integração de competências complementares, do estímulo à troca de conhecimento e do fortalecimento de uma cultura colaborativa.

As tecnologias disponíveis em Fab Labs desempenham um papel central na democratização da fabricação e na criação de dispositivos personalizados. A pesquisa

identificou as principais tecnologias empregadas no contexto da fabricação de dispositivos assistivos: impressão 3D (utilizada para criar protótipos e peças personalizadas de maneira rápida e acessível), Cortadora a Laser e de vinil (ideal para produzir componentes precisos em materiais como madeira, acrílico e plástico), Fresadora de precisão e de grande formato (aplicada na fabricação de peças robustas e complexas). A Figura 15 apresenta as tecnologias, suas aplicações e benefícios no contexto da fabricação assistiva.

**Figura 14. Tecnologias do Fab Lab.**



Fonte: Produção autoral (2024) com base na descrição de Eychenne e Neves (2013).

As tecnologias descritas na Figura 14 refletem o caráter multifuncional dos Fab Labs e sua capacidade de atender a diversos tipos de usuários e projetos. Esses espaços são projetados para democratizar o acesso a ferramentas avançadas de fabricação, promovendo a inovação e o aprendizado interdisciplinar. Segundo Gershenfeld (2005), a combinação dessas tecnologias forma uma "plataforma de fabricação pessoal" que possibilita desde a prototipagem rápida até a produção de peças funcionais.

A disponibilidade conjunta dessas tecnologias nos Fab Labs aponta para um futuro em que a fabricação se torna cada vez mais acessível e personalizada. No entanto, os desafios permanecem, como o custo de obtenção e manutenção desses equipamentos, a necessidade de capacitação técnica dos usuários e outras demandas dispendiosas. Investimentos em pesquisa e formação contínua podem ajudar a superar essas barreiras, garantindo que os Fab Labs continuem a ser espaços inclusivos de inovação.

O Design Participativo foi identificado como uma abordagem essencial para aumentar a aceitação e eficácia dos dispositivos assistivos desenvolvidos. Ao envolver os usuários finais no processo de design, o método garante que suas necessidades sejam diretamente incorporadas nas soluções propostas. Os principais benefícios identificados da sua aplicação são: a maior adesão ao uso dos dispositivos, reduzindo o índice de abandono, soluções mais alinhadas às necessidades específicas dos usuários e a promoção de autonomia e inclusão no processo de criação.

A sistemática proposta foi comparada a modelos documentados em outros Fab Labs e a práticas descritas na literatura. Observou-se que a integração de etapas bem definidas e ferramentas específicas melhora significativamente a eficiência do processo e a qualidade das soluções desenvolvidas.

A inclusão de ferramentas digitais reduz o tempo de desenvolvimento, a aplicação do Design Participativo aumenta a personalização e a aceitação das soluções e a sistematização proporciona maior clareza e replicabilidade dos processos. Os resultados obtidos indicam que a sistematização dos serviços em Fab Labs pode contribuir para: melhorar a eficiência e a acessibilidade no desenvolvimento de dispositivos assistivos, ampliar o impacto social dos Fab Labs, promovendo inclusão e inovação e criar um modelo replicável que possa ser aplicado em diferentes contextos e laboratórios.

Ainda como resultados advindos deste trabalho, foi desenvolvido um artigo intitulado “Fabricação Digital no Desenvolvimento de Tecnologias Assistivas: Uma Revisão Bibliométrica”, contando com a co-autoria de Marina Lima Figueirêdo, Arquiteta e Urbanista e mestre em Energias Renováveis e o professor Doutor Marcelo Gitirana Gomes Ferreira. O artigo foi submetido e aceito no congresso internacional ErgoTrip Design 2024. Buscou-se apresentar a importância de uma revisão bibliométrica sobre a fabricação digital no desenvolvimento de tecnologias assistivas, expondo a necessidade de mapear o avanço científico e tecnológico deste campo emergente.

A análise bibliométrica é uma ferramenta excepcional para identificar tendências emergentes, inovações, redes de colaboração acadêmica e as publicações de maior impacto, oferecendo uma visão abrangente e sistematizada da produção científica em um campo específico. Esse método também possibilita a identificação de lacunas no conhecimento e oportunidades para novas pesquisas, funcionando como um guia estratégico para orientar estudos futuros e contribuições relevantes. Assim, o objetivo da elaboração do artigo foi conduzir uma revisão bibliométrica da literatura relacionada à aplicação da fabricação digital no desenvolvimento de tecnologias assistivas, contribuindo para a expansão desse campo de conhecimento.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos através das pesquisas evidenciam a importância de uma sistemática estruturada para a caracterização dos serviços ofertados em Fab Labs voltados à Tecnologia Assistiva (TA). A análise revelou que ferramentas de Design de Serviços, como Blueprints, Mapas de Jornada do Usuário e Mapas de Stakeholders, apresentam significativa adequação para os Fab Labs ao facilitar o planejamento e personalização dos serviços. Estas ferramentas se mostraram especialmente eficazes na promoção do Design Participativo, fortalecendo o envolvimento ativo dos usuários finais no processo de desenvolvimento de dispositivos minimizando falhas e o risco do abandono da TA produzida.

É válido destacar que tecnologias de fabricação digital são cruciais para a viabilização de soluções personalizadas, proporcionando maior eficiência e redução de custos na confecção de dispositivos assistivos. A inclusão de usuários como co-criadores no processo de design contribuiu para uma maior aceitação dos dispositivos, alinhando-se aos princípios de inclusão e inovação social.

As contribuições da pesquisa para a área de estudo incluem uma abordagem que combina métodos de Design de Serviço com práticas de fabricação digital, oferecendo um modelo que pode ser replicado em outros contextos e laboratórios. A proposta de uma sistemática clara para a organização e caracterização dos serviços oferecidos em Fab Labs fornece um framework que pode ser utilizado por outros pesquisadores e profissionais para melhorar a eficiência e a eficácia na entrega de TA.

A relevância prática e as implicações da pesquisa podem ser destacadas nos seguintes aspectos:

No âmbito da inclusão social, a pesquisa contribui para a inclusão de pessoas com deficiência, ressaltando a importância de tecnologias assistivas como soluções personalizadas que atendem às suas necessidades específicas. A pesquisa pode servir como base para a criação de programas de capacitação para educadores e gestores de Fab Labs, melhorando a qualidade dos serviços oferecidos e a formação de profissionais na área de design de serviços e TA.

A integração de práticas participativas e tecnologias emergentes em Fab Labs pode fomentar a inovação social, criando um ambiente propício para o desenvolvimento de soluções que atendam às demandas da população com deficiência.

A pesquisa enriquece o campo acadêmico ao consolidar conhecimentos sobre Fabricação Digital, Design Participativo e Tecnologias Assistivas, servindo como referência para futuros estudos e práticas na área. Essas implicações práticas destacam a importância da pesquisa não apenas no contexto acadêmico, mas também na aplicação real em comunidades, promovendo a inclusão e a acessibilidade.

Entre as limitações deste estudo, destaca-se a variabilidade na disponibilidade de recursos e tecnologias nos Fab Labs, o que pode influenciar a replicabilidade das soluções desenvolvidas. Além disso, a pesquisa concentrou-se principalmente na impressão 3D e no corte a laser, não explorando em profundidade outras tecnologias assistivas disponíveis nesses espaços, como eletrônica embarcada ou materiais avançados.

Outro aspecto não abordado com maior detalhamento foi o impacto das influências culturais e sociais sobre a aceitação e o uso de dispositivos assistivos, o que limita a compreensão das barreiras contextuais enfrentadas pelos usuários. Essas restrições indicam a necessidade de estudos futuros que ampliem o escopo metodológico e considerem essas variáveis de maneira mais abrangente.

Pesquisas futuras podem ser desenvolvidas no âmbito da avaliação do impacto das soluções desenvolvidas em Fab Labs na vida dos usuários de tecnologias assistivas, considerando aspectos como autonomia, inclusão social e satisfação. Além disso, recomenda-se explorar a integração de tecnologias emergentes, como inteligência artificial e Internet das Coisas (IoT), em conjunto com a impressão 3D, para o desenvolvimento de dispositivos assistivos mais avançados e personalizados.

Outro eixo recomendado de grande relevância é a análise da relação custo-benefício do uso de Fab Labs para a produção de tecnologias assistivas em comparação a métodos tradicionais, considerando dimensões financeiras, sociais e de acessibilidade. Há também o estímulo de desenvolver ferramentas e métricas específicas para avaliar a eficácia dos serviços oferecidos, com foco em usabilidade, satisfação do usuário e impacto social. Por fim, sugere-se investigar como os Fab Labs podem fortalecer sua integração com comunidades locais, promovendo a co-criação de soluções alinhadas às necessidades específicas das populações atendidas.

Este estudo reafirma o potencial dos Fab Labs como catalisadores de inovação inclusiva no campo das tecnologias assistivas, destacando a relevância da sistematização de suas ofertas por meio de métodos e ferramentas de design de serviços. Ao promover o design participativo e a personalização de dispositivos assistivos, os Fab Labs não apenas fortalecem a autonomia e a inclusão social dos usuários, mas também demonstram como

a fabricação digital pode ser um recurso estratégico para atender às demandas específicas de comunidades diversas.

Espera-se que as contribuições deste trabalho inspirem novas pesquisas e práticas que ampliem o acesso e a eficiência das tecnologias assistivas, consolidando os Fab Labs como espaços de co-criação sustentável e transformadora.

## REFERÊNCIAS

- ANDRICH, R. **Empowerment ed educazione all'autonomia**. In: **Convegno Gli Ausili Informatici Nella Promozione Dell'autonomia: Riabilitazione, Educazione, Integrazione**, 2002, Prato. Anais [...]. Disponível em: [https://portale.siva.it/files/doc/library/Andrich\\_InterventoPrato20021214.pdf](https://portale.siva.it/files/doc/library/Andrich_InterventoPrato20021214.pdf). Acesso em: 02 nov. 2024.
- ANDERSON, Chris. **Makers: The New Industrial Revolution**. Nova York: Crown Business, 2012.
- BARBALHO, T. V.; ENGLER, R. C. Design de Serviços para a Inovação Social: Um estudo de caso sobre design, serviços relacionais e desenvolvimento sustentável. **Design e Tecnologia**, v. 10, n. 21, p. 112–140, 29 dez. 2020.
- BAXTER, S.; ENDERBY, P.; EVANS, P.; JUDGE, S. Barriers and facilitators to the use of high-technology augmentative and alternative communication devices: A systematic review and qualitative synthesis. **International Journal of Language & Communication Disorders**, v. 47, n.2, pp. 115-129, 2012.
- Basso, L. A. **Contribuição do Designer no Projeto de Recursos de Tecnologia Assistiva: Proposta de Intervenção Colaborativa**. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- BASTOS, P. A. L. S.; SILVA, M. S.; RIBEIRO, N. M.; MOTA, R. DE S.; GALVÃO FILHO, T. Tecnologia assistiva e políticas públicas no Brasil. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, v. 31, 2023
- BERMAN, B. 3-D printing: The new industrial revolution. **Business Horizons**, v. 55, n. 2, p. 155-162, 2012.
- BERSCH, R. DE C. R. **Design de um Serviço de Tecnologia Assistiva em Escola Públicas**. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- BERSCH, R. **Introdução a Tecnologia Assistiva**. CEDI - Centro Especializado em Desenvolvimento Infantil. Porto Alegre, 2008. Disponível em: <[https://www.assistiva.com.br/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf)> Acessado em: 02 out. 2024.
- BERTHOLDO NETO, E. **Sistemas de Tecnologias Urbanas Colaborativas: Os casos da Rede Fab Lab Livre SP e o Mobilab**. Dissertação. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2017.
- BLIKSTEIN, P. Digital fabrication and 'making' in education: the democratization of invention. In: **WALTER-HERRMANN, J.; BÜCHING, C.** (Eds.). *FabLabs: of machines, makers and inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013.
- BONACIN, R. **Um modelo de desenvolvimento de sistemas para suporte a cooperação fundamentado em Design Participativo e Semiótica Organizacional**. Tese. Instituto de Computação Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2004.
- BORDENAVE, J. E. D. **O que é participação**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1983.

BROWN, T. **Change by Design: How Design Thinking Creates New Alternatives for Business and Society**. Harper Business, 2009.

BUEHLER, E.; COMRIE, N.; HOFMANN, M.; MCDONALD, S.; HURST, A. Assistive technology and DIY: A case study in fabrication. **Proceedings of the 16th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility**, 2014.

CAMARGO, L. S. A.; FAZANI, A. J. Explorando o Design Participativo como Prática de Desenvolvimento de Sistemas de Informação. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, Ribeirão Preto, v. 5, n. 1, p. 138-150, 2014.

CANDI, M. The role of design in the development of technology-based services. **Design Studies**, v. 28, p. 559-583, 2007.

CANÔNICA, R.; PEIXE, R. I. P.; SANTOS, A. S.; KHOLS, C. Relações entre o design participativo e princípios pedagógicos freireanos. **Anais do 11o Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**. Gramado, RS: Editora Edgard Blücher, dez. 2014. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/12739>>. Acesso em: 26 out. 2024.

CARDOSO, R. **Uma Introdução à História do Design**, São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

CATELLI, G. **Excelência em hotelaria: uma abordagem prática**. Qualitymark, Rio de Janeiro, 1994.

COMITÊ DE AJUDAS TÉCNICAS. **Ata da Reunião VII, de dezembro de 2007 Secretaria Especial dos Direitos Humanos, Presidência da República (CORDE/SEDH/PR) Brasil**, 2007. Disponível em: <[https://www.assistiva.com.br/Ata\\_VII\\_Reuni%C3%A3o\\_do\\_Comite\\_de\\_Ajudas\\_T%C3%A9cnicas.pdf](https://www.assistiva.com.br/Ata_VII_Reuni%C3%A3o_do_Comite_de_Ajudas_T%C3%A9cnicas.pdf)>. Acesso em: 1 out. 2024

COOK, A. M.; POLGAR, J. M. **Cook & Hussey's Assistive Technologies: Principles and Practice**. 3. ed. Michigan: Mosby Elsevier, 2008.

Cook, A. M.; Polgar, J. M. **Assistive Technologies: Principles and Practice**. Elsevier Health Sciences, 2015.

COSTA, C. M. O. N. G.; VIEIRA PELEGRINI, A. **O Design dos Makerspaces e dos Fablabs no Brasil: um mapeamento preliminar Design of Makerspaces and Fablabs in Brazil: a preliminary mapping Design & Tecnologia**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.fablabs.io/labs>>.

COSTA JUNIOR, J. **Proposição de um modelo de referência para o design de serviço ecoeficiente em sistemas produto-serviço**. Dissertação. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

CRUZ, D. M. C. DA; EMMEL, M. L. G. Políticas Públicas de Tecnologia Assistiva no Brasil: Um Estudo Sobre a Usabilidade e abandono por Pessoas com Deficiência Física. **Revista FSA**, v. 12, n. 1, p. 79–106, 1 jan. 2015.

DICKIE, I. et al. Abordagem sistêmica na caracterização da participação no processo de

Crowd-Design. Blucher Design Proceedings. Anais... Em: **13o Congresso Pesquisa E Desenvolvimento Em Design**. Joinville, Brasil: Editora Blucher, mar. 2019. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/30033>>. Acesso em: 26 out. 2024.

Diniz, G. S. **Espaços da Nova Revolução Industrial: Os Fab Labs em São Paulo- SP**. TESE. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2020.

DODGSON, M.; GANN, D. **Inovação**. 1ª ed., Porto Alegre: L&PM Pocket Encyclopaedia, 2014.

EUSTAT CONSORTIUM. **Educação em tecnologia de apoio para utilizadores finais: linhas de orientação para formadores**. Disponível em: <<http://www.siva.it/research/eustat/eustgupt.html#Toc454593269>>.

EYCHENNE, F.; NEVES, H. **Fab Lab: A Vanguarda da Nova Revolução Industrial**. São Paulo: Editora Fab Lab Brasil, 2013.

**The Fab Foundation. Getting Started with Fab Labs**. Disponível em: <<https://fabfoundation.org/getting-started/>>. Acesso 14/05/2024.

FIEP. **O que é FabLab**. Disponível em: <<https://www.sistemafiep.org.br/fablab/oqueeofablab-2-32401-349731.shtml>>. Acesso em: 7 set. 2024.

FIITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. A. **Administração de Serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação**. 6.ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2011.

FITZSIMMONS, James A.; FITZSIMMONS, Mona J.. **Administração de serviços. Operações, estratégia e tecnologia de informação**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

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.

GERSHENFELD, N. **The Coming Revolution on Your Desktop - from Personal Computers to Personal Fabrication**. Cambridge: Basic Books, 2005

GERSHENFELD, NI. How to Make Almost Anything – The Digital Fabrication Revolution. **Foreign Affairs 91**, no. 6, 2012.

GIBSON, I.; ROSEN, D. W.; STUCKER, B. *Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing*. **Springer**, 2015.

GOMES, Irene. **Pessoas com deficiência têm menor acesso à educação, ao trabalho e à renda**. Agência IBGE Notícias, 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-denoticias/noticias/37317-pessoas-com-deficiencia-tem-menor-acesso-a-educacao-aotrabalho-e-a-renda>. Acessado em: 30 set. 2024.

GONÇALVES, D. S. **Design como prática social: o uso da fabricação digital em projetos para inovação social na rede Fab Lab Livre SP**. Dissertação. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2024.

- GRONROOS, C. **Service management and marketing**. Lexington, Mass.: Lexington Books, 1990.
- GRONROOS, C. "Marketing Services: The Case of a Missing Product". **Journal of Business & Industrial Marketin**,1998
- HOLLINS, B.; HOLLINS, G. **Total Design: managing the design process in the service sector**. London: Pitman, 1991.
- HOROVITZ, J. **Qualidade de serviço: a batalha pela conquista do cliente**. São Paulo: Nobel, 1993.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saúde 2019**. Rio de Janeiro, 2019.
- IGOE, T.; MOTA, C. "A Strategist's Guide to Digital Fabrication".Strategy+Business, Issue 64-Autumn. 2011.
- ISO 9999: 2007. **Norma Internacional; Classificação**. Disponível em: < <http://www.unit.org.uy/misc/catalogo/9999.pdf><. Acessado em: 02 nov. 2010.
- JURAN, J. M.. **Juran na liderança pela qualidade**. Editora Pioneira, São Paulo, 1990.
- KARLSSON, F.; HOLGERSSON, J.; SÖDERSTRÖM, E.; HEDSTRÖM, K. Exploring user participation approaches in public e-service development. **Government Information Quarterly**, v. 29, n. 2, p. 158–168, 2012.
- KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Marketing management**. 15 ed. New Jersey: Pearson, 2015.
- LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.
- Lobato, F. H. **Proposta de Modelo de Design Participativo na Construção de Interfaces nos Serviços Públicos Digitais**. Tese. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.
- LOVELOCK, C. H. Classifying Services to Gain Strategic Marketing Insights. **Journal of Marketing**, v. 47, n. 3, p. 9–20, 1983.
- LOVELOCK, C.; WRIGHT, L. **Services marketing: people, technology, strategy**. 6. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2007.
- MARAVILHAS, S.; MARTINS, J. FAB LABS: ESTÍMULO À INOVAÇÃO, USANDO A FABRICAÇÃO DIGITAL. **Revista Gestão Inovação e Tecnologias**, vol. 6, no 4, p. 3499–3514, 18 dez. 2016.
- MARKLAND, R. E.; VICKERY, S. K.; DAVIS, R. A.. **Operations management – concepts in manufacturing and services**. Cincinnati: South-Western College Publishing, 1998.
- MARQUES, L. R. F.; FERNANDES, N. M.; ARAÚJO, R. P. D.; PASCHOARELLI, L. C.; CAMPOS, L. DE F. A.; MONT'ALVÃO, C. Card sorting adaptado para pessoas com deficiência visual: investigação dos aspectos acessíveis nas metodologias de Design. *Em: Tecnologia assistiva: estudos*. 1. ed. Bauru: Canal 6, 2021.

MENICHINELLI, M.. A framework for mapping the impact of the maker movement. **The Design Journal**, v. 21, n.3, p. 385–405, 2018.

MILLER, M. E. **How Many Service Designers Does It Take to Define Service Design?**. Practical by Design, 2015. Disponível em: <https://blog.practicalservicedesign.com/howmany-service-designers-does-it-take-to-define-service-design-6f87af060ce9>. Acesso em 10 de out. de 2024.

MORAES, G. G. DE; CATECATI, T.; MERINO, G. S. A. D.; MERINO, E. A. D.; FERREIRA, M. G. G. Processos Produtivos de AFO nas Oficinas Ortopédicas do SUS: Implantação da indústria 4.0- uma revisão. *Em: Tecnologia Assistiva: Estudos Teóricos*. 1. ed. Bauru: Canal 6 editora, 2018. p. 169–179.

MORITZ, S. **Service Design: practical access to an evolving field**. Koln International School of Design, University of Applied Sciences Cologne, 2005.

NORMAN, D. A. **The Design of Everyday Things**. MIT Press, 2013.

OLIVEIRA, A.; CAMARGO, M.. **A tecnologia nas prestadoras de serviços**. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/61546/a-tecnologia-nas-prestadoras-de-servicos>>. Acesso em: 14 out. 2024

OLIVEIRA, D. J. L. **O Uso da Prototipagem e Fabricação Digital no Ambiente Fab Lab**. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

PARASURAMAN, A.; ZEITHAML, V. A.; BERRY, L. L. "A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research". **Journal of Marketing**, 1985.

PHILLIPS, B.; ZHAO, H. Predictors of Assistive Technology Abandonment. **Assistive Technology**, v. 5, n. 1, p. 36–45, 30 jun. 1993.

PONTES, D. **Design Estratégico e Design de Serviços: Uma Discussão Metodológica a Partir de um Projeto de Serviços Hospitalares**. Dissertação. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Porto Alegre, 2012.

QUINN, J. B.; BARUCH, J. J.; PAQUETTE, P. C. Technology in Services. **Scientific American**, v. 257, n. 2, Dec. 1987.

RAMOS, M.; MERINO, E. A. D.; MERINO, G. S. A. D.; FERREIRA, M. G. G. Design de serviços e experiência do usuário (UX): uma análise do relacionamento das áreas. **DAPesquisa**, v. 11, n. 16, p. 105–123, 9 set. 2016.

**RD Station Blog**. Disponível em: <<https://www.rdstation.com/blog/agencias/stakeholders/>>. Acesso em 20/06/2024.

ROGNOLI, V.; BIANCHINI, M.; MAFFEI, S.; KARANA, E.. DIY materials. **Materials & Design**, v.86, p. 692-702, 2015.

SANDERS, E. B.-N.; STAPPERS, P. J. Co-creation and the new landscapes of design. **CoDesign**, v.4, n. 1, p. 5–18, 2008.

SANTOS, S. S. **O Design Participativo do Sistema de Informações da Associação dos Agricultores Ecológicos da Encostas da Serra Geral – AGRECO**. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SANTOS, A. **Design Science Research**. In: SANTOS, A. Seleção do método de pesquisa: guia para pós-graduandos e áreas afins. Curitiba-PR: Insight, 2018. p. 71-90.

SCHRAGE, M. **Serious Play: How the World's Best Companies Simulate to Innovate**. Harvard Business School Press, 2000.

SILVA, E. F.; SILVA, L. M.; DEON, V. G.; TOSO, M. A. Impressão 3D Aplicada à Tecnologia Assistiva, **Destaques Acadêmicos**, Lajedo, v. 12, n. 4, p. 181-193, 2020.

SHOSTACK, G. Lynn. Designing services that deliver. **Harvard Business Review**, v. 62, n. 1, p. 133-139, 1984.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

SMITH, A.; FRESSOLI, M.; ABROL, D.; AROUND, E.; ELY, A. Grassroots innovation movements: Challenge and contributions. **Journal of Cleaner Production**, v. 63, p. 11412, 2013.

SMITH, A.; HIELSCHER, S.; DCKEL, S.; SODERBERG, J.; VAN O. ELLEN, G. **Digital Fabrication and Makerspaces: Reconfiguring, Relocating and Recalibrating Innovation?** (2013). University of Sussex, SPRU Working Paper SWPS 2013-02, Disponível em <https://ssrn.com/abstract=2731835>.

SOARES, J. M. M.; CAMPOS, P. E. F. DE. Tecnologias assistivas e deficiência: um encontro das mulheres-mães com a fabricação digital nos Fab Labs. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 17, n. 1, p. 7–22, 12 nov. 2021.

SÖDERBERG, J. How open hardware drives digital fabrication tools such as the 3D printer. **Internet Policy Review**, v. 2, n. 2, 18 jun. 2013.

STICKDORN, M; SCHNEIDER, J. **This is Service Design Thinking: basics, tools, cases**. Amsterdam: BIS Publishers, 2014.

STICKDORN, M.; HORMESS, M.; LAWRENCE, A.; SCHNEIDER, J. **Isto é Design de Serviço na Prática: como aplicar o design de serviço no mundo real- manual do praticante**. Porto Alegre: Bookman, 2020.

TAO, G.; CHARM, G.; KABACIŃSKA, K.; MILLER, W. C.; ROBILLARD, J. M. Evaluation Tools for Assistive Technologies: A Scoping Review. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 101, n. 6, p. 1025–1040, jun. 2020.

TIZZEI, L. P.; FOSCHIANI, F.; SANTOS, A. **Projetos participativos no contexto brasileiro**. Campinas: Unicamp, 2009. Disponível em: <[http://www.unicamp.br/~hans/mo827/trabalhosFinais/MO827A\\_grupoG\\_artigo\\_final.pdf](http://www.unicamp.br/~hans/mo827/trabalhosFinais/MO827A_grupoG_artigo_final.pdf)>. Acesso em: 03 out. 2024.

TROXLER, P. Commons-based peer-production of physical goods: Is there room for a hybrid innovation ecology? **Proceedings of the 3rd Free Culture Research Conference**, 2010.

TROXLER, P. Making the 3rd Industrial Revolution: The struggle for polycentric structures and a new peer-production commons in the Fab Lab community. In: **PARADISO, J.; CUARTIELLES, F.; ENCARNACAO, M. L.; ARTOPOULOS, E.** (Eds.). *Proceedings of the 8th ACM Conference on Creativity and Cognition*. p. 1-10. New York: ACM, 2011.

WALTER-HERRMANN, J., & BÜCHING, C. (Eds.). (2013). ***FabLab: Of Machines, Makers and Inventors***. Bielefeld: Transcript Verlag.

ZEITHAML, V. A.; BITNER, M. J. **Services marketing**. New York: McGraw-Hill, 1996.

ZHANG, D.; LIU, X.; QIU, J. 3D printing of glass by additive manufacturing techniques: a review. **Frontiers of Optoelectronics**, 10 jul. 2020.