

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE - FEAC
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA - PROFIAP

TAIANE GONÇALVES DE LIMA

CIDADES INTELIGENTES E FABRICAÇÃO DIGITAL:
Proposta para implementação de um Fab-Lab em Maceió - AL

MACEIÓ - ALAGOAS

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE – FEAC
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA - PROFIAP

TAIANE GONÇALVES DE LIMA

CIDADES INTELIGENTES E FABRICAÇÃO DIGITAL:
Proposta para implementação de um Fab-Lab em Maceió - AL

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas, como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional (PROFIAP), para obtenção do grau de Mestre em Administração Pública

Orientador (a): Profa. Dra. Luciana Peixoto Santa Rita.

Coorientadora: Nicholas Joseph Tavares da Cruz

MACEIÓ - ALAGOAS

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Mãe Rainha, que estiveram sempre em minhas orações, para que me concedessem sabedoria e força na realização deste projeto.

A minha família, em especial, ao meu pai José Gonçalves, ao reiterar diversas vezes que “*não faz mais do que sua obrigação*” ao tratar de assuntos acadêmicos; à minha mãe, Zuleide, com seu discurso veemente de “*você não é todo mundo*”, ao tentar, maternalmente, estimular a evolução pessoal desta filha; aos meus irmãos, Júnior e Juliane, por me incentivarem, e ao meu marido, Thaynan, por me aguentar e incentivar pacientemente durante todo esse processo.

A minha orientadora, Luciana P. Santa Rita, e ao meu coorientador, Nicholas Joseph Tavares da Cruz, os quais gentilmente aceitaram contribuir para esta pesquisa com suas orientações, esclarecimentos e correções, sempre com prontidão e incentivo, para se alcançar o melhor resultado possível; assim como agradeço à banca examinadora pela disponibilidade e pelos apontamentos feitos desde a qualificação, essenciais para o aprimoramento desta dissertação.

Aos professores, técnico e alunos da turma PROFIAP/UFAL, por tornarem possível a realização deste mestrado. Em especial, a turma 2019.2, que reuniu um grupo unido de incentivo ao próximo. Em especial, a Thatiana, por ter divulgado o edital do mestrado, possibilitando a mim o acesso ao mesmo. Também aos colegas Jovino, Suzana, Karleany e Mayara, que por tantas vezes me auxiliaram e motivaram no desenvolvimento das atividades acadêmicas.

Agradeço em especial, também, à Prof^ª. Dr^ª. Adriana Capretz, minha orientadora de iniciação científica ainda no período da graduação, que me iniciou e incentivou na pesquisa acadêmica, proporcionando-me ensinamentos que aprecio até os dias atuais.

Aos responsáveis por todos os laboratórios que visitei para o desenvolvimento da pesquisa, que me receberam com prontidão em ajudar e foram fundamentais para o conhecimento do objeto estudado e para que eu passasse a admirar ainda mais o que está sendo desenvolvido nesses espaços, e, de maneira geral, a todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para esta conquista. Grata!

RESUMO

As “smart cities” (SC) ou “Cidades Inteligentes”, em português, vem se tornando muito popular como uma alternativa de modelo de cidade que busca melhorar a qualidade de vida nos centros urbanos, com base no uso de ferramentas de tecnologia da informação e comunicação (TIC). Os “Fab Labs” são laboratórios de fabricação digital que incentivam a criação de novos produtos, propriedade intelectual e negócios na área de tecnologia. Em termos metodológicos, a presente pesquisa se classifica como aplicada, exploratória e de abordagem qualitativa. Optou-se por adotar como estratégia de pesquisa uma inspiração ao método Design Science Research, que possui foco na produção projetos e artefatos. De acordo com a pesquisa desenvolvida, foi verificada carência de um laboratório para promover a fabricação digital e capacitar a comunidade de forma mais ampla entre jovens e adultos, buscando atender àqueles que não se enquadram nos requisitos de participação dos laboratórios existentes. Para tal situação foi apresentada a proposta de projeto de um Fab Lab móvel, configuração que se apresentou como mais adequada, atendendo a critérios de localização, alcance de público e mobilidade da proposta, oferecendo cursos e serviços gratuito, a fim de gerar interesse nos jovens e adultos sobre as possibilidades da fabricação digital e promover a capacitação na área. Assim, como objetivo geral, este estudo busca apresentar diretrizes para uma proposta de projeto de um Fab Lab para a cidade de Maceió-AL. Para se alcançar o produto final, foram elaborados objetivos específicos, que aludiam um levantamento e mapeamento dos laboratórios congêneres na cidade, desenvolvimento de uma proposta de projeto – elaboração de um plano operacional com estudo de viabilidade econômico/financeira. Como conclusões da pesquisa, foi verificado que para melhorar o posicionamento de Maceió como “cidade inteligente”, a capacitação tecnológica de sua comunidade é um dos caminhos a serem percorridos. Em paralelo à investigação sobre o processo de construção dos Fab Labs, levantou-se um conjunto de orientações da fundação Fab Lab, essencial ao processo construtivo dos laboratórios, revelando também os diferentes formatos em que os laboratórios podem ser implantados, buscando se adequar da melhor forma possível às necessidades locais. Por fim, este trabalho buscou do ponto de vista prático, apresentar como produto final um relatório técnico com diretrizes para implantação de um Fab Lab móvel para Maceió, apresentando um documento que sirva de subsídio para iniciativas na área, buscando, em um contexto geral contribuir sobre o desenvolvimento de pesquisas na área de desenvolvimento de laboratórios de fabricação digital.

Palavras-chaves: Fabricação digital; Movimento *Maker*; Laboratório Móvel.

ABSTRACT

Smart cities (SC) are becoming very popular as an alternative city model that seeks to improve the quality of life in urban centers based on the use of information and communication technology (ICT) tools. The "Fab Labs" are digital fabrication laboratories that encourage the creation of new products, intellectual property, and businesses in the area of technology. The general objective of this study is to develop a project proposal for a Fab Lab for the city of Maceió-AL. In methodological terms, the research is classified as applied, exploratory, and qualitative. It was chosen to adopt as a research strategy an inspiration to the Design Science Research method, which focuses on the production of projects and artifacts. According to the research developed, it was verified the lack of a laboratory to promote digital fabrication and to capacitate the community in a broader way, between young people and adults, seeking to attend those who do not fit the requirements of participation in the existing laboratories. For this situation, the project proposal of a mobile Fab Lab was presented, a configuration that presented itself as the most adequate to serve the most distant communities, meeting the criteria of location diversity and mobility of the proposal, offering courses and services, in order to generate an interest in young people and adults about the possibilities of digital fabrication and promote training in the area. To reach the final product, specific objectives were outlined, consisting of a macro planning of the elaboration of a Fab Lab, specification of the project of a Mobile Fab Lab, and an operational plan with economic/financial viability and proposal of projects to be developed. As conclusions of the research it was verified that in order to improve the positioning of Maceió as a "smart city", the technological qualification of its community is one of the paths to be taken. In parallel, the investigation about the construction process of the Fab Labs raised a set of guidelines from the Fab Lab foundation essential to the construction process of the labs, also revealing the different formats that the labs can be deployed, seeking to adapt as best as possible to the local needs, based on the mobile lab proposal presented in this work. Finally, this work sought to contribute theoretically about the studies for the development of digital fabrication laboratories, and from the practical point of view, this work presented as a final product a technical report with guidelines for the implementation of a mobile Fab Lab for Maceió, presenting a document that serves as a subsidy for initiatives in the area. In a macro context, it seeks to contribute to the process of digital qualification, with a laboratory model that is more accessible to citizens, which allows technological qualification for the creation of products, encouraging the generation of jobs and income.

Keywords: Digital Fabrication, Maker Movement, Mobile Lab.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Um tear de Jacquard.	18
Figura 2 - Detalhes dos cartões perfurados.	19
Figura 3- Exemplo de método subtrativo por uma fresadora.	20
Figura 4 - Exemplo de método aditivo por uma impressora 3D	20
Figura 5- Mapa com localização dos Fab Lab no Brasil	23
Figura 6 - Princípios de Atuação de um Fab Lab	24
Figura 7 - Requisitos para um laboratório se qualificar como um Fab Lab.	25
Figura 8 - Kit Básico Fab Lab	26
Figura 9- Fab Lab House.	27
Figura 10- Brinquedo Scotie.....	28
Figura 11- Layerchair.	28
Figura 12 - Fabricação de protetores faciais no Curitiba Fab.....	29
Figura 13 - Protetores faciais do Fab Lab Newtom.....	29
Figura 14 - Diagrama com áreas de planejamento para o projeto do Fab Lab.....	40
Figura 15 - Gráfico com a participação dos setores no PIB de Maceió (2019).....	42
Figura 16 - Fab Lab UFAL.....	51
Figura 17- Recepção do Centro Tecnológico do IFAL	53
Figura 18 - Bancadas de Trabalho do Centro Tecnológico	53
Figura 19 - Entrada do Espaço <i>Maker</i> da Escola Sesi do Benedito Bentes.....	54
Figura 20 - Sala do Sebrae Lab.	55
Figura 21 - Impressoras 3D do Espaço <i>Maker</i> do Sebrae	55
Figura 22- Sala do Senai Hub.....	56
Figura 23 - Bancada de trabalho do Hub senai com uma impressora 3D	57
Figura 24- Sala do Laboratório Eflex Maceió	58
Figura 25- Mapa com localização de Laboratório com tecnologia de Fabricação Digital na cidade de Maceió.....	60
Figura 26 - Diagrama com definições da proposta do projeto.	67

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1- Tipologias de Fab Lab e principais características.	31
QUADRO 2 - Características espaciais de um Fab Lab.....	35
QUADRO 3 - Recursos Humanos de um Fab Lab.....	36
QUADRO 4 - Conjunto de máquinas Básicas para um Fab Lab.	38
QUADRO 5- Sugestão de aparelhagem para um Fab Lab	39
QUADRO 6 - Resultados da revisão de literatura.....	44
QUADRO 7- Características: estudo de caso, pesquisa-ação e Design Science Research	46
QUADRO 8- Levantamento das instituições com cursos de nível superior e técnico nas áreas de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo.	50
QUADRO 9 - Exemplos de Fab Lab Móveis.	64
QUADRO 10 - Programação de atividades do laboratório.	70
QUADRO 11 - Plano de produção de cursos e consultoria do laboratório.	73
QUADRO 12 - Plano de produção de usuário atendidos do laboratório.....	73
QUADRO 13 - Valores de investimentos fixos	74
QUADRO 14 - Levantamento dos custos operacionais fixos.	75
QUADRO 15 - Custos de produção de atividades do projeto.....	77
QUADRO 16 - Cronograma das etapas do projeto	80
QUADRO 17- Plano de ação para Implementação do Fab Lab.....	81
QUADRO 18 - Proposta de indicadores de desempenho.....	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDTD - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

CAD - Desenho Assistido pelo computador

CAM - Manufatura Assistida pelo Computador

CBA - Centro de Bits e Átomos

CNC - Comando Numérico computadorizado

CTEC - Centro de Tecnologia

DSR - Design Science Research

EUA - Estado Unidos da América

Fab Lab - Laboratório de Fabricação Digital

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ITS - Instituto de Tecnologia Social

MIT - Instituto de tecnologia de Massachusetts

PIB - Produto Interno Bruto

RAIS - Relação Anual de Informações Sociais

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação

UFAL - Universidade Federal de Alagoas

4IR - Quarta Revolução Industrial

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Contextualização.....	11
1.2 Problemática	12
1.3 Objetivos.....	14
1.4 Justificativa e Relevância da Pesquisa.....	15
1.5 Estrutura da Dissertação	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Tecnologia e Fabricação Digital.....	17
2.2 Apresentando o Fab Lab: Conceito e experiências.....	22
2.3 Planejando um Fab Lab	30
2.4 Caracterização do Município de Maceió: Dados Socioeconômicos.....	40
3. METODOLOGIA.....	43
3.1 Revisão Sistemática de literatura.....	44
3.2 Caracterização da pesquisa	45
3.3 Estratégia de Pesquisa.....	45
3.4 Coleta e Tratamento de Dados.....	47
4. ANÁLISE SITUACIONAL – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	48
4.1 Mapeamento dos laboratórios de Fabricação digital em Maceió.	48
4.2 Desenvolvimento do Projeto: Proposta do Fab Lab Itinerante - o “ <i>Lab móvel Conecta Maceió</i> ”.	61
4.3 Plano Operacional e Estudo de Viabilidade Econômico/financeira	68
4.3.1. Programa de atividades	68
4.3.2 Estudo de Viabilidade financeira do projeto.....	72
5. PLANO DE AÇÃO	79
5.1 Diretrizes para implementação o Fab Lab.	82
5.2 Formulário de Avaliação	85
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	85

6.1. Limitações da pesquisa	87
6.2. Direcionamento para estudos futuros	88
REFERÊNCIAS	89
ANEXO A - A Carta Fab	94
ANEXO B - Listagem de Fab Labs do Brasil registrados na rede Fab Lab segundo site da Fab Foundation.....	95
APÊNDICE A – Análise das publicações levantados na revisão bibliográfica sistemática ..	101
APÊNDICE B – Relatório Técnico	107

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A partir da década de 1990, em um cenário de aumento dos índices de urbanização que traziam consigo problemas de atendimento à população, e em paralelo ao crescimento do uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC), vem ganhando relevância a temática das cidades inteligentes, que tem como questão principal o uso de tecnologias para auxiliar a resolver os problemas das cidades (ALAWADHI *et al.* 2012; SILVA; LEITE; PINHEIRO, 2016).

Buscando resolver os problemas das cidades, crescem as iniciativas dos governos, buscando tornar as cidades mais inteligentes, podendo-se citar a iniciativa do Rio de Janeiro com o Centro de Operações do Rio (COR), o “Inovapoa” de porto Alegre, projetos que fornecem um conjunto de serviços públicos por meios tecnológicos aos cidadãos (LEMOS; MONT’ALVERNE, 2015). Paralelamente, há um aumento também da quantidade de aplicativos de serviços digitais de empresas privadas para atender a necessidades específicas, tal como a criação do Waze para atender ao tráfego rodoviário, a criação do Uber para transporte de passageiros, dentre outros (REMÉDIO; SILVA, 2017).

No contexto global, a maioria dos projetos voltados para tornar as cidades mais inteligentes estão concentrados em regiões desenvolvidas, como Europa, Estados Unidos, Japão, China; e uma participação ainda tímida, em outros países da América do Sul, Emirados Árabes, e Coreia do Sul (KON; SANTANA, 2016). No Brasil, o conceito de cidades inteligentes ainda é um processo embrionário, com alguns sistemas em operação e políticas públicas em desenvolvimento (CUNHA *et al.* 2016; SOUZA, 2020).

Há uma linha de pensamento que alerta para o fato de que o advento das cidades inteligentes possa formar uma nova forma de gentrificação relacionada à exclusão de parcela da população que não possui habilidades suficientes para lidar com a tecnologia (HOLLANDS, 2008). Corre-se o risco de, na tentativa de constituição das cidades inteligentes, ser deixado de lado um dos seus principais aspectos que é a participação popular na gestão urbana, intermediada pelos recursos tecnológicos (ARAÚJO; GUIMARÃES; XAVIER, 2019).

O cenário tecnológico atual aponta uma quarta revolução industrial, ou Indústria 4.0, que é uma transição de novos sistemas construídos sobre a infraestrutura da revolução digital. No contexto desta nova revolução industrial, ocorre a chamada sociedade colaborativa, com novos modos de organização do trabalho os chamados “terceiros lugares”, que são espaços de

compartilhamento, tais como coworking, living labs e os laboratórios de fabricação digital, ou “Fab Lab”, como também são conhecidos (SCHWAB; DAVIS, 2019).

A proposta do “Fab Lab” (abreviação do termo em inglês “fabrication laboratory”), vem orientada para ser um modelo de laboratório que pretende ser mais acessível aos cidadãos, buscam democratizar o acesso de tecnologias digitais, permitindo a criação de novos produtos. Os Fab Labs compõem uma rede global de laboratórios locais que fornecem acesso a ferramentas para fabricação digital, compostos por ferramentas diversas como máquinas de corte, impressoras 3D, computadores, softwares de programação, e uma equipe de pessoas capacitadas para dar suporte (UIRBAN SYSTEMS, 2012; SOUZA, 2020). A produção acadêmica sobre a rede Fab Lab ainda não pode ser considerada abundante, mas encontra-se em processo de crescimento (SILVA; SILVA; RUTHSCHILLI, 2019), sustentando a contribuição deste estudo para a produção acadêmica da área.

No contexto local os governos municipal e estadual vêm desenvolvendo projetos na área de tecnologia, tal como a Lei de Inovação de Maceió, o MCZ online (portal de serviços), o projeto “Maceió cidade inteligente” e o Programa Oxetech Lab, este último oferece qualificação gratuita na área de tecnologia em cursos certificados. (ALAGOAS, 2021; MIRANDA, 2021; MACEIÓ, 2021). A Proposta de um Fab Lab para Maceió vem com a intenção de somar às demais iniciativas na área que estão em desenvolvimento, em um formato ainda não disponível na cidade.

1.2 Problemática

No processo de transição para cidades inteligentes, os desafios devem ser ponderados, a fim de evitar prejuízos a comunidade, tal como: situações de exclusão digital, riscos de disparidades sociais entre grupos populacionais, polarização espacial e gentrificação, controle e vigilância dos cidadãos, questões de transparência, privacidade e coleta de dados pessoais, falta de pessoal formado e necessidade de atualizações frequentes (ANGELIDOU, 2014).

A oferta de serviços digitais tem aumentado cada vez mais (Medeiros *et al.*, 2020), situação que foi intensificada pelo isolamento social advindo da pandemia do COVID-19, no qual os funcionários aderiram ao home office e passaram a trabalhar remotamente (HERN, 2020), os bancos priorizaram serviços digitais (ALMEIDA, 2020), lojas tiveram que se adaptar para compras e vendas online (MEYERSOHN, 2020). Neste cenário, a administração pública também teve que se adaptar e intensificou o uso serviços online, que vinham sendo aplicado desde a década de 1990, com e-government (MEDEIROS *et al.*, 2020).

O processo de isolamento social evidenciou desafios técnicos e socioeconômicos relacionados a utilização de serviços digitais, como por exemplo o caso do auxílio emergencial, que foi concebido por procedimentos digitais, acarretando uma série de problemas com uma parcela de beneficiados, devido a situações de analfabetismo, a falta de acesso à internet, dispositivos incompatíveis com o sistema. Diante das experiências dos problemas relacionados ao acesso de serviços digitais, aponta-se que a exclusão digital deve ser uma questão a ser considerada durante a elaboração de políticas públicas, ao lado de problemas técnicos tradicionais (MEDEIROS *et al.* 2020).

Outra questão importante ocorre quando os serviços de tecnologia são fornecidos por empresas privadas, detentoras de aplicativos. Segundo Remédio e Silva (2017), nesta situação podem ocorrer condutas discriminatórias, potencializando a exclusão de zonas periféricas, de acordo com o interesse comercial das empresas, as quais categorizam quais indivíduos são de “interesse comercial”, gerando, assim uma segregação social, com relação ao serviço prestado.

Como experiência desta questão, cita-se um caso do aplicativo Uber, que ocorreu em São Paulo, na região da Vila Brasilândia, quando, por questões de segurança, os motoristas do aplicativo não aceitam viagens para o local e, em razão da dificuldade de se conseguir carro da Uber, moradores da área criaram um serviço semelhante, utilizando-se de um aplicativo de mensagens de texto. Ou seja, sem a criação de uma plataforma própria para tal, sem a tecnologia necessária, o serviço tornou-se mais simples e sem alguns sistemas de proteção, como a reputação de usuários e motoristas e o sistema de geolocalização (SOUZA, 2017).

Empresas de aplicativos, especialmente aquelas que trabalham com *Big Data*, geram grande impacto nas cidades, e ocorre que são poucas as empresas detentoras de tal tecnologia, gerando monopólios em determinados setores. Alerta-se para a necessidade do Estado em adotar políticas públicas voltadas à área de tecnologia para que a sociedade brasileira tenha condições de ser fabricante de tecnologias, e o país não fique dependente das empresas de aplicativos, que são, em sua maioria, estrangeiras. (REMÉDIO; SILVA, 2017).

É importante lembrar também que dados fornecidos por aplicativos podem ser utilizados pelo poder público para se criar políticas públicas. Quando não se consegue captar a visão das pessoas sem acesso à internet, tais grupos ficam excluídos no processo do planejamento urbano (REMÉDIO; SILVA, 2017), condição divergente da dinâmica das cidades inteligentes, que preza pela participação popular no processo de gestão urbana.

Junto à ascensão do movimento das cidades inteligentes, deve-se dar relevância ao debate sobre políticas públicas que busquem garantir a participação popular no desenvolvimento das cidades, viabilizando que a tecnologia seja aplicada dentro do contexto

de facilitador, e não como a solução final, desempenhando um papel de suporte aos anseios da população (ESTEVEES *et al.*, 2018).

Em meio a todos os desafios relacionados à construção de cidades inteligentes, este estudo vem orientado ao processo de capacitação digital, sendo de fundamental importância que a comunidade como um todo saiba utilizar e produzir tecnologias, para democratizar o acesso das oportunidades oferecidas pelas cidades inteligentes.

Posto o contexto da problemática acima exposta, esta pesquisa traz como proposta um estudo de instalação de um Laboratório de Fabricação Digital para a cidade de Maceió, buscando contribuir no processo de capacitação tecnológica da comunidade, proposta esta que, para ser desenvolvida, levanta as seguintes questões de pesquisa:

- Como se dá o processo de construção de um Fab Lab?
- Como a instalação de um Fab Lab pode contribuir sobre a capacitação tecnológica da comunidade de Maceió?
- Qual a viabilidade econômica e operacional do projeto?

1.3 Objetivos

Visando responder à pergunta de pesquisa apresentada, alguns objetivos foram estabelecidos para nortear este trabalho.

Como **objetivo geral** esta pesquisa busca desenvolver **a proposta de instalação de um Laboratório de Fabricação Digital para Maceió/AL, frente às perspectivas das cidades inteligentes.**

Para alcançar o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Levantar e mapear os Laboratórios de fabricação digital presentes na cidade de Maceió, a fim de compreender o cenário local quanto à oferta deste tipo de serviço;
- b) Identificar os processos necessários para a criação de um Fab Lab e desenvolver uma proposta de projeto de Fab Lab com detalhamento das áreas do planejamento, estratégias e definição de suas principais características.

- c) Elaborar um plano operacional e estudo de viabilidade econômico/financeiro para o projeto com estratégia de funcionamento e o levantamento dos custos para a construção e operação do laboratório.
- d) Elaborar um Plano de ação com diretrizes para implantação do Fab Lab.

1.4 Justificativa e Relevância da Pesquisa

Nesta seção, procura-se apresentar as motivações do tema estudado, apresentando as justificativas, denominadas aqui de *implicações teóricas e práticas*, abordando também os critérios de relevância, atualidade, importância literária, e a originalidade do estudo.

As iniciativas de Fab Lab ainda são consideradas como um projeto de pesquisa ativo e em andamento, sendo vários os encorajadores e diversos resultados positivos. Porém, esta iniciativa ainda é uma hipótese constantemente testada (AGUIAR *et al.*, 2017), sustentando a contribuição no campo teórico deste estudo para o desenvolvimento de pesquisas na área.

Do ponto de vista prático a pesquisa propõe como produto final um relatório técnico com as diretrizes para implantação de um Laboratório de Fabricação Digital para Maceió, disponibilizando um documento que sirva de subsídio para iniciativas na área, como projetos públicos, ou propostas de negócios para empreendedores interessados em investir na área.

Com investimentos financeiros e interesses de terceiros (público ou privado), a pesquisa pode avançar para além proposta teórica. No caso da implantação real do laboratório, as implicações práticas estariam relacionadas em contribuir na inclusão digital da comunidade, e em auxiliar na geração de trabalho e renda, com o desenvolvimento de produtos ou com a capacitação dos cidadãos.

Na cidade de Maceió, a rede de laboratório de capacitação tecnológica como fab labs, espaços *makers*, laboratórios de prototipagem, dentre outros, atende a um público específico e restrito de usuários. Neste contexto, a originalidade deste estudo está pautada em propor um Fab Lab buscando atender outras áreas e públicos, ainda não contemplados pelos laboratórios atuais, configurando uma proposta nova para a cidade.

O estudo atende ao critério de atualidade ao entender que está envolvido em um debate com temas contemporâneos, o conceito de Cidades Inteligentes, assim como os de laboratórios de fabricação digital, são temas que surgiram entre as décadas de 1980 e 1990, e encontram-se em expansão, sendo possível depreender que, atualmente, a rede Fab Lab está presente em mais de 100 países.

Propondo um estudo de implantação de um Fab Lab para a cidade, a relevância do trabalho está relacionada ao fato de este contribuir com um processo de capacitação digital, com um modelo de laboratório mais acessível aos cidadãos, que permite a criação de produtos, incentivando a geração de trabalho e renda.

Como exemplificação de resultados práticos positivos sobre casos de Fab Lab em operação pelo país, pode-se citar o caso da rede Free Fab Lab de São Paulo, um projeto de iniciativa do governo municipal que conta com doze unidades pela cidade, onde cerca de 1,2 mil pessoas já participaram de ações do Fab Labs e fabricaram cerca de 60 produtos diferentes, entre eles bicicletas, próteses e outros produtos (VIEIRA; BRESCIANI; SANTOS, 2017). Em uma pesquisa sobre a rede, os resultados apontaram os Free Fabs como uma alternativa ao desemprego e à exclusão social, e como uma oportunidade para geração de empreendedores tecnológicos em um meio de economia colaborativa (VIEIRA; BRESCIANI; SANTOS, 2017).

1.5 Estrutura da Dissertação

A dissertação foi estruturada em seis capítulos, contendo: Introdução; Revisão da Literatura; Metodologia; Apresentação dos Resultados, Plano de Ação e o capítulo final de Conclusão.

O Capítulo 1 traz a introdução da pesquisa, contextualiza o universo do trabalho e explora pontos centrais da temática da pesquisa, como a problemática, objetivos, justificativa e relevância, além da estruturação da dissertação. O Capítulo 2 apresenta a revisão da literatura da pesquisa, o qual apresenta tópicos no âmbito da tecnologia e fabricação digital, Fab Labs, um panorama socioeconômico da cidade de Maceió e um mapeamento dos laboratórios de fabricação digital em Maceió, a fim de conhecer o cenário local.

No Capítulo 3 é apresentada a metodologia utilizada no trabalho, elencando aspectos da revisão de literatura, caracterização e estratégia da pesquisa, coleta e tratamento dos dados e, por fim, o roteiro metodológico da pesquisa, no qual se discrimina como foram alcançados os resultados deste trabalho. O Capítulo 4 traz a apresentação dos resultados, os quais buscam atender aos objetivos específicos, e apresenta o levantamento dos recursos necessários para construção de um Fab Lab, a proposta do projeto do laboratório, o plano operacional e econômico-financeiro como uma estratégia de funcionamento para o laboratório.

O Capítulo 5 apresenta o Plano de Ação, que corresponde a uma etapa da pesquisa no âmbito do mestrado profissional de Administração Pública, se apresentando como um documento com as recomendações para implantação e o objeto de pesquisa. Por fim, o capítulo

6 apresenta as considerações finais com as conclusões do trabalho, a resposta à pergunta da pesquisa, o atendimento dos objetivos, as limitações da pesquisa e sugestões para novos trabalhos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Apresenta-se neste capítulo referências sobre a temática da tecnologia e Fabricação Digital, Laboratórios de fabricação digital e um panorama da cidade de Maceió quanto suas características socioeconômicas e à oferta de laboratórios de fabricação digital em Maceió, auxiliando a compreender o cenário local, onde os conteúdos abordados buscam compor o quadro teórico do estudo, para auxiliar na construção da proposta da pesquisa.

2.1 Tecnologia e Fabricação Digital

Os principais componentes das cidades inteligentes estão organizados em três categorias: **tecnologia, pessoas e instituição** (NAM; PARDO, 2011). Sendo importante destacar a tecnologia como uma ferramenta utilizada pelas instituições (públicas ou privadas) para promover o desenvolvimento de cidades, onde as pessoas são os principais agentes da mudança com domínio sobre o uso da tecnologia (OLIVEIRA; CAMPOLARGO, 2015).

Como visto acima, o setor tecnológico é um dos pilares das cidades inteligentes, o qual está em um cenário atual de evolução tecnológica conhecido como a quarta revolução industrial (4IR, na sigla em inglês), trazendo como base tecnológica para a Indústria a introdução das tecnologias da Internet na indústria (DRATH; HORCH, 2014).

O termo Indústria 4.0 foi utilizado pela primeira vez em 2011, na Feira de Hanover, Alemanha, para definir o que seria a Quarta Revolução Industrial, como parte da estratégia do Governo Alemão para o desenvolvimento de alta tecnologia para a manufatura no país. (FIRJAN, 2016)

A indústria 4.0 “baseia-se na criação de redes e interconectividade entre os ativos e tecnologias existentes, utilizando-se, principalmente, das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)”. É vasto o campo de tecnologias que compõe este cenário, podendo-se citar a transformação digital, a automatização, big data, impressão 3D (manufatura aditiva), computação nas nuvens, robôs autônomos, realidade virtual aumentada, sistemas ciber-físicos,

inteligência artificial, sensores inteligentes, drones, simulação digital, *smart factory*, nanotecnologia, biotecnologia, entre outros (RITA, 2021).

Dentro do grande campo de aplicações da tecnologia de informação (TICs), esta pesquisa traz como recorte de estudo o campo da fabricação digital. Segundo BALLERINI (2017), a fabricação digital é o resultado da integração do design e da produção industrial, através das técnicas de informação e de comunicação digital. De forma mais simples, pode-se falar que a fabricação digital permite criar digitalmente objetos (ação do design por meio de programas de modelagem/desenho 2D ou 3D) e fabricá-los através de máquinas específicas (3D, cortadoras à laser, fresadoras, routers, entre outras), por meio de técnicas de comunicação e informação entre as máquinas, pois elas agem interconectadas.

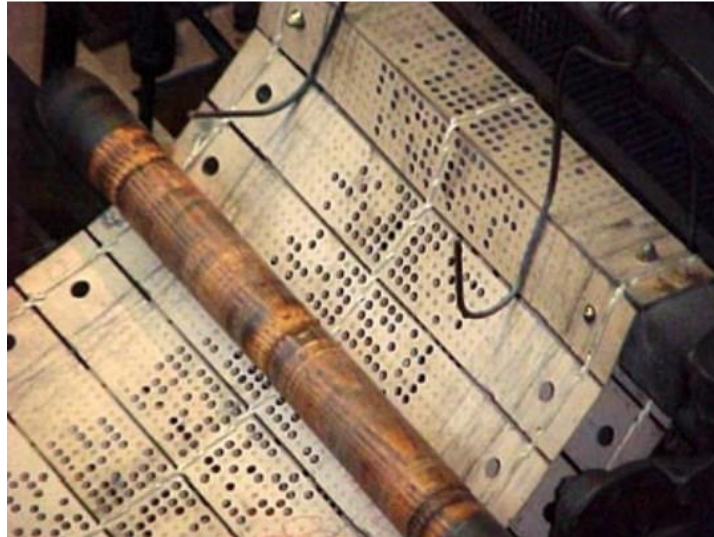
As origens da fabricação digital remontam ao início do século XIX, com a utilização de sistema binários (que são a base da linguagem computacional), como por exemplo na fabricação de cortinas e tapetes, com o tear Jacquard (figuras 1 e 2), nos quais as informações eram transmitidas através de pequenos furos em um papel duro, que sinalizavam comandos positivos ou negativos para o tear máquina, que inseriria diferentes cores de corda criando vários padrões para a tecelagem. Com o avanço tecnológico, de acordo com a matriz lógica do computador, tal codificação tornou-se dados eletrônicos e os princípios permaneceram os mesmos ao longo do tempo (MIYASAKA; FABRÍCIO, 2015).

Figura 1 - Um tear de Jacquard



Fonte: Musée des Arts et Métiers¹

¹ (Disponível em: <https://maestrovirtuale.com/tear-jacquard- historia-operacao-usos/>).

Figura 2- Detalhes dos cartões perfurados

Fonte: Oliveira (2016)

O advento da Fabricação digital como conhecemos atualmente (regida por códigos digitais) deu-se a partir da década de 1950, resultado de um período de grandes transformações tecnológicas, como o avanço da linguagem matemática dos computadores na produção fabril, o advento do CNC (Comando Numérico computadorizado) e a evolução das técnicas de CAD (desenho assistido pelo computador) e CAM (manufatura assistida pelo computador), entrando definitivamente nas mais diversas linhas de produção da grande indústria. (BALLERINI, 2017)

A fabricação digital é regida por máquinas com sistemas CNCs (Comando Numérico Computadorizado), nos quais os controles das ferramentas são programáveis por computador. Tais máquinas podem produzir objetos em diversas escalas e dimensões, conforme o número de eixos e a partir, basicamente, de três métodos: subtrativos, formativos e aditivos (PUPO, 2009). Como exemplo temos as máquinas CNC, fresadora, jato de água, furadeira, entalhadeira, retificadoras, e impressoras 3D.

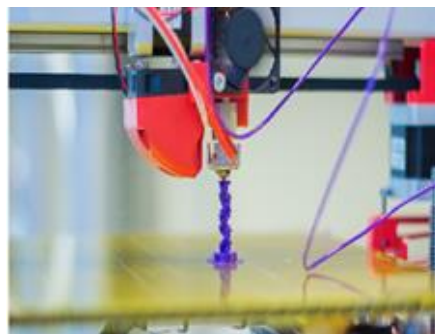
No método subtrativo (figura 3) um bloco de material é esculpido através de um processo de desgaste, seguindo um desenho previamente definido. No método formativo o objeto se forma através de moldes adaptáveis por meio de um modelo digital, e o método aditivo (figura 4) ocorre a deposição de materiais, camada sobre camada, formando um objeto, muito utilizado em algumas impressoras 3D. (BALLERINI, 2017).

Figura 3- Exemplo de método subtrativo por uma fresadora



Fonte: BALLERINI (2017)

Figura 4 - Exemplo de método aditivo por uma impressora 3D



Fonte: BALLERINI (2017)

Os Fab Labs são, por essência, um espaço de fabricação de prototipagem rápida de produtos, que agrupa um conjunto de máquinas que utilizam de tecnologia de fabricação digital como impressora 3D, fresadora, máquina de corte a laser entre outras, sendo relevante abordar, também, sobre os conceitos de prototipagem, a fim do leitor compreender melhor sua funcionalidade e importância.

Durante o processo de desenvolvimento de novos produtos são utilizados modelos volumétricos que auxiliam a compreender a “ideia” do produto, tornando mais claro o entendimento de suas formas e funcionalidades (OLIVEIRA, 2016). Havendo diferentes formas de representação física de um produto, que são os modelos de produtos, e que podem variar em virtude da forma de execução, material, utilização, dentre outros quesitos, variando, também, de acordo com o objetivo da peça, que podem ser estudos ergonômicos, estéticos, testes eletrônicos, testes de funcionalidade, testes de produção, dentre outro (LIMA, 2006).

O ato de prototipar tem a função de auxiliar na avaliação de projetos, sendo a passagem da forma abstrata para a forma física, onde o protótipo é a expressão visual de uma ideia, tornando-a mais tangível, buscando simular a realidade e proporcionando as validações necessárias. Os protótipos podem ser utilmente pensados como “ferramentas de aprendizagem”,

podendo ser produzidos em qualquer fase no processo de produção do produto para explorar, desenvolver e comunicar ideias (VIANA, 2012).

Protótipos destinam-se a testar a função e a realização de um novo projeto antes de entrar em produção. Um protótipo tem a intenção de simular uma análise do produto da forma mais realista quanto possível, permitindo a opinião do usuário sobre o modelo, e destacando as deficiências ou falhas no produto antes de entrar em produção em série. (ERLHOFF; MARSHAL, 2008)

Seguindo o conceito de Volpato (2007), a Prototipagem Rápida é um conjunto de técnicas utilizadas para fabricar, de forma rápida, um modelo ou protótipo físico 3D com informações obtidas por computador via sistema CAD de dados. Para o autor, o aparecimento da prototipagem rápida é um marco em termos de tecnologias de manufatura, pois proporciona economia de tempo e capacidade para fabricar geometrias complexas quando comparada a outros processos.

Para Bradshaw *et al.* (2010), a tecnologia conhecida como "Prototipagem Rápida" era chamada de "rápida" porque produzia modelos de forma mais fácil e rápido do que os outros métodos convencionais de controle numérico na época, e foi chamada de "prototipagem" porque era muito lenta e cara para ser usado na produção em larga escala. Para o autor, as máquinas de fabricação digital vieram como facilitadores do processo de prototipagem, no qual, por meio de um programa de computador, pode-se desenhar (sistema CAD) e programar uma máquina para fabricar um modelo com a forma desejada.

Com o passar dos anos e o desenvolvimento da indústria, as máquinas de prototipagem rápida evoluíram e tornaram-se cada vez mais acessíveis. Depois da queda de algumas patentes importantes no campo da impressão 3D, estimulou-se o desenvolvimento de máquina de baixo custo. Também no cenário nacional, onde o Brasil tem se expandido nos últimos anos, o mercado de impressoras 3D proporcionou a fabricação de máquinas nacionais, barateando os custos com relação às máquinas importadas e popularizando sua utilização (ANDERSON, 2012, OLIVEIRA, 2016).

Apesar dos Fab Labs serem conhecidos como laboratórios de prototipagem rápida, a depender do maquinário, tecnologia, equipamentos e espaços disponíveis, tais laboratórios podem desenvolver diferentes modelos de produtos, não se restringindo apenas ao "protótipo" em si, podendo desenvolver também as maquetes e mockups, podendo até viabilizar a produção em escala de algumas peças, a depender do objetivo e capacidade do laboratório.

2.2 Apresentando o Fab Lab: Conceito e experiências

O termo “Fab Lab” é uma abreviação de “*fabrication laboratory*”, em tradução livre para o português: “laboratório de fabricação”. A rede Fab Lab é definida de forma sintética como uma rede global de laboratórios locais que fornecem acesso a ferramentas para fabricação digital, incentivando o desenvolvimento de projetos na área (URBAN SYSTEMS, 2012). Trata-se de uma definição sucinta, apresentada pela fab charter, carta de princípios dos Fab Lab.

Tais laboratórios estão inseridos em um contexto de sistema de sociedade colaborativa que vem se popularizando e, com ela, novos modos de organização de trabalho estão sendo implantados, como os chamados “terceiros lugares”, que são espaços de compartilhamento, os quais possuem características em comuns, como: devem ser neutros (sem relação de casa/empregador), ter acesso livre, ser adequado para reuniões, frequência de uso pelos usuários, e o compartilhamento de equipamentos e ideias, havendo uma variedade de formas destes espaços, como os *coworkings*, Fab Labs e living labs (SCAILLEREZ; TREMBLAY, 2017).

Em diversas cidades estes espaços de convívio cotidiano são também conhecidos como *maker space*, uma relação ao movimento “maker” ou “faça você mesmo”, que seguem a premissa de utilizar mínimos recursos e ter máxima distribuição de ideias e projetos. Nestes espaços, cidadãos tornam-se membros, e contribuem em projetos coletivos ou trazem suas demandas para que sejam incorporadas pelo grupo (PINTO *et al.*, 2016).

Di Roma; Minenna; Scarcelli (2017) também fazem um adendo importante, ao pontuar que em períodos de crise de sistemas políticos e econômicos a dificuldade leva o homem a se ajudar mutuamente e a ativar suas habilidades técnicas para enfrentar situações práticas e tangíveis. Tal situação, muito ocorrente em países emergentes como o Brasil, fazem emergir cenários de cooperação, como pode ser visto nos espaços de compartilhamento, como os citados acima (VIEIRA; BRESCIANI; SANTOS, 2017).

A concepção do Fab Lab tem origem em 2001, no Centro de Bits e Átomos (CBA), sediado no Instituto de tecnologia de Massachusetts (MIT), Estado Unidos da América (EUA), com base em uma aula ministrada por Neil Gershenfeld, professor e coordenador do MIT Media Lab, intitulada de “Como Fazer (quase) Qualquer Coisa”. Com o financiamento da National Science Foundation, uma estrutura foi desenvolvida para estudar a fronteira entre a computação e a fabricação pessoal. Inicialmente, o local foi projetado para ensinar um pequeno grupo de estudantes de pesquisa como usar as ferramentas do CBA. (GERSHENFELD, 2012)

Inspirado pelo sucesso dessa primeira classe, em 2003, o CBA, com o apoio da National Science Foundation, iniciou um projeto maior com a aquisição de equipamentos e softwares e, a partir de dezembro de 2003, uma equipe da CBA montou o primeiro laboratório fabril na cidade de Boston. Em 2004, uma comunidade ganense mostrou interesse no laboratório e com o apoio e ajuda da National Science Foundation e de uma equipe local, foi montado o segundo laboratório fabril na cidade de Sekondi Takoradi, na costa de Gana (GERSHENFELD, 2012).

Desde então, o conceito do laboratório vem se popularizando, desenvolvendo-se internacionalmente e estando presente atualmente em mais de 100 países, que se relacionam por uma dinâmica em rede, sendo auxiliado por organizações como a Fab Foundation, organização americana que auxilia na criação e regulamentação de laboratórios e, no caso do Brasil, podemos destacar a Fab Lab Brasil Network (GERSHENFELD, 2012; FABFOUNDATION, 2018).

Quanto ao contexto nacional, em específico, na rede Fab Lab Brasil foram encontrados 103 laboratórios registrados na Fab Foundation como ativos, os quais estão distribuídos em diversas cidades do país (figura 5). Na cidade de Maceió, está registrado o Fab Lab UFAL, que é um laboratório acadêmico do Centro de Tecnologia (CTEC) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Figura 5- Mapa com localização dos Fab Lab no Brasil



Fonte: Fablabs.io. (2022)

Em uma conceituação mais detalhadas, a Fab Foundation define Fab Lab como uma plataforma de prototipagem técnica para inovação e invenção, estimulando o empreendedorismo local, sendo também uma plataforma de aprendizagem e inovação, um lugar para brincar, criar, aprender, orientar e inventar, onde todos os laboratórios estão conectados a

uma rede global de alunos, educadores, tecnólogos, pesquisadores e criados, que compartilha ferramentas e processos em comuns (FAB FOUNDATION, 2021).

De forma geral, um Fab Lab é um espaço de fabricação que emprega o conceito de prototipagem rápida (de menor custo), que agrupa um conjunto de máquinas computadorizadas - como impressora 3D, fresadora, máquina de corte a laser, etc., e está ligado a uma rede mundial de laboratório, tendo como bandeiras mais fortes a colaboração e/ou compartilhamento de ideias e projetos (SILVA; SILVA; RUTHSCHILLING, 2019).

Os Fab Labs, ao contrário dos centros de inovação comuns, pretendem ser mais acessíveis aos cidadãos, buscando democratizar o acesso de tecnologias digitais e permitindo a criação de novos produtos (a baixo custo), propriedade intelectual e negócios (SOUZA, 2020).

Conforme a Rede Fab Lab Brasil, conceitualmente, o Fab Lab está estruturado sob três princípios ou três focos de atuação, sendo eles: Negócios e Empreendimentos, onde os laboratórios funcionam como incubadoras de novos projetos e negócios que podem ser apoiado por financiadores; Comunidade e Sustentabilidade, onde os laboratórios funcionam como local para o desenvolvimento de projetos de impacto social e ambiental, procurando soluções aos problemas locais, se conectando com o público jovem e de pessoas socialmente desfavorecidas para inclui-los nos novos modelos de produção e criação; e Educação e Pesquisa, que, por meio da Fab Academy, promove treinamento na produção digital e desenvolvimento de negócios e de infraestrutura, com cursos ministrados por especialistas na área, por meio de videoconferência, que são repassados pelos instrutores locais à comunidade usuária do laboratório. (FAB LAB BRASIL, 2022)

Figura 6 - Princípios de Atuação de um Fab Lab

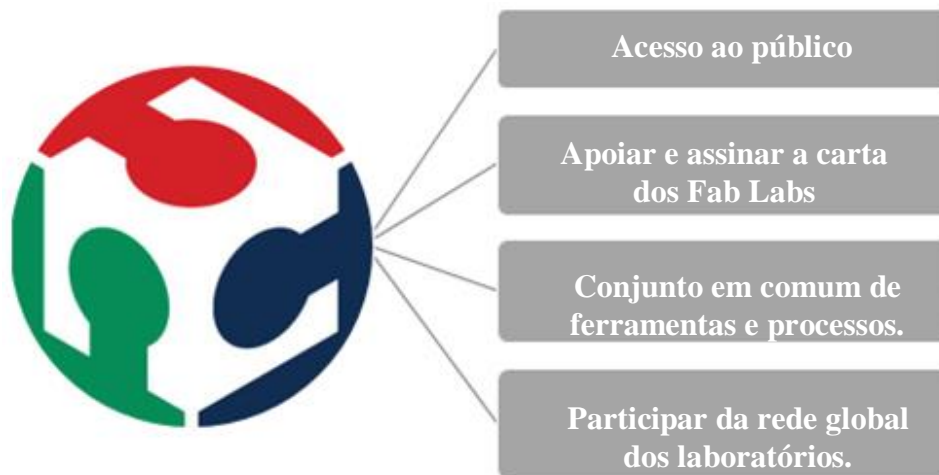


Fonte: Adaptado de Fab Lab Brasil²

² Disponível em: <https://fablabbrasil.org.wordpress.com/o-que-e-2/> - (2020).

Para um laboratório comum de Fabricação Digital se qualificar como um Fab Lab e ingressar na rede é necessário obedecer a alguns requisitos recomendadas pela Fab Foundation (Figura 7), sendo eles: 1) Acesso gratuito ao Público, pois por buscar a democratização do acesso às tecnologias de fabricação digital, é essencial que um Fab Lab esteja disponível para o público de forma gratuita pelo menos um dia por semana, o que é conhecido como *Open Day*; 2) apoiar e assinar a carta dos Fab Lab, carta de princípios da rede (disponível no anexo A), que apresenta a missão e outros pontos essenciais dos laboratórios; 3) compartilhar um conjunto em comum de ferramentas e processos, já que a ideia é que com a padronização todos os laboratórios possam compartilhar conhecimento e projetos que possam ser replicados em todos e quaisquer laboratórios da rede, visto que todos terão acesso aos mesmos recursos; e, por fim, 4) participar da rede global de Fab Labs, devendo ser participativo, compartilhar ferramentas, processos, conhecimentos e projetos com os outros laboratórios da rede; Participar da rede por meio de videoconferências ou encontros presenciais, entre outros eventos. (FAB FOUNDATION, 2022).

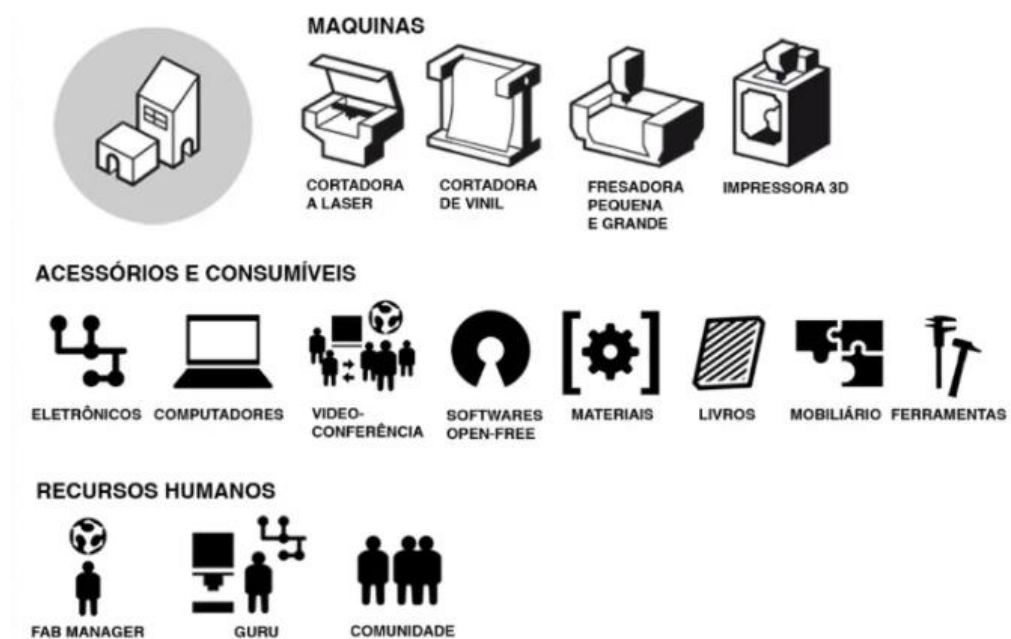
Figura 7 - Requisitos para um laboratório se qualificar como um Fab Lab.



Fonte: Adaptado de Fab Foundation (2020).

Para atender adequadamente às necessidades e objetivos de um Fab Lab, os laboratórios devem possuir uma infraestrutura básica que viabilize seu funcionamento, a qual é apresentada como o “Kit Básico de um Fab Lab” (Figura 8), compreendido por um espaço adequado, máquinas especializadas, acessórios e consumíveis, e Recursos Humanos capacitados na área.

Figura 8 - Kit Básico Fab Lab



Fonte: Iconografia de Laura Pandelle, (2013).³

A padronização de alguns critérios para criação dos laboratórios busca garantir a replicação dos projetos em qualquer Fab Lab, pois os usuários vão encontrar os mesmos recursos tecnológicos em qualquer laboratório. Assim, qualquer pessoa poderá replicar o mesmo produto em outro laboratório, utilizando apenas o manual de criação daquele produto (AGUIAR *et al.* 2017). Gershenfeld (2012, p. 48) fornece um exemplo desta dinâmica:

A partir do laboratório de Boston, foi iniciado um projeto para fazer antenas, rádios, e terminais para redes sem fio. O projeto foi refinado em um laboratório fabuloso na Noruega, foi testado em um na África do Sul, foi implantado de um no Afeganistão, e agora está funcionando em um sistema autossustentável base comercial no Quênia (GERSHENFELD, 2012, p. 48).

O Autor explica que nenhum desses locais provavelmente tinha conhecimento para projetar e produzir as redes por conta própria, mas ao compartilhar arquivos de projeto e produzir os componentes localmente, eles conseguiram fazê-lo juntos.

Os Fab Labs, apesar de se apoiarem em princípios comuns, possuem algumas características específicas que variam de acordo com o local ou com o propósito da organização financiadora, tais como: objetivo à que se destina, onde se localiza, os usuários, o tipo de serviço fornecido, dentre outros. Dessa forma, podem-se considerar três categorias de Fab Labs:

³ Traduzida por Heloísa Neves em *Workshop - Conhecendo o Fab Lab: Como criar um Fab Lab* (2013).

Os Fab Labs Acadêmicos, aqueles que são amparados por uma universidade ou escola; os Fab Labs Profissionais, que têm por vocação o desenvolvimento de produtos para o mercado, desenvolvidos em conjunto com empresas, startups e empreendedores e os Fab Labs Públicos, que são institutos de desenvolvimento mantidos pelo governo ou por comunidades locais (OLIVEIRA, 2016).

A fim de auxiliar na compreensão de benefícios e resultados obtidos com a implantação dos Fab Lab, vale apresentar alguns projetos que foram realizados por laboratórios ao redor do mundo e no Brasil.

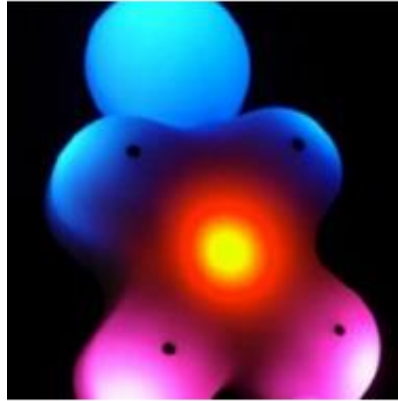
A Fab Lab House, construída pelo Fab Lab de Barcelona, é um projeto de uma habitação que atende aos quesitos eficiência energética e sustentabilidade, totalmente construída através de processos de fabricação digital; o Scottie é um brinquedo que foi desenhado no Fab Lab Amsterdam, para dar suporte emocional a crianças hospitalizadas, o “boneco” permite às crianças comunicarem suas expressões e sentimentos de uma forma não-verbal, utilizando luzes do tipo LED; A *layer chair* é uma cadeira inicialmente criada em um Fab na Indonésia e replicada em diversos Fab Labs da rede (EYCHENNE; NEVES, 2013).

Figura 9 - Fab Lab House.



Fonte: EYCHENNE; NEVES (2013).

Figura 10 - Brinquedo Scotie



Fonte: EYCHENNE; NEVES (2013).

Figura 11- Layerchair



Fonte: EYCHENNE; NEVES (2013).

O Fab Lab Newton foi o primeiro Fab Lab de Minas, fundado em 2015, possui 1034 projetos cadastrados, entre eles, pode-se citar uma prótese de mão em 3D para criança deficiente, um drone, seringa de resina, manequins odontológicos, prótese de bico de aves, e protetores faciais, sendo todos estes projetos desenvolvidos por alunos e colaboradores do o Centro Universitário Newton Paiva, onde está instalado o laboratório (Sistema Mineiro de Inovação, SIMI, 2018). O Curitiba Fab Lab, no início da pandemia do COVID-19, implantou, com o auxílio de instituições públicas e privadas, uma linha de produção de protetores faciais impressos em 3D, chegando a produzir cerca de 220 unidades por dia (Brasil.un.org, 2020).

Figura 12 - Fabricação de protetores faciais no Curitiba Fab



Fonte: brasil.un.org, (2020).

Figura 13 - Protetores faciais do Fab Lab Newton



Fonte: bhdetalhes.com, (2020).

Apesar das benfeitorias advindas dos Fab Lab, alguns autores discutem sobre riscos envolvendo os espaços *makers* de uma forma em geral. Scaillez e Tremblay (2017) cita para os riscos de desqualificação do nível técnico a favor de uma generalização das criações amadoras, e também riscos de lesões à saúde com instrumentos não padronizados, apontando que é necessário supervisionar as atividades ou, pelo menos, os produtos que delas resultam.

Ocorre também o uso indevido do nome Fab lab por laboratórios que não compartilham os princípios de abertura, inovação social e democratização da tecnologia, sendo apenas laboratórios de prototipagem, que usam o nome Fab Lab por uma questão de marketing ou desconhecimento, pensando pertencer à rede (EYCHENNE; NEVES, 2013).

Direitos de propriedade intelectual, a geração de marcas, patentes e acordos contratuais entre parceiros também são questões a serem mais aprofundadas (VIEIRA; BRESCIANI; SANTOS, 2017). A Fab Foundation define que os projetos e processos desenvolvidos no Fab Lab podem ser protegidos e vendidos, porém, a documentação do projeto contendo os processos e as técnicas deve permanecer disponível para que os outros usuários possam aprender com ela.

Apesar das dificuldades vistas acima, Vieira; Bresciani; Santos (2017) destacam que os desafios em países emergentes estão mais relacionados a questão de recursos, financiamento, e agenda de governo, citando o caso da rede Fab Labs Livres, da cidade de São Paulo, a qual vive uma rotina diária explorando os limites de seus recursos financeiros, bem como tentam sobreviver a cada mudança nas agendas políticas ocorridas nas trocas de gestão dos governos municipais.

2.3 Planejando um Fab Lab

Compõe o processo de planejamento do Fab Lab o levantamento dos recursos necessários para a composição do laboratório. Para auxiliar esta etapa da pesquisa, pode-se ter como referencial de abordavam sobre a instalação dos laboratórios: 1) O site da Fab Foundation, que fornece um roteiro com as principais estratégias para a montagem dos laboratórios no modelo FAB LAB, além de suporte online, lista de materiais, estimativas de custos, dentre outras informações; 2), o livro *Fab Lab A Vanguarda da Nova Revolução Industrial* (2013), de Fabien Eychehenne e Heloisa Neves, que são as principais autoras nacionais a abordarem o tema no Brasil e que trazem a descrição sobre a rede Fab Lab, (diferentes modelos, o processo de criação de um Fab Lab, os projetos e a sua estrutura educacional); 3) trabalhos acadêmicos que exploraram sobre o processo de implementação de Fab Labs, entre eles as dissertações de Mestrado de OLIVERIA (2016); SOUZA (2019); FELIPE (2019), COSTA e PELEGRINI (2017); e 4) o minicurso “Cultura *maker*: como criar um Fab Lab”, disponível na plataforma saibalá.com.br, com autoria de Heloisa Neves, autora do primeiro livro a respeito de Fab Labs em português e graduada pela Fab Academy.

De acordo com as referências bibliográficas consultadas, foram definidos os seguintes tópicos para o planejamento da implantação dos laboratórios:

- Tipologia do Laboratório
- Modelo Econômico
- Espaço Físico e configuração
- Recursos Humanos
- Maquinas/equipamentos

2.3.1 Tipologia do Laboratório

O Processo de construção de um Laboratório de Fabricação Digital envolve uma série de variáveis, como: instituição financiadora, objetivo a que se destina, público, serviços oferecidos, localização, dentre outras. De acordo com um conjunto de características específicas, é possível observar três categorias de Fab Lab: pública, profissional e educacional.

No quadro 1, pode-se observar a esquematização de uma síntese das principais características de funcionamento por categoria de Fab Lab, a fim de auxiliar no processo de escolha de qual categoria se encaixa melhor para a proposta em estudo.

QUADRO 1- Tipologias de Fab Lab e principais características.

	Educacional	Profissional	Público
Objetivos	Incentivar a cultura de aprendizagem através da prática da fabricação digital.	Explorar as possibilidades da fabricação digital para o mercado.	Oferecer de forma gratuita o acesso da fabricação digital para solucionar necessidades de uma comunidade.
Instituição de Suporte	Universidades ou centros de Ensino.	Não possuem uma instituição de suporte, são criados por grupos autônomos de pessoas.	Governos ou iniciativas públicas/privadas.
Gestão Financeira	A organização de suporte financia parcial ou integral o laboratório. Alguns laboratórios cobram taxas para serviços e materiais. A receita não cobre as despesas, geralmente, não é sustentável financeiramente.	Em geral não possuem fonte financiadora, mas buscam apoio financeiro de patrocínios privados e projetos públicos; Cobram pelos serviços ofertados (exceto no <i>Open Day</i>); Devem se sustentar financeiramente.	Financiados pelo governo ou iniciativas públicas/privadas; Oferecem serviços de forma gratuita; Não se sustentam financeiramente.
Usuários	Estudantes, professores e comunidade universitária,	Empresas, startups, profissionais em geral, amadores da fabricação digital, estudantes escolares	Comunidade em geral. (Buscam atender a maior quantidade e variedade de público possível.)
Serviços	<ul style="list-style-type: none"> • Projetos e pesquisas; • Atividades de extensão; • Desenvolvimento de protótipos/produtos; • Cursos e oficinas; • Disponibilidade de uso das máquinas com agendamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de protótipos ou pequenas séries de produtos com finalidade comercial, • Assessorias, cursos, oficinas, workshops. • Locação de máquinas • Locação de espaço para eventos diversos 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitação técnica e profissional. • Palestras e mesas redondas • Assessorias, cursos, oficinas, workshops. • Máquinas em serviço livre com acompanhamento técnico.
Projetos	Geralmente associados com a instituição de ensino e sua área de conhecimento.	Desenvolvidos para nichos de mercado.	Possuem uma temática variada, vai de acordo com as necessidades da comunidade e dos usuários locais.
Agenda	Cursos e Workshops; <i>Open Day</i> semanal; Uso de máquinas para estudantes e profissionais.	Cursos e Workshops; <i>Open Day</i> semanal; Uso de máquinas e espaços de locação.	Cursos e Workshops; <i>Open Day</i> diário; Uso de máquinas por usuários diversos;
Localização	Dentro de Universidades ou Centros de Ensino.	Zonas industriais ou no centro das cidades.	Universidades, sendo mais indicado espaços mais próximos da comunidade, como museus e centros culturais e tecnológicos.

Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Eychenne e Neves (2013).

2.3.2 Modelo Econômico

Este tópico trata das possibilidades de gestão dos laboratórios. A Fab Foundation não discrimina sobre um padrão de gestão a ser utilizado pelos laboratórios, a única exigência é o *Open Day*, que é um dia que os serviços devem ser oferecidos gratuitamente ao público.

Por não haver uma orientação formal pela Fab Foundation sobre a gestão dos laboratórios, foram levantadas experiências de laboratórios com modelos de gestão financiados, independentes e públicos.

2.3.2.1 Laboratórios Financiados

Os laboratórios financiados, são aqueles que possuem alguma entidade mantenedora, que podem ser instituições públicas ou privadas. Nestes laboratórios, a forma de gestão varia de acordo com a fonte patrocinadora, havendo casos nos quais a organização financia integralmente ou parcialmente as despesas do laboratório, por meio de ações como a concessão do espaço, aquisição do maquinário, pagamentos de funcionários, entre outras. De acordo com a provisão da fonte financiadora é que se determina a forma de complementar ou não a renda do laboratório, como obtenção de recursos por editais públicos, cobrança de taxas ou de material, venda de produtos ou serviços, aluguel de espaços, dentre outros, que seria um modelo híbrido de gestão (COSTA E PELEGRINI, 2017).

Segundo levantamento realizado com os Fab Labs, registrados no site Fab Foundation (anexo B), no Brasil, os laboratórios financiados estão vinculados as organizações abaixo:

- Instituições de Ensino, como escolas e universidades públicas e privadas.
- Centros de pesquisa;
- Secretarias de Ciência, Tecnologia e Inovação;
- Entidades privadas de serviços social, tal como o SEBRAE.
- Entidades de direito privado, organizadas pelo empresariado industrial, como por exemplo: FIRJAN, SESI, SENAI.

Como exemplo de situações de laboratórios financiados que são hospedados nas instituições financiadoras, pode-se citar o Isvor Fab Lab, que está hospedado na Universidade Corporativa do Grupo FCA-Fiat Chrysler Automobiles (FCA), na cidade de Betim (MG), que oferece consultoria e treinamento para empresas da área automobilística; há também o Fab Lab da Firjan (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro), hospedado na unidade da Firjan Senai, uma instituição privada que atua formando e qualificando profissionais para

atender às necessidades da indústria, bem como vários laboratórios de universidades públicas ou privadas que podem ser conferidos pelo site da Fab Foundation.

2.3.2.2 Laboratórios Independentes

Os laboratórios independentes são espaços liderados geralmente por um grupo de pessoas, como engenheiros, designers, artistas, e outros que já possuem intimidade com este tipo de tecnologia, não estando relacionados a uma instituição específica. Do ponto de vista jurídico, alguns são microempresas, outros, associações sem fins lucrativos, havendo uma dificuldade de encontrar uma formalização jurídica que contemple todas as suas funções (COSTA E PELEGRINI; 2017).

O modelo de negócio e gestão destes laboratórios incluem patrocínios de empresas e geração própria de receita por meio da cobrança de taxas para serviços e materiais. A maioria destes laboratórios são coordenados por profissionais das áreas de engenharia, computação, design, arquitetura e artes, e tem como principal fonte de renda a adesão dos membros a pacotes de serviços que ofertam: livre acesso às máquinas, cursos e palestras, serviço de prototipagem às empresas, aluguel do espaço, oficinas pagas para realização de objetos específicos com material incluso, entre outros (COSTA E PELEGRINI; 2017).

Como exemplo de laboratórios independente tem-se o Fab Lab Recife, que se apresenta como uma empresa de Design e Inovação, que possui sede própria, localizada no centro histórico de Recife, e possui uma variedade de atividades que viabilizam o funcionamento do laboratório, como parcerias de projetos com empresas públicas e privadas, onde desenvolvem cursos e oficinas para um público específico, serviços de aluguel de máquinas, cursos e workshops, venda de materiais, oficina de férias para crianças, entre outros. Como exemplos de outros Fab Lab Independentes, pode-se citar o Usina Fab Lab de Porto Alegre/RS, com foco em oficinas e workshops voltados à modelagem 3D, e o Oficina Lab, localizado na cidade de São Paulo/SP, com foco em oficinas de marcenaria.

2.3.2.3 Laboratórios Públicos

Os laboratórios públicos são aqueles que possuem um modelo de gestão bem específico, são totalmente financiados por instituições públicas, e estão comprometidos com a disponibilidade do uso público e gratuito das tecnologias de fabricação digital. No Brasil, o principal exemplar é a rede Fab Lab Livre SP, uma iniciativa governamental da prefeitura de São Paulo, gerenciado pelo Instituto de Tecnologia Social (ITS), inaugurado em 2015 e, atualmente, com as atividades suspensas devido às medidas de contenção a Pandemia do Coronavírus.

O modelo de gestão da Rede Pública de Laboratórios de Fabricação Digital é uma parceria entre a Prefeitura e uma organização sem fins lucrativos selecionada em concurso público, sendo a organização que ganhou a seleção o Instituto de Tecnologia Social - ITS Brasil, iniciando a parceria para a realização do projeto Fab Lab Livre SP, sendo a responsável por todo processo de implementação e operação dos laboratórios e estando sujeito a processo de avaliação de qualidade e prestação de contas (CORDEIRO, BARROSO E MAGLI; 2016).

Quanto à oferta dos serviços, os laboratórios da rede oferecem cursos, oficinas, e disponibilidade de uso das máquinas (com supervisores) de forma gratuita, sendo livre a participação da comunidade em cursos e utilização das máquinas para desenvolver o projeto. Contudo, para projetos pessoais é necessário que o usuário traga seu próprio material de abastecimento, como: compensado, acrílico, etc., não havendo cobrança de custos para usar as máquinas e o espaço (CORDEIRO, BARROSO E MAGLI; 2016).

O projeto Fab Lab Livre de São Paulo faz parte de um projeto de política pública que visa promover a cidade de São Paulo como centro de tecnologia e inovação. A proposta dos laboratórios buscava ampliar o acesso da população às tecnologias do campo da fabricação digital. (CORDEIRO, BARROSO E MAGLI; 2016)

No modelo de gestão de laboratórios públicos, apesar da disponibilidade garantida dos recursos financeiros, os laboratórios públicos ficam à mercê de processos burocráticos para garantir a transparência do uso dos recursos públicos. Em contrapartida, possuem uma amplitude maior de público e são laboratórios voltados a atender a comunidade onde estão instalados, fazendo com que possuam uma agenda de projetos mais direcionados para as solicitações da comunidade.

2.3.3 Espaço físico e configuração

Este tópico trata sobre a configuração do espaço físico necessário para abrigar um Laboratório de Fabricação Digital, sendo percebido que a Fab Foundation não exige um padrão de área nem de *layout* para serem seguidos pelos laboratórios da rede, tendo em vista que tal configuração irá variar de acordo com as atividades e tamanhos dos laboratórios. Para auxiliar na construção dos laboratórios, a fundação disponibiliza em seu site *layouts* de áreas de trabalho que podem ser aplicados aos laboratórios, disponibilizando também um *layout* esquemático para um laboratório completo, com uma área de 360 m². Entretanto, para laboratórios que estão começando a ser construídos, considerando uma máquina de cada, sugere-se que 140 m² devem ser suficientes.

Como exemplo de *layout* de um Laboratório em operação, a fundação apresenta o Chicago Fab Lab, do Museu de Ciência e Indústria (MSI), que possui aproximadamente 177 m² e apresenta algumas soluções interessantes que foram implantadas, como: local de videoconferência com espaço para alunos assistirem aulas, bancadas amplas para estações de trabalho, área molhada para limpeza, espaço para exposição de projetos, espaço reservado para a roteadora, e espaço para armazenamento de materiais.

Apesar de não exigir um padrão determinado pela rede, Eychenne e Neves (2013), em seu levantamento da rede de laboratórios Fab Lab, conseguiram ver um padrão em comum, com as seguintes características apresentadas no quadro 2:

QUADRO 2 - Características espaciais de um Fab Lab

1.	Espaço compreendido entre 100 e 250m ² .
1.	Configuração com uma grande área central, com distribuição das máquinas por características, como: barulho, poeira, risco de acidente.
2.	Ao menos uma sala fechada para o uso da fresadora de grande formato.
3.	Postos informáticos, vários escritórios livres e mesas de reunião ou trabalho para uso de computador portátil.
4.	Espaço de socialização (sugestão de sofás, café, jogos...).
5.	Espaço de exposição de projetos finalizados.
6.	Estocagem de materiais e pequenas ferramentas.

Fonte: Adaptado de Eychenne e Neves (2013).

No curso de Heloisa Neves “Cultura *Maker*: como criar um Fab Lab”⁴ apresenta um modelo de Fab Lab com o espaço mínimo de 60m², conhecido como um laboratório de pequenas dimensões. Apesar deste tipo de laboratório não conter todo o maquinário sugerido, é uma solução para os laboratórios que estão iniciando, reduzindo-se o custo de instalação e manutenção.

Há também modelos alternativos que se utilizam de soluções mais específicas para atender às suas necessidades e conseguir colocar em prática as atividades dos laboratórios. Como alternativa aos modelos mais tradicionais apresenta-se como referências os Fab Lab Móveis, que são laboratórios montados em trailers, caminhões, ou outros veículos, sendo compostos por um conjunto de máquinas, materiais e equipamentos encontrados em um laboratório estacionário, esta configuração de laboratório é uma opção mais acessível par propostas que buscam menor custo, e o objetivo de alcançar diferentes localidades com a

⁴ Disponível on-line na plataforma Saibala (<https://saibala.com.br>).





possibilidade de ações itinerantes em virtude da mobilidade do laboratório, possui algumas limitações físicas em virtude do espaço reduzido, sendo importante pontos de apoio para realização das atividades.

2.3.4 Recursos Humanos

Trata-se neste tópico a respeito da equipe de colaboradores necessários para o funcionamento do laboratório. Por se tratar de um local com atividades e maquinário especializados faz-se necessário o acompanhamento de pessoas capacitadas para dar suporte ao usuário, bem como fazer a gestão do local.

A equipe que compõe um Fab Lab pode variar de acordo com a tipologia, tamanho e atividades exercidas no laboratório, segundo Eychenne e Neves (2013) uma equipe padrão é composta por: um Diretor, um Fab Manager, um Guru e três Estagiários, na figura abaixo, apresenta-se o quadro 3 com os cargos e suas atribuições.

QUADRO 3 - Recursos Humanos de um Fab Lab

Posição	Tarefas
<p>Diretor</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Principal Representante do Laboratório. 2. Responsável pelo planejamento dos grandes eixos de ação do Fab Lab 3. Busca Financiamento e Parcerias. 4. Dedicção: devido a sua flexibilidade, não se especifica uma carga horária fixa para presença no Laboratório.
<p>Fab Manager</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Principal responsável pela operacionalização do Laboratório. 2. Coordena a realização de Projetos. 3. Acolhida e mediação do público. 4. Possui grande conhecimento na área, tem a visão geral sobre os softwares, hardwares, processos, manutenção das máquinas. 5. Para auxiliar na sua formação, é indicado o curso preparatório da Fab Academy. 6. Dedicção: 40h semanais.
<p>Guru</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pessoa que fornece apoio geral ao Fab Manager. 2. Assistência aos projetos. 3. Manutenção e reparo das máquinas. 4. Instrutor em cursos e Workshops. 5. Deve possuir conhecimento de eletrônica, programação e fabricação digital. 6. Para auxiliar na sua formação, é indicado o curso preparatório da Fab Academy. 7. Dedicção: 40h semanais
<p>Estagiário</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Auxilia o Fab Manager em tarefas recorrentes. 2. Acolhe o público. 3. Participa do laboratório de acordo com suas competências. 4. Podem ser voluntários com conhecimento na área, que trabalham em troca de um acesso mais amplo ao laboratório, com interesse em aumentar seu aprendizado e uso das máquinas. 5. Dedicção: 20h semanais.

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Eychenne e Neves (2013)

A Fab Foundation não faz exigência de uma equipe padrão para que um Laboratório de Fabricação Digital faça parte da rede Fab Lab, tanto que os laboratórios que compõem a rede possuem configurações diferentes. Sendo assim, quanto maior o tamanho e atividades desenvolvidas, maior deve ser sua rede de apoio.

De acordo com o levantamento realizado por Eychenne e Neves (2013), os laboratórios acadêmicos são os que possuem as menores equipes, compostos em sua maioria por pessoas que frequentam a unidade acadêmica, onde geralmente o diretor é o professor responsável pelo projeto. O Fab Manager pode ser um profissional contratado ou bolsista de pós-graduação, e os gurus são estudantes bolsistas da graduação. Para os Laboratórios profissionais e públicos, as equipes tendem a ser maiores, podendo contar mais de um diretor, mais de um Fab Manager, e entre 3 a 5 gurus e estagiários. Sugere-se para os laboratórios públicos a contratação de parte de equipe integral e parte da equipe temporária, contratada por projeto.

2.3.5 Máquinas e equipamentos

Para a construção de um Laboratório de Fabricação Digital é necessário um conjunto de máquinas, programas, equipamentos, mobiliário e materiais que viabilizem as atividades do laboratório.

Os Laboratório de Fabricação Digital têm, em sua essência, a utilização de máquinas de comando numérico que conseguem traduzir modelos digitais em objetos físicos, tais máquinas são capazes de interpretar os arquivos CAD e por meio de uma série de comandos conseguem traduzir o modelo digital em coordenadas e por sobreposições, cortes ou extrusão formar objetos tridimensionais.

Para ingressar na rede Fab Lab, a organização exige que os laboratórios possuam um conjunto básico de cinco máquinas (quadro 4) com tecnologia de fabricação digital, sendo elas: cortadora vinil, cortadora laser, impressoras 3D, fresadoras – de precisão e de grande porte. Tais máquinas possuem tamanho variados de acordo com as dimensões dos objetos que podem fabricar. Para laboratórios de pequeno porte, as fresadoras de grande porte não são obrigatórias, posto que a fresadora de precisão realiza a mesma atividade, só que para uma demanda menor de serviços.

QUADRO 4 - Conjunto de máquinas Básicas para um Fab Lab

Máquina	Atividade
<p data-bbox="347 300 568 327">Cortadora de Vinil</p>  <p data-bbox="331 488 584 515">Modelo Rolland GS-24</p>	<p data-bbox="676 300 1430 389">Realiza a leitura de desenhos vetoriais projetados no computador e realiza o corte ou contorno no formato do projeto em materiais como vinil, papéis, filmes, tecidos e adesivos de cobre, entre outros.</p> <p data-bbox="676 394 1430 452">Comumente utilizada para customização de peças, decalques, adesivos, e até impressão de pequenos circuitos de cobre.</p> <p data-bbox="676 456 1430 515">É uma máquina com tamanhos e valores variados, o modelo ao lado foi orçado com valores entre R\$ 13.1000,00 e R\$ 16.000,00</p>
<p data-bbox="354 582 561 609">Cortadora a laser</p>  <p data-bbox="347 833 568 860">Modelo EpilogZing</p>	<p data-bbox="676 600 1430 716">Assim como a cortadora de vinil, também faz a leitura de desenhos vetoriais de computador e realiza o corte no formato em materiais como madeira, papel, papelão, acrílico, couro, tecido, feltro, e gravações em metal, alumínio, pedra, madeira.</p> <p data-bbox="676 721 1430 748">Utilizada também para customização de peças e gravações.</p> <p data-bbox="676 752 1430 810">É uma máquina com tamanhos e valores variados, os modelos mais compactos podem ser encontrados a partir de R\$ 5.0000,00.</p>
<p data-bbox="363 891 545 918">Impressora 3D</p>  <p data-bbox="354 1084 555 1111">Modelo MakerBot</p>	<p data-bbox="676 869 1430 949">Máquinas que estão se tornando cada vez mais populares, sendo muito utilizadas para fabricação de protótipos, moldes, entre variados objetos.</p> <p data-bbox="676 954 1430 1043">Trabalha com sobreposição de camadas de materiais, um tipo de filamento plástico, assim como as demais fazem a leitura de um modelo digital e replicam em um objeto 3D.</p> <p data-bbox="676 1048 1430 1128">Existem vários modelos e tamanhos, o modelo Replicator 2 da MakerBot, indicado pela rede, custa a partir de \$20.0000,00; havendo outros modelos mais básicos que custam a partir de R\$ 1.500,00.</p>
<p data-bbox="300 1173 619 1232">Fresadora CNC de precisão de pequeno porte</p>  <p data-bbox="316 1505 596 1532">Modelo Rolland MDX-50</p>	<p data-bbox="676 1200 1430 1258">Máquina que trabalha fresando (cortando) materiais, como madeiras, espumas, aço, ABS, acrílico, plástico entre outros.</p> <p data-bbox="676 1263 1430 1290">Pode ser utilizada para fabricação de peças, moldes, e variados objetos.</p> <p data-bbox="676 1294 1430 1352">As fresadoras de grande porte, trabalham na fabricação de grandes peças, como projetos de marcenaria, carpintaria, arquitetura..</p> <p data-bbox="676 1357 1430 1415">A fresadores de grande porte são dispensáveis pela rede Fab Lab para os laboratórios que estão iniciando ou são de pequeno porte</p> <p data-bbox="676 1420 1430 1536">Possuem valores e tamanhos variados, os modelos mais compactos como o Modelo Rolland MDX-50 foi orçado com valores entre R\$ 13.1000,00 e R\$ 16.000,00, enquanto os modelos maiores são encontrados a partir de R\$ 50.000,00</p>

Fonte: Site oficial das marcas Rollamd, Epilog, ShopBot, MakerBot (2022)

Faz-se importante destacar que, além do conjunto básico de máquinas, os laboratórios, quando necessário, possuem outros maquinários relacionados a sua área de atividade, tal como laboratórios para usuários de moda, com máquinas de costura, serigrafia ou sublimação; laboratórios voltados à área de marcenaria, que possuem diferentes tipos de serras e estações de trabalho maiores; dentre outros.

Para auxiliar a compor os laboratórios, a Fab Foundation disponibiliza em seu site⁵ um inventário de ferramentas, equipamentos e consumíveis sugeridos para compor um Laboratório de Fabricação Digital completo, tendo em vista que tal inventário não se trata de uma lista de itens obrigatórios, pois os laboratórios podem variar com alguns equipamentos, de acordo com sua área de trabalho.

Para elaboração dos projetos é necessário também um conjunto de programas que “se comunicam” com as máquinas. Como um dos intuitos da rede é a democratização do acesso às tecnologias digitais, a rede Fab Lab utiliza softwares de códigos abertos e programas para download no site de aulas da Fab Academy.

Eychenne e Neves (2013) também disponibiliza uma listagem de acessórios e consumíveis sugeridos para compor um Fab Lab (quadro 5).

QUADRO 5- Sugestão de aparelhagem para um Fab Lab

Sistema de videoconferência	Computadores e equipamentos auxiliares como som, câmera, tela, projetor.
Softwares	Open Source Software: Fab Modules - Kokompe, Inkscape, Blender, Gimp, Wings3d, Autodesk 123D, entre outros. Softwares Proprietários: Pacote Adobe, Rhinocerus, Rhino- CAM, Grasshopper, Google Sketchup, entre outros.
Materiais	MDF, acrílico, vinil, papelão, placa de cobre, adesivo de cobre, espuma, silicone, dentre outros
Equipamentos de segurança	Óculos de segurança, aspiradores, extintor de incêndio, kit de primeiros socorros.
Ferramentas	Furadeira, parafusos, plaina de madeira, dentre outros.
Biblioteca	Pequena biblioteca com algumas obras gerais sobre fabricação digital, bricolagem, programação, eletrônica.
Mobiliário	Mesas, cadeiras, bancadas, armários.

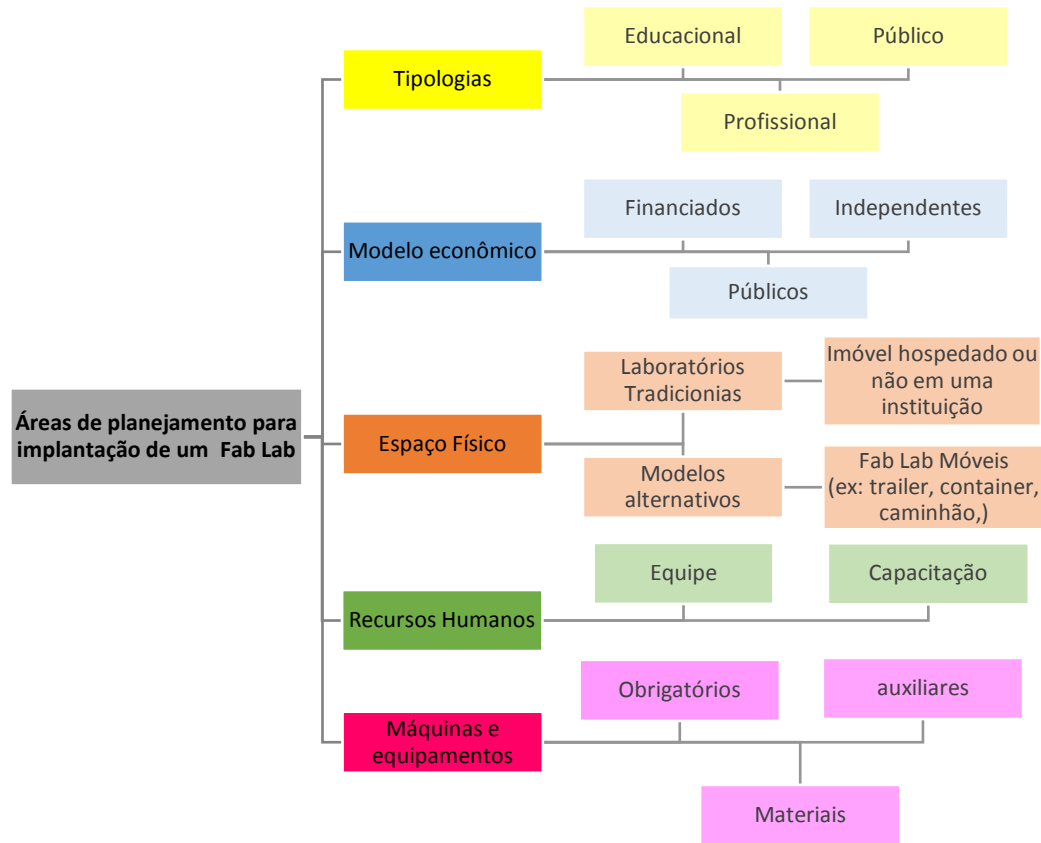
Fonte: Adaptado de Eychenne e Neves (2013).

Um dos intuitos da rede é a comunicação entre os laboratórios para que haja a troca de experiências, a disponibilidade de softwares livres e a exigência de um kit básico de máquinas, sendo esta a forma que a rede se apropriou para viabilizar a reprodução dos projetos entre os laboratórios e/ou a criação de trabalho similares.

A realização do planejamento macro levantou diferentes possibilidades para implantação dos laboratórios com suas implicações. Para auxiliar na definição da proposta final do projeto, foi elaborado um diagrama (Figura 14) com os principais itens levantados e suas derivações, que devem compor o detalhamento do projeto.

⁵ (<https://fabfoundation.org/getting-started/>).

Figura 14 - Diagrama com áreas de planejamento para o projeto do Fab Lab.



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

2.4 Caracterização do Município de Maceió: Dados Socioeconômicos.

Esta etapa da pesquisa busca obter um diagnóstico do perfil socioeconômico da população de Maceió, levantando dados sobre a demografia, economia, educação, trabalho e renda no município, tendo como objetivo conhecer melhor as características do local, reconhecendo suas oportunidades e carências, buscando, com isso, traçar um perfil de usuário para um Laboratório de Fabricação Digital. Com isso, os dados levantados nesta etapa buscam subsidiar a formulação da proposta do Fab Lab, auxiliando a compor estratégias para o funcionamento ou, até mesmo, justificar sua inviabilidade, se for o caso.

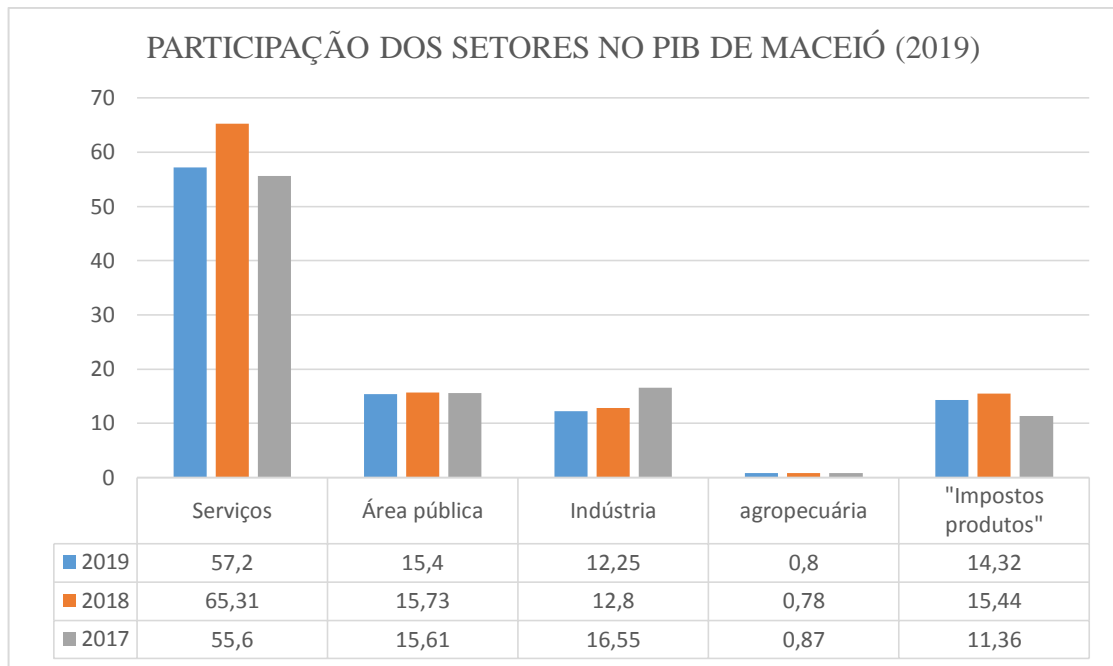
Conforme dados do último censo do IBGE, a população de Maceió estava em 932.748 pessoas no ano de 2010, com previsão de 1.031.597 pessoas para 2021. A faixa etária da população compreende uma população jovem com predominância da faixa etária entre 10 à 29 anos, havendo um equilíbrio considerável entre a proporção de homens e mulheres (IBGE, 2022).

Com relação aos dados de nível educacional da população, a pesquisa foi realizada sobre o percentual da população com 14 anos ou mais de idade, sendo possível verificar que o conjunto de pessoas que possuem nível médio completo e superior completo corresponde a 48,2% do total da população, correspondendo a aproximadamente 400.000 mil pessoas. Tal informação embasa a percepção de que há, na cidade de Maceió, público com nível de instrução para utilizar os laboratórios, onde os usuários já devem possuir um certo grau de escolaridade que forneça autonomia para lidar com os programas, máquinas e cursos disponibilizados

Também foram pesquisados dados sobre economia, trabalho e renda. Para conhecer a situação econômica do município, foram levantadas informações sobre o Produto Interno Bruto (PIB) total e por pessoa (PIB per capita) e por setores econômicos para conhecer quais as áreas mais dinâmicas da economia local. Também foram levantados dados sobre o perfil da renda e do mercado de trabalho, a fim de conhecer como está a capacidade monetária da população, bem como o nível de ocupação com relação ao mercado de trabalho para, com isso, adequar a proposta do laboratório às necessidades locais.

Conforme dados do IBGE, em 2019, o PIB total de Maceió foi de 23,4 bilhões de reais (participação de 0,32% sobre o PIB nacional, ocupando a 42º posição entre os 100 maiores municípios), e vem crescendo ao longo dos anos, pois em 2010 foi de R\$ 12,1 bilhões de reais, quase metade do valor atual. O PIB per capita de Maceió, no ano de 2019, foi de R\$ 22.976,51 reais, equivalente a 65,34% do PIB per capita nacional, e, quando comparado a outras cidades do Nordeste, foi o 2º pior resultado (superando apenas Salvador) (IBGE, 2022). Tanto o PIB total, como o PIB per capita vem apresentando aumento dos valores, o que representa desenvolvimento na economia local.

Nos anos mais recentes, 2017 a 2019, os setores que mais contribuem sobre o PIB em Maceió foram: em primeiro lugar o setor de serviços (57,25%); seguido do grupo de atividades, que compreende serviços públicos e seguridade social (15,40%), em terceiro lugar a indústria (12,25%) e por último a agropecuária (0,8%); os impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos contribuíram com (14,32%) (IBGE, 2022).

Figura 15 - Gráfico com a participação dos setores no PIB de Maceió, no ano de 2019.

Fonte: Elaborado pela autora, com base em dados do IBGE (2022).

Com base na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério da Economia, com relação ao volume de empregos formais, o que apresentou maior participação foi a administração pública (25,71%), seguido do comércio varejista (16,08%), administração Técnica profissional, (13,60%); alojamento e comunicações (10%) e, em quinto lugar, a construção civil (6,77%), sendo esta a melhor participação do setor da indústria. O segundo destaque deste setor foi a indústria química.

Outro setor relevante para a cidade de Maceió, que não foi trabalhado até o momento por não estar enquadrado especificamente entre os subsetores do IBGE, é o setor do turismo, que, como atividade econômica, integra o setor terciário, ocorrendo por meio dos outros subsetores econômicos, sendo eles: alojamento, alimentação, cultura e lazer, transporte aéreo, transporte terrestre, transporte aquaviário, agências de viagem e aluguel de transporte (Sistema de Informações Sobre o Mercado de Trabalho - SIMT, 2020).

Conforme dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2022) o setor de turismo em Maceió apresentou uma participação de 8,25 % na economia do Município no ano de 2019, o que levaria a ocupar a 5º posição entre os subsetores mais relevantes no mercado de trabalho, ficando acima do setor de construção civil.

Sobre a distribuição da população no mercado de trabalho, em Maceió, a População em Idade Ativa (PIA) – aqueles entre 15 e 64 anos – corresponde a 70,9% da população, enquanto

a População em Idade Inativa (PINA), corresponde a 29,1% da população. Para o IBGE, quando a PIA é superior a PINA, tem-se uma situação em que a força de trabalho é relevante no conjunto da população total, ocorrendo, portanto, o chamado “bônus demográfico”, o que ocorre na cidade de Maceió.

Maceió possui apenas 26,8% de sua população caracterizada como população “ocupada”, (uma pessoa é dita ocupada, na metodologia usada pelo IBGE, quando ela exerce atividade profissional, formal ou informal, remunerada ou não). Destes, a faixa etária com maior taxa de participação está na idade a partir de 30 anos, sendo menor a taxa de ocupação dos jovens entre 14 a 19 anos.

Para aprofundar o conhecimento sobre a realidade da comunidade, foram levantados dados sobre o rendimento médio mensal, a fim de verificar a capacidade financeira da população. Para este indicador, os dados mais recentes disponibilizados pelo IBGE são do ano de 2020 e à nível estadual.

No ano de 2020, o Brasil apresentou uma renda média mensal de R\$ 2.213, a renda média aferida em Alagoas foi de R\$ 1.427 (terceiro pior resultado nacional). Para o Estado, os dados mostram que os jovens entre 14 e 24 anos, que estão no começo da carreira profissional, ganham menos de R\$ 1.000,00 reais. O grupo de idade entre 25 e 50 anos, ganha um pouco mais, recebendo um valor médio de R\$ 1.500,00 reais, (inferior a dois salários mínimos) e, por fim, os que mais ganham são as pessoas acima de 50 anos que, segundo o senso comum, estão com a carreira profissional estabilizada.

Estes dados devem embasar a proposta de implantação do laboratório, sendo possível perceber que, de acordo com tal cenário, verifica-se a necessidade de ofertas serviços que não sejam de alto custo para o público, bem como a necessidade de parcerias de financiamento, público ou privado, a fim de incentivar a participação da comunidade com restrição financeira, principalmente os jovens, que são os que possuem menor taxa de ocupação nas atividades econômicas e os que possuem a menor renda e a maior necessidade de se capacitar.

3. METODOLOGIA

Este capítulo busca apresentar a caracterização e o processo de desenvolvimento da pesquisa, a fim de auxiliar o leitor a entender como a pesquisa foi esquematizada para se alcançar os objetivos propostos. Assim, estão apresentados nesta seção o processo de revisão da literatura, a caracterização do estudo, a estratégia da pesquisa, coleta e tratamento de dados, e o roteiro metodológico.

3.1 Revisão Sistemática de literatura

A análise baseada em citações é amplamente utilizada como medida da qualidade de publicações, significando que tais estudos já fizeram contribuições teóricas/empíricas para a acumulação de conhecimento e desenvolvimento sobre o tema (SAHA *et al.*, 2003).

Definiu-se como bases de dados para a consulta das publicações os bancos da Web of Science e Scopus Elsevier, os quais possuem reconhecimento amplo e amplitude internacional, sendo realizadas buscas também na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), a fim de levantar estudos similares e conhecer suas metodologias de pesquisa.

O termo “Fab Lab” ficou definido para as consultas por ser o foco da pesquisa, sendo buscadas nos títulos, resumos e palavras chaves, optando-se pelo termo mais específico para focar no objeto da pesquisa, sendo preferível não delimitar um período temporal, a fim de verificar o comportamento das publicações ao longo dos anos, sendo especificado apenas o ano de 2021 como limite final.

Para realização das consultas foi necessário incluir alguns filtros para refinar os resultados e viabilizar a leitura e seleção das publicações. Para tal, delimitou-se para seleção, os artigos finais da categoria de acesso aberto com idiomas e áreas de estudo variados. Os resultados das quantidades de publicações seguem apresentados no quadro 6, sendo importante salientar que na quantidade apresentada já foi realizada uma seleção prévia dos títulos das publicações, removendo os resultados que não tinham relação com o tema em estudo, mas estes apareceram na seleção automática da base de dados.

QUADRO 6 - Resultados da revisão de literatura

Banco de dados	Palavras chaves	Crítérios de seleção	Resultados
Scopus	“fab lab”	Período: até 2021 Categoria: acesso aberto Tipo de documento: artigo final Idiomas e Áreas de estudo: variados	22 publicações
Web of Science	“fab lab”	Período: até 2021 Categoria: acesso aberto Tipo de documento: artigo final Idiomas e Áreas de estudo: variados	27 publicações
Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)	“fab lab”	Período: até 2021 Categoria: acesso aberto Tipo de documento: tese/dissertação Idiomas e Áreas de estudo: variados	11 publicações

Fonte: Adaptado de BDTB, Scopus e Web of Science (2022).

Após a consulta geral, foi realizada uma análise mais detalhada das publicações, com leitura dos resumos e objetivos, além da remoção de resultados duplicados, sendo selecionados os artigos para compor a base de consulta da pesquisa, contando também com outras publicações que foram descobertas por meios diversos, estando o resultado disponível no apêndice A.

Com relação às buscas pelo termo “Fab Lab”, foi verificado que as áreas com mais publicações foram ciência da computação, engenharias/arquitetura, ciências sociais e educação. A maioria das publicações são de países europeus e Estados Unidos, estando, o Brasil, com resultados poucos relevantes. Observa-se que se trata de um campo de publicações recentes, quando comparadas a outras mais tradicionais, surgindo entre as décadas finais de 1990 e ganhando maior frequência a partir de 2010. O trabalho proposto, então, está dentro de um campo de pesquisa atual e em crescimento.

3.2 Caracterização da pesquisa

Quanto à caracterização, a pesquisa está classificada quanto a sua natureza, objetivos, abordagens metodológicas e procedimentos utilizados.

Com relação a sua natureza, a pesquisa pode ser classificada como aplicada, a qual tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, e envolve verdades e interesses locais. (PRODANOV; FREITAS, 2013). Em função dos objetivos, têm-se uma pesquisa exploratória e, segundo Gil (2008), este tipo de pesquisa tem como objetivo “proporcionar uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato”. Seguindo esse conceito, a proposta de diretrizes para o Fab Lab busca explorar um problema, de modo a fornecer informações para uma investigação mais precisa. Por fim, quanto à abordagem, esta pesquisa classifica-se como qualitativa, apresentando como foco a análise de conteúdo.

3.3 Estratégia de Pesquisa

Neste estudo, optou-se por adotar como estratégia de pesquisa uma inspiração ao método conhecido por Design Science Research (DSR), o qual se apresenta como “um método de pesquisa que dedica atenção para o desenvolvimento de estudos que tenham como objetivo a prescrição, o projeto e, também, a construção de artefato” (DRESCH; LACERDA; MIGUEL, 2015).

Os autores supracitados relatam que há uma problemática nas ciências tradicionais envolvendo teoria e prática, havendo um distanciamento (gap) entre o que se desenvolve na academia (teoria) e o que é, de fato, aplicado nas organizações (prática). Persiste, assim, uma situação de que a maioria das pesquisas procuram compreender os fenômenos apresentando resultados hipotéticos, mas não os transformam em produtos ou serviços úteis à sociedade para resolução dos problemas dos profissionais (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015).

O método design Science Research tem como base epistemológica a *Design Science (ciência do projeto)*, que se ocupa do artificial, ou seja, tudo aquilo pensado e executado pelo homem, não tendo como foco “entender o problema”, mas sim apresentar possíveis soluções para este (DRESCH; LACERDA; MIGUEL, 2015).

O Design Science Reserach vem, então, como uma alternativa aos métodos acadêmicos tradicionais, que nem sempre produzem resultados satisfatórios para determinados problemas de solução prática. O método procura garantir o rigor metodológico para assegurar a validade da pesquisa, assim como procura ter uma relevância suficiente para a área empresarial, buscando apresentar, como resultado, um artefato que traga uma solução aplicável ao mundo real, sendo entendida como uma pesquisa que conjuga o rigor teórico-metodológico com a utilidade prática para sociedade (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015).

Para auxiliar na compreensão do método, segue apresentado no quadro 7 itens comparativos entre os métodos de estudo de caso, pesquisa, ação e o Design Science Research.

QUADRO 7- Características: estudo de caso, pesquisa-ação e Design Science Research

Características	Estudo de Caso	Pesquisa-ação	<i>Design Science Research</i>
Objetivos que podem ser alcançados	Auxiliar na compreensão de fenômenos complexos. Testar ou criar teorias	Resolver ou explicar problemas de um sistema gerando conhecimento tanto para a prática, quanto para a teoria	Desenvolver artefatos que permitam soluções satisfatórias aos problemas práticos. Contribuir para a construção de teorias (<i>mid-range theories</i>)
Principais atividades na condução da pesquisa	Explorar, descrever, explicar e prever	Explorar, descrever, explicar e prever	Projetar e prescrever
Resultados da pesquisa	Constructos, Hipóteses Proposições, Descrições Explicações	Constructos, Hipóteses Descrições, Explicações Ações	Artefatos (Constructos, Modelos, Métodos, <i>Design Propositions</i>)
Conhecimento gerado	Sobre como as coisas são ou como se comportam	Sobre como as coisas são ou como se comportam	Sobre como as coisas deveriam ser
Papel do Pesquisador	Observador	Múltiplo, em função do tipo de pesquisa-ação	Construtor e/ou avaliador do artefato
Colaboração entre Pesquisador/pesquisado	Não obrigatória	Obrigatória	Não obrigatória
Base empírica	Obrigatória	Obrigatória	Não obrigatória
Implementação	Não se aplica	Obrigatória	Não obrigatória
Avaliação dos resultados obtidos	Confronto com a teoria	Confronto com a teoria	Aplicações, simulações, experimentos com o artefato
Especificidade dos resultados da pesquisa	Situação específica	Situação específica	Generalizável a uma determinada classe de problemas

Fonte: Dresch; Lacerda; Miguel (2015).

As etapas de procedimentos propostos pelo método DSR compreendem a definição do problema, conscientização do problema, identificação de artefatos para solução do problema, proposição de um artefato para um problema específico, projeto do artefato, desenvolvimento do artefato e avaliação dos artefatos gerados pela pesquisa. Apesar da metodologia completa compreender as etapas de desenvolvimento, validação e avaliação dos artefatos gerados, não foi possível, nesta etapa da pesquisa, implementar o laboratório para medir seus resultados, ficando como propostas para projetos futuros.

Relacionando as etapas do método à pesquisa em desenvolvimento, a etapa inicial de definição do problema foi a questão de pesquisa: “Como a instalação de um Fab Lab pode contribuir sobre a capacitação tecnológica da comunidade de Maceió”; na etapa de conscientização do problema, foi realizado um processo de aprofundamento de conhecimento sobre os Fab Labs, o cenário socioeconômico de Maceió e a pesquisa de campo dos laboratórios existentes; na etapa de identificação dos artefatos, foram levantadas entre as possibilidades de Fab Labs qual seria a mais indicada para ser proposto para Maceió, sendo na proposição do artefato apresentado o projeto do Fab Lab proposto, com relação as etapas de desenvolvimento e avaliação, que não puderam ser realizados na prática, sendo elaborada uma proposta operacional e estudo econômico/financeiro para subsidiar um futuro projeto de implementação real do objeto.

3.4 Coleta e Tratamento de Dados

Fase da pesquisa cujo objetivo é obter informações da realidade (PRODANOV; FREITAS, 2013). Nesta etapa, serão coletadas as características sobre a cidade de Maceió e sobre o cenário dos laboratórios de fabricação digital na cidade.

Para a coleta de dados da presente pesquisa foram utilizados os seguintes instrumentos: Pesquisa documental, levantamento em campo e observação direta.

- **Pesquisa teórica (pesquisa documental)**

A pesquisa documental tem duas áreas de investigação, sendo uma delas coletar dados para o processo de construção de um Fab Lab, coletando as principais necessidades para abertura e operação do espaço, sendo consultados manuais, livros, cursos e referências bibliográficas que exploraram sobre o assunto.

Outra área de investigação está relacionada ao estudo perfil socioeconômico de Maceió, fazendo um levantamento de dados sobre a população, economia e educação, buscando informações que nos auxiliem a compreender sobre a demanda de um laboratório deste modelo na cidade, avaliando as necessidades da comunidade e traçando um público estratégico para o laboratório.

- **Pesquisa de Campo**

Nesta etapa da pesquisa, o objetivo era aprofundar o conhecimento sobre a presença de laboratórios de fabricação digital em Maceió, para ter ciência sobre a oferta deste tipo de serviço na cidade e averiguar a possibilidade da implantação de novos laboratórios.

Para realização do levantamento, foi feita uma seleção de instituições, citadas pelas referências bibliográficas, que possuíam relação com os Fab Labs em operação no país, sendo alvo da pesquisa universidades, centros de ensino, instituições de capacitação profissional como SEBRAE, SESC, SENAI; Secretarias municipais e Polos de Tecnologia na cidade.

No levantamento, foram realizadas consultas às instituições selecionadas sobre a existência de laboratórios que possuíssem maquinário de tecnologia de fabricação digital e com funcionamento similar ao dos Fab Labs. Além disso, quando possível, foram realizadas visitas técnicas aos laboratórios, a fim de conhecer os espaços *in loco*, e ampliar o conhecimento sobre a operação e composição destes espaços.

4. ANÁLISE SITUACIONAL – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 Mapeamento dos laboratórios de Fabricação digital em Maceió.

Este tópico tem o objetivo é aprofundar o conhecimento sobre a presença de laboratórios de tecnologia digital em Maceió, para ter ciência sobre a oferta deste tipo de serviço na cidade e subsidiar o processo de implantação de um novo Fab Lab para a cidade. Para tal, foi realizado um levantamento dos Fab Lab na cidade e dos laboratórios que possuíam maquinário e funcionamento similar ao dos Fab Labs em estudo, buscando garantir um universo de pesquisa mais completo.

Para sistematização do mapeamento foi realizado uma seleção das instituições que poderiam abrigar laboratórios similares ao objeto em estudo. Tal seleção foi realizada com base no levantamento do site Fab Foundation (anexo B), no qual foram sondadas as organizações vinculadas aos Fab Labs registrados no Brasil.

De acordo com a consulta feita, foi possível verificar que, dos 103 Fab Labs do Brasil, registrados no site da fundação Fab Lab, 31 deles são da categoria profissional, sendo administrados por grupos privados, autônomos ou vinculados a organizações privadas de apoio à indústria e ao comércio, como Senai, Sebrae, e federações na área. Foram encontrados 13 Fab Labs Públicos, que estão relacionados a secretarias municipais de inovação e tecnologia; e os demais (59) são Fab Labs acadêmicos, vinculados a escolas Sesi, institutos de tecnologia e centros de ensino superior na área de engenharia, arquitetura e design.

Com base na consulta, ficaram definidas as seguintes organizações a serem consultadas:

- Instituições de Ensino de Nível superior, técnico e tecnológico com cursos na área de engenharia, design e arquitetura;
- Serviço Social da Indústria – SESI
- Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE
- Secretaria de Educação do Estado de Alagoas (SEDUC)
- Secretaria de Estado da Ciência, da Tecnologia e da Inovação - SECTI
- Parque Tecnológico de Alagoas - Centro de Inovação do Polo Tecnológico (CIPT)

Para o levantamento das instituições de ensino superior e técnico com curso nas áreas de Engenharia, Arquitetura e Design foram consultadas as instituições credenciadas junto ao Ministério da Educação (MEC). Após o levantamento das instituições, foram realizadas consultas às instituições sobre a presença de laboratórios nos moldes dos Fabs Labs disponíveis para os alunos.

Com base na consulta realizada no Cadastro e-MEC (cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação superior e tecnológico do MEC) e no SISTEC (Sistema Nacional de Informações da educação Profissional e Tecnológica) foram levantadas 13 instituições com cursos nas áreas de engenharia, arquitetura e Design, que podem ser visualizados no (quadro 8).

QUADRO 8- Levantamento das instituições com cursos de nível superior e técnico nas áreas de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo.

	Instituição	Cursos	Presença de Laboratório de Fabricação Digital.
1	Faculdade UNIRB.	Engenharia.	Não
2	Centro Universitário Tiradentes (UNIT)	Engenharia; Arquitetura e Design.	Sim
3	Faculdade Pitágoras de Maceió.	Engenharia; Arquitetura e Design.	Não
4	Universidade Federal de Alagoas (UFAL)	Engenharia; Arquitetura e Design.	Sim
5	Faculdade Figueiredo Costa (FIC).	Engenharia.	Não
6	Centro Universitário Maurício de Nassau	Engenharia; Arquitetura e Design.	Não
7	Centro Universitário CESMAC	Engenharias; Arquitetura e Design.	Sim
8	Centro Universitário Mário Pontes Juca (UMJ).	Engenharia e Arquitetura	Não
9	Faculdade Estácio de Alagoas (FAL).	Engenharia.	Não
10	Faculdade Autônoma do Brasil – Maceió.	Engenharia.	Não
11	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas (IFAL).	Engenharia e Design.	Em construção
12	Faculdade de Administração e Negócios (FAN)	Engenharia.	Não
13	Faculdade da Cidade de Maceió (FACIMA)	Engenharia.	Não

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Nas 13 instituições consultadas, foram encontrados laboratórios de fabricação digital e similares em 4 instituições, sendo 2 públicas: a Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e o Instituto Federal de Educação (IFAL), e em 2 particulares, sendo elas: o Centro Universitário Tiradentes (UNIT) e o Centro Universitário CESMAC.

Foi solicitado uma visita ao Fab Lab da UFAL, mas, em virtude dos protocolos de segurança da pandemia do covid-19, as visitas aos laboratórios estavam suspensas, desta forma a consulta foi realizada de forma online com a coordenadora do laboratório (I.Q.) que pôde repassar algumas informações do espaço.

O Fab Lab da UFAL é o primeiro Fab Lab de Alagoas a pertencer à Rede Mundial, originada no Instituto de Tecnologia de Massachussets (MIT). O laboratório possui o kit básico de máquinas de fabricação digital, além de equipamentos e ferramentas auxiliares, e está instalado dentro das dependências do Laboratório de Estruturas e Materiais (Lema) do Centro

de Tecnologia (CTEC) da UFAL. Esse Fab Lab foi oficialmente inaugurado em 2019, apesar de já possuir atividades anteriores. Seus projetos e construção foi viabilizado por meio de editais públicos que possibilitaram a compra dos equipamentos e desenvolvimento dos projetos.

A área de atuação do laboratório se concentra em projetos digitais na área da engenharia e na inovação da construção civil, mas fornecer suporte aos professores e alunos em outras disciplinas e pesquisas em desenvolvimento na universidade. O laboratório possui coordenador (docente da Universidade), *Fab Manager* (doutorando bolsista), e *Fab gurus*, que são monitores voluntários, docentes da graduação.

Com os protocolos de segurança da pandemia, as atividades do laboratório foram reduzidas. Dentre os projetos com maior relevância no período, destacam-se os relacionados a produção de EPIs face Shields, em parceria com o LCCV (Laboratório de Computação Científica e Visualização), além dos que apoiavam a produção do ventilador pulmonar Ufal, com pesquisadores do Instituto de Computação (IC). Atualmente, as visitas ainda estão suspensas e o laboratório está sendo reorganizado para uma sala maior, o que irá possibilitar a elevação para a categoria Full Fab Lab e ampliará a capacidade de funcionamento do laboratório.

Figura 16 - Fab Lab UFAL



Fonte: Rede Fab Labs⁶ (2020).

O outro Laboratório presente no levantamento das instituições de ensino superior e técnico, no qual foi realizada visita técnica foi o “Laboratório Colab” do Instituto Federal de Educação (IFAL). Trata-se de um laboratório que está sendo construído pelo Instituto desde o ano de 2020, no Campus Maceió, tendo como objetivo ser um espaço para o desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias multidisciplinares, de forma compartilhada, por servidores e estudantes e, em casos especiais, com atendimento ao público externo da instituição.

O laboratório contará com uma série de equipamentos e ferramentas que possibilitarão a criação de protótipos e outros tipos de trabalhos, próprios da cultura *maker*, tais como: cortadora a laser, impressoras 3D, drone, máquina CNC, balcão para solda, sendo estes os

⁶ (<https://www.fablabs.io/labs/fablabufal>)

equipamentos que compõem um Laboratório de Fabricação Digital. O maquinário se encontra instalado no laboratório e vem sendo utilizado para demandas internas da instituição. A coordenação do local está aguardando o recebimento de mais alguns equipamentos e mobiliários para o laboratório ser liberado para o uso do público interno, com a expectativa de inauguração oficial do espaço para ainda este ano (2022).

O funcionamento do laboratório será acompanhado por uma equipe de técnicos locais, e bolsistas de projetos e, inicialmente, funcionará para professores e alunos da instituição, estando previstos editais de projetos de extensão para atendimento ao público externo.

Outro laboratório que passou por visitação foi o Centro de Inovação Tecnológica do CESMAC. Este é um laboratório que iniciou como um centro de robótica em 2016, com o objetivo de oferecer um suporte tecnológico para produção de protótipos dos projetos dos alunos e foi evoluindo estruturalmente com novos maquinários, contando, hoje, além dos equipamentos da robótica, como impressoras 3d, cortadoras à laser, área de desenvolvimento de aplicativos, simuladores de realidade virtual, área de montagem de produtos diversos, como: robôs, drones, automação, prótese, dentre outros equipamentos, além de diversas ferramentas e mobiliários. O Centro, atualmente, atende a todo o público interno da Universidade, dentre eles, professores e alunos de cursos diversos, e conta com uma equipe de apoio própria, com técnicos próprios dos laboratórios e professores da universidade, que são coordenadores do laboratório.

Figura 17- Recepção do Centro Tecnológico do CESMAC



Fonte: Arquivo pessoal, (2022).

Figura 18 - Bancadas de Trabalho do Centro Tecnológico.



Fonte: Arquivo pessoal, (2022).

Outro laboratório que também foi realizada visita entre as instituições de ensino é o Laboratório de acionamentos, mecânica e prototipagem do curso de Engenharia Mecatrônica do Centro Universitário Tiradentes. O laboratório é todo equipado com máquinas de fabricação digital, como impressoras 3D, cortadoras a laser, fresadoras, computadores, ferramentas e mobiliários. Ele também atende a uma demanda interna da Universidade, apesar de estar com foco direcionado para a área de mecatrônica, e é um laboratório multidisciplinar, atendendo à demanda de alunos de outros cursos, os quais, em conjunto com os professores das áreas, desenvolvem protótipos de seus projetos.

Além das instituições acima apresentadas, as instituições do “sistema S”, sendo elas o Sesi, Senai e Sebrae, também constavam no cadastro do MEC, e compreendiam tópicos previstos para consultas, sendo apresentadas abaixo.

Conforme consulta realizada ao Sistema Social da Indústria – SESI de Maceió, foi possível constatar que este possui várias unidades na capital e nas cidades do interior, voltadas a diferentes áreas, como: saúde, esportes, treinamento, lazer e educação. Dentre estas unidades estão as Escola Sesi Cambona e Escola Sesi Benedito Bentes, que são escolas de ensino fundamental e médio e, ambas, constam com o “espaço *maker*”.

Figura 19 - Entrada do Espaço Maker da Escola Sesi do Benedito Bentes



Fonte: Arquivo pessoal da Autora (2022).

Os espaços *makers* das escolas Sesi são laboratórios que estão disponíveis aos alunos desde o ano de 2019, e promovem experiências de prototipagem de projetos, nas quais os alunos podem desenvolver seus projetos de forma prática. A sala contém ferramentas digitais e tecnológicas, como computadores, impressoras 3d, louça digital, ferramentas, sistemas eletrônicos, dentre outros. O espaço já rendeu projetos importantes para a escola como o projeto “Placas em Braille Sustentáveis” que buscava proporcionar acessibilidade aos deficientes visuais por meio da instalação de placas de sinalização em Braille feitas em materiais recicláveis para serem instaladas em espaços públicos e privados, este projeto ganhou destaque e prêmios em feiras e desafios nacionais na área de educação. Além deste, a área de robótica, que foi incorporada ao laboratório, também ganha importantes prêmios em eventos nacionais.

Os espaços *makers* citados acima, apesar de não possuírem tamanho e maquinário para serem considerados laboratórios de fabricação digital, poderiam ser assim considerados, pois atuam de forma similar e disponibilizam alguns serviços de fabricação digital que introduzem os alunos na área, sendo, então, relevantes para pesquisa.

Outro local em que foi realizada a visita técnica e consulta é a sede do SEBRAE, no qual se encontram as instalações do Sebrae Lab, edifício sede da instituição, no bairro do Centro, em Maceió-AL. Também foi possível verificar que o Espaço *Maker* do Sebrae ainda está em construção. O Sebrae Lab é um espaço multifuncional, destinado a interação entre os usuários e funcionários do Sebrae, e fornece estrutura para reuniões, atividades práticas, workshops, treinamentos, dinâmicas, entre outros. Conta com equipamentos de multimídia, computadores, e mobiliários para suporte ao usuário. O Espaço *Maker* – que ainda está em

construção – surge com o objetivo de aumentar a oferta de serviços do Sebrae Lab. Neste novo e mais amplo espaço estarão disponíveis impressoras 3D variadas, plotter de recorte, cortadora laser, termoformadora, router CNC, Scanner 3D, entre outros. Alguns destes equipamentos já se encontram instalados e operando para demanda interna do Sebrae, até o momento o local não está disponível para usuários externos e a instituição ainda está formulando o plano operacional do Espaço *Maker*, a fim de definir como será o funcionamento completo deste.

Figura 20 - Sala do Sebrae Lab



Fonte: Arquivo pessoal da Autora (2022).

Figura 21 - Impressoras 3D do Espaço Maker do Sebrae



Fonte: Arquivo pessoal da Autora (2022).

De acordo com as informações coletadas na visita, foi possível verificar que, apesar do Espaço *Maker* do Sebrae não receber o nome de Laboratório de Fabricação Digital, o mesmo terá estrutura e máquinas para funcionar tal como um Fab Lab, sendo a sua operacionalização o diferencial. Ainda estão definindo a forma de atendimento ao público, mas já se pode dizer que este deverá ser um espaço considerado relevante para pesquisa.

Outro local de visita e consulta foi o centro de formação profissional Gustavo Piava, do SENAI, que fica localizada no bairro do Poço e oferece uma variedade de cursos profissionalizantes. Na visita foi possível conhecer o Senai Hub, que é um laboratório voltado para atender à indústria, empreendedores e alunos, disponibilizando metodologia, apoio técnico e infraestrutura moderna, para a fabricação digital e prototipagem rápida.

O Senai Hub faz parte de um projeto nacional do Senai que, teve início em Maceió, e que será implantado em outras cidades. Sua inauguração aconteceu em setembro de 2021, e este ocupa uma área de 284,00 m², dotado de ambientes de cocriação e prototipagem, coworking e sala de reuniões, além de equipamentos mecânicos, eletrônicos e digitais, de tecnologias 4.0. Entre os serviços oferecidos, estão: a utilização do Laboratório de Fabricação Digital, consultorias especializadas, criação de protótipos e programas de inovação.

Na visita, foi possível verificar que o Senai Hub apresenta toda estrutura de um Laboratório de Fabricação Digital, contando com uma diversidade de impressoras 3D, fresadoras, cortadoras a laser e de vinil. Além destas, ainda conta com maquinário de robótica, estamperia, marcenaria, e uma variedade de ferramentas de suporte. O laboratório já se encontra em funcionamento, e o atendimento ao público ocorre por agendamento e por meio de editais publicados pelo próprio Senai, no qual o usuário deve apresentar sua proposta e projeto, os quais serão avaliados e poderão ser executados no laboratório, sem custos financeiros, sendo o material custeado pelo usuário. Assim como outros laboratórios levantados na pesquisa, apesar de não levar o nome de Fab Lab, o Senai Hub compreende um Laboratório de Fabricação Digital, sendo relevante para a pesquisa.

Figura 22- Sala do Senai Hub



Fonte: Arquivo pessoal da Autora (2022).

Figura 23 - Bancada de trabalho do Hub SENAI (com uma impressora 3D)



Fonte: Arquivo pessoal da Autora (2022).

Também foram realizadas consultas nas instituições governamentais de Ensino e tecnologia, sendo a primeira consulta realizada na Secretaria Estadual de Educação. Nela, o projeto mais relevante para o foco desta pesquisa foi o Espaço de Formação e Experimentação em Tecnologia para Professores (Efex), de Alagoas, situado no Centro Educacional de Pesquisa Aplicada (CEPA).

O Efex é um projeto nacional do Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB), o espaço é um laboratório voltado para capacitação de professores de escolas públicas. Em Alagoas, o espaço foi instalado, no Centro de Ciências e Tecnologia (Cecite) do Cepa, foi inaugurado em 2018, sendo o segundo laboratório da rede a ser implantado no país (CIEB, 2018). O laboratório visa a capacitação dos professores por meio do compartilhamento de práticas pedagógicas mediadas pela tecnologia, para tal está equipado com equipamentos tecnológicos, como cortadora a laser, cortadora de vinil, kits de eletrônica e robótica, computadores, ferramentas para criação de mídias como filmagens de vídeo-aulas, câmera fotográfica e kits de iluminação (CIEB, 2018).

O laboratório é voltado para capacitação de professores da rede pública de ensino, podendo participar das atividades e formações do EfeX, que são ofertas pela secretaria de educação. O local também recebe alunos na companhia de professores para desenvolvimento de atividades práticas.

Figura 24- Sala do Laboratório Eflex Maceió

Fonte: Página Eflex Maceió (2019).

Com os protocolos de segurança da pandemia, o laboratório teve suas atividades comprometidas e, atualmente, encontra-se em processo de negociação para mudança da sua estrutura física, pois o prédio onde está instalado está próximo de uma área de risco, afetada pelo processo de mineração da empresa Braskem. Apesar de não receber o nome de Laboratório de Fabricação Digital, sua estrutura de máquinas e equipamentos é similar a tal, por isso, tornou-se relevante para a pesquisa.

Outro local consultado que se mostrou possível visita técnica é a Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia (SECTI), onde pode-se obter uma consulta com o superintendente, Pedro Ivo, sobre os principais projetos na área. Entre os projetos apresentados, um dos mais relevantes para a pesquisa foi o projeto Oxetech Lab que, apesar de não se tratar de um projeto de fabricação digital, é um programa de capacitação técnica e profissional em tecnologia, que pode contribuir para pesquisa.

O Projeto Oxetech Lab tem como base laboratórios de informática que estão sendo implantados na capital e no interior, oferecendo cursos gratuitos na área de tecnologia da informação (T.I.). O programa vem com o intuito de interiorizar, popularizar e fornecer capacitação profissional na área de T.I. Os laboratórios já estão funcionando em Santana do Ipanema, São Miguel dos Campos e Delmiro Gouveia, e os próximos a serem entregues são os de Murici, Penedo, Arapiraca e Maceió. O laboratório de Maceió será instalado no Centro de Inovação do Polo Tecnológico (CIPT), de Jaraguá, e será integrado à Escola Superior de Redes, sendo implantado pelo Estado, ampliando ainda mais os cursos e serviços oferecidos.

Os laboratórios Projeto Oxetech Lab oferecem cursos na área de programação e funcionam com bolsistas próprios, sendo destinado aos estudantes do ensino médio,

professores, profissionais da educação e profissionais em geral interessados na temática de T.I. e segmentos correlatos.

Apesar do projeto não estar direcionado à um Laboratório de Fabricação Digital, o programa busca atuar como uma renovação ao antigo modelo dos telecentros, instituindo a qualificação profissional dos cidadãos locais por meio da implantação de uma rede de polos de educação, podendo então ser um possível parceiro, em situações que possam agregar à área de fabricação digital e aumentar, assim, os serviços oferecidos pelo programa.

Outro local que foi visitado para consulta foi o Centro de Inovação do Polo Tecnológico (CIPT) do Parque tecnológico de Alagoas, que fica localizado no bairro de Jaraguá e se apresenta como um *hub* de inovação no Estado, concentrando empresas de base tecnológica e instituições parceiras do governo, voltados para o desenvolvimento de soluções em tecnologia.

O espaço foi inaugurado em outubro de 2021 e conta com salas que são alugadas por empresas do ramo da tecnologia e salas destinadas a empresas parceiras, espaços coworking, bibliotecas, galpão multiuso, salas de reunião, de informática e auditório. Na visita técnica realizada não foi encontrado nenhum Laboratório de Fabricação Digital ou outro similar.

Em consulta sobre as intenções de levar um laboratório ao centro, o superintendente da instituição que administra o local – a Secretaria de tecnologia do Estado – Pedro Ivo, relatou que haverá um ponto de apoio do Senai Hub, que pretender atender às demandas das empresas do centro de tecnologia e que, quando for o caso, direcionará para a sede do Senai hub, localizada no Poço, supracitada neste trabalho. Além desta situação, também há estudos que avaliam a possibilidade de que sejam trazidos os equipamentos do Eflex da Secretaria de Educação para o local, porém tal situação se trata de uma intenção, ainda em fase de negociação.

Após o levantamento dos laboratórios com tecnologia de fabricação digital, foi elaborado um mapa (Figura 25) com a localização dos mesmos, a fim de auxiliar na visualização do conjunto dos laboratórios em Maceió. Ao total, foram encontrados 9 laboratórios, que se caracterizam como espaços *makers*, Fab Labs, espaços de prototipagem e treinamento, sendo possível se fazer algumas considerações sobre eles.

Figura 25 - Mapa com localização de Laboratório com tecnologia de Fabricação Digital na cidade de Maceió



Fonte: Mapa Open Street Map (OSM) coletado do site Wikimapia, adaptado pela autora (2022).

A maioria dos laboratórios disponíveis em Maceió não participam da rede Fab Lab, sendo integrantes de projetos ligados às suas próprias instituições. Todos os laboratórios encontrados possuíam alguma instituição mantenedora, seja privada ou pública. Por questões metodológicas, não foram encontrados “laboratórios independentes” e “laboratórios exclusivos de empresas privadas”. A ausência do registro de laboratórios em uma organização, como a rede Fab Lab, dificulta o levantamento destes laboratórios, caso existam na cidade.

Dentre os laboratórios encontrados, 2 pertenciam a rede privada de ensino superior, 2 pertenciam a rede pública (ensino superior e técnico), 2 são espaços *makers* da escola Sesi (instituição privada que abrange alunos do ensino fundamental e médio), 1 deles pertenciam a Secretaria de Educação e possui foco na capacitação de professores e 2 deles pertencem ao Sebrae e Senai, e são voltados a atender o público profissional. Assim, é possível verificar que há uma oferta considerável destes laboratórios na cidade, mas que os que já existem possuem áreas de atuação específicas, deixando de atender a parcelas da população que não se encaixam no público alvo destes, havendo nichos de público a ser explorado. Com o mapeamento foi

possível visualizar que os laboratórios não estão distribuídos regularmente na cidade, havendo que não possuem laboratórios próximos.

4.2 Desenvolvimento do Projeto: Proposta do Fab Lab Itinerante - o “*Lab móvel Conecta Maceió*”.

Esta sessão apresenta a proposta do laboratório que foi elaborada com base nas informações geradas pelas etapas anteriores de levantamento de dados do perfil socioeconômico de Maceió e dos laboratórios Fab Lab e congêneres existentes na cidade.

O levantamento do perfil socioeconômico demonstrou que Maceió possui uma população jovem (com faixa de idade predominante entre 10 a 29 anos), na qual os jovens/adultos entre 14 e 29 anos são um grupo com baixo índice de ocupação, revelando uma demanda ociosa em relação ao mercado do trabalho. A maioria da população possui baixo poder aquisitivo (em média, menos de 2 salários-mínimos), e os jovens entre 14 e 24 anos são os que possuem menor renda. Os setores mais dinâmicos do mercado de trabalho são: a administração pública, comércio, serviços, construção civil, e o setor de turismo, sendo, então, estas as áreas mais fortes para possíveis demanda de cursos, projetos, público, parcerias e desenvolvimento de produtos.

Os laboratórios existentes ou em construção na cidade atendem a nichos específicos, sendo geralmente alunos ou professores de instituições de ensino e profissionais da área da indústria e comércio. Portanto, verificou-se a necessidade de um laboratório de atendimento aberto para atender ao público de forma mais ampla. Também foi verificado que geograficamente os laboratórios não estão distribuídos de forma regular na cidade, havendo regiões que concentram laboratórios e, em contrapartida, bairros mais afastados com comunidades carentes que não possuem laboratórios próximos.

Com base no cenário levantado, verificou-se a necessidade de um laboratório público que atendesse à comunidade de maneira mais ampla, visto que já existem laboratórios na cidade congêneres que atendem a um público específico de estudantes e profissionais. Os serviços oferecidos devem ser de baixo custo ou gratuitos, para incentivar a participação da comunidade de baixa renda, principalmente os jovens, que são os que possuem menor participação no mercado de trabalho, menor renda e a maior necessidade de se capacitar, sendo então um público estratégico para o laboratório a ser proposto. Também é interessante analisar a proposta de um laboratório itinerante para que se possa atender a diferentes regiões, ampliando a rede de atendimento e evitando custos de deslocamento para os usuários. Com base nessas

considerações, foi formulada a proposta do projeto de um Fab Lab público itinerante, conforme apresentado a seguir.

Apresenta-se como proposta de projeto o “Lab Móvel Conecta Maceió”, sendo este um Laboratório de Fabricação Digital itinerante que, no formato de uma plataforma móvel, irá percorrer os bairros de Maceió para fornecer cursos e workshops na área da fabricação digital para jovens e adultos, a fim de contribuir com a capacitação tecnológica da comunidade.

Definido o conceito geral da proposta, segue-se para o desenvolvimento do projeto com o detalhamento das áreas de planejamento (tipologia, gestão econômica, espaço físico, recursos humanos, máquinas e equipamentos).

- **Tipologia do laboratório**

Quanto à tipologia, sugere-se um Fab Lab Público, apresentado no modelo de um projeto social, tendo como objetivo promover a fabricação digital e fornecer capacitação tecnológica para comunidade, buscando se apresentar como um modelo de laboratório mais acessível aos cidadãos. Assim sendo, a tipologia de um laboratório público se apresentou como a mais indicada, a fim de garantir uma participação mais ampla de usuários, viabilizando a participação de pessoas de baixa renda e daqueles que não se enquadram nos requisitos de participação dos laboratórios educacionais e profissionais já existentes na cidade.

Como recurso primordial para o desenvolvimento de um projeto social temos a elaboração do Projeto Técnico, documento que discrimina todas as informações deste, contendo a apresentação, justificativa, objetivos, metodologia, recursos, cronograma e os indicadores de avaliação. A elaboração deste documento deve ser realizada pela mentora do projeto, em meio físico ou digital, e será utilizado para captar financiamento e parcerias, por meio de participação em editais públicos, ou como forma de apresentação da proposta para patrocinadores privados.

- **Modelo econômico**

A proposta do laboratório vem configurada na forma de um projeto social sem fins lucrativos e, para tal, optou-se pela tipologia de laboratório financiado com uma gestão econômica híbrida, a qual admite a oferta de serviços pagos e gratuitos. Neste modelo econômico, há uma organização de suporte que financia parcial ou integralmente o laboratório, podendo ocorrer a complementação da renda com a cobrança de taxas para alguns serviços e materiais, sendo a renda revertida para a manutenção do próprio laboratório. Neste modelo de negócio, a receita dos serviços oferecidos não cobre as despesas totais do laboratório, não sendo

sustentável financeiramente, fazendo-se necessária a contribuição de instituições mantenedoras para a viabilização do funcionamento do laboratório.

Tal opção se mostrou a mais adequada para a proposta do projeto, tendo em vista que o modelo de laboratório independente tem que se sustentar financeiramente e, para isso, necessita cobrar por suas atividades, fator que restringe o público atendido. Já o modelo de laboratórios públicos é financiado 100% por uma instituição governamental, ficando restritos a esta única fonte de financiamento, que irá delimitar todo seu funcionamento.

Com o modelo híbrido de gestão, as atividades do laboratórios ocorrerão de duas formas: uma delas pela oferta de serviços gratuitos de oficinas, workshops, e utilização das máquinas para a demanda destas atividades, buscando assegurar o objetivo principal de capacitação da comunidade; e a outra forma será a disponibilidade do laboratório para comunidade desenvolver seus projetos de forma livre, sendo prevista a cobrança de taxas simbólicas pelas matérias primas, tanto como uma forma de controle, como por uma forma de viabilizar o desenvolvimento dos projetos, ofertando matéria prima a preço de custo.

A proposta de funcionamento do laboratório seguirá especificada na seção 4.3 com o plano operacional do laboratório, onde estarão especificados os horários e dias de funcionamento, com as respectivas atividades.

- **Espaço Físico.**

Como espaço físico, definiu-se a opção de um Fab Lab com a configuração de um laboratório itinerante. Tal proposta foi adotada para se alcançar diferentes regiões da cidade, ampliando a rede de atendimento, bem como para evitar custos de deslocamento para os usuários e estimular a participação nos cursos. Com isso, também houve a intenção de promover a fabricação digital junto das comunidades para pessoas que não conhecem a experiência dos Fab Labs.

O primeiro Fab Lab Móvel (1.0) foi desenvolvido em 2007, por um grupo de estudantes do MIT, levando para a estrada o laboratório e fornecendo curso para locais fora do Instituto, com o sucesso da iniciativa em 2009 foi construído no estado de Ohio o primeiro Fab Lab móvel fora do MIT. A partir de então, as iniciativas na área só vêm crescendo, apresentando diversas possibilidades (Fab Foundation, 2022).

Para o embasamento da proposta do projeto, foi realizado um levantamento junto ao site da Fab Foundation e referências bibliográficas de iniciativas existentes com abordagens similares, buscando projetos de Fab Labs e *makerspaces* com configuração móvel e/ou

compacto para, assim, compreender programas, áreas, máquinas e atividades compatíveis com a proposta.

As pesquisas revelaram que há diferentes configurações para se montar um Fab Lab Móvel, havendo laboratórios de variados formatos, como veículos tipo ônibus e kombis adaptados, trailers puxados por caminhonetes e containers, entre outros. No quadro 9 é possível verificar alguns modelos de Fab Labs Móveis.

QUADRO 9 - Exemplos de Fab Lab Móveis.

Nome	Hackatruck	Lab Truck Senai	Fab Lab móvel Veritas	Fab Lab itinerante Cuenca
Localização	Itinerante (sede em campinas/SP)	Minas Gerais.	Costa Rica	Espanha
Mobilidade	Caminhão	Trailer/caminhonete	Container	Kombi
Usuários	Estudantes universitários.	Comunidade	Comunidade e estudantes	Comunidade
Operação	O caminhão, possui uma área de 70 m ² , equipado para atividades práticas e teóricas. Suas capacitações acontecem através de parcerias firmadas com Instituições de Ensino de todo o Brasil.	Percorre a capital e o interior do Estado, levando a didática da fabricação digital até as pessoas com cursos, oficinas e workshops gratuitos para comunidade.	Realiza workshops em escolas, empresas e eventos em geral de forma gratuita ou por meio de parcerias para promover a fabricação digital.	Fornecer atividades de cursos e workshops de forma gratuita para comunidade
Referência	https://hackatruck.com.br/	https://www7.fiemg.com.br/senai/resultado-da-usca?portal=&key=lab+truck	http://fablab.veritas.cr/	https://www.fablab-cuenca.com/fablab-itinerante

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Entre as opções de mobilidade utilizadas pelos laboratórios, algumas ponderações foram apontadas, para definição de qual configuração deveria ser adotada. Veículos como ônibus, kombis, e trailers possuem a autonomia da locomoção, mas para serem adaptados para laboratórios precisam de grandes intervenções na estrutura física interna do veículo, inviabilizando a possibilidade de alugueis, pois o veículo teria que ser todo reformado internamente. Optar por um processo de compra do veículo aumentaria efetivamente o custo do projeto, sendo válido apenas para projetos a longo prazo, e a expectativa de doação por alguma instituição é bem restrita, podendo colocar em risco a viabilidade do projeto.

Considerando a viabilidade de aquisição e reforma do equipamento, o container apresentou-se como solução mais adequada para o projeto em desenvolvimento, havendo, no mercado local, fornecedores do equipamento, tanto na forma de aluguel como de venda, e sua estrutura interna, por ser um vão livre, facilitaria o processo de reforma do espaço. Contudo, há

a contrapartida de o container não possuir autonomia própria para deslocamento, podendo tal situação ser revertida com o serviço de frete, que também é disponível no mercado local.

Para auxiliar no processo de montagem do laboratório, a Fab Foundation sugere um conjunto de máquinas, materiais e equipamentos, além de um modelo de *layout* interno para os fab lab móveis. Tais sugestões deverão ser adaptadas para o projeto em desenvolvimento, pois o laboratório deverá ser montado de acordo com o seu plano de atividades. Deste modo, o detalhamento do projeto, com especificação dos materiais, dar-se-á na seção 4.3, de acordo com o planejamento operacional do laboratório.

- **Recursos Humanos**

Com relação à equipe de colaboradores necessários para o funcionamento do laboratório, a Fab Foundation não faz exigência de uma equipe padrão de colaboradores. Eychenne e Neves (2013) relata que uma equipe padrão é composta por um diretor, um fab *manager*, um guru e três estagiários. Neste caso, por ser uma proposta de um minilaboratório, com uma demanda de atividades menor, será proposto uma equipe de 3 pessoas, sendo: um diretor, que acumulará também a função do fab *manager*, um guru e um estagiário. Estes profissionais serão responsáveis por todo o acompanhamento e operacionalização do laboratório. A função dos colaboradores e suas atividades relacionadas seguem as orientações da Fab Foundation, estando discriminada no quadro 3.

Quanto à capacitação técnica dos colaboradores, a Fab Foundation não exige nenhum curso específico para os colaboradores do laboratório. De acordo com as referências lidas, nos laboratórios em operação, o diretor e o guru são profissionais (professores ou técnicos) na área de engenharia, arquitetura, design e/ou computação, e possuem conhecimentos técnicos em fabricação digital; enquanto que os estagiários são estudantes de graduação e/ou técnicos em uma das áreas supracitadas. Por ser uma equipe reduzida, faz-se necessário que todos os envolvidos possuam conhecimento sobre as máquinas e softwares CAD a serem utilizados.

Em uma situação ideal, seria recomendado o treinamento dos colaboradores pelo curso da Fab Academy, porém este é um curso que é realizado no Brasil apenas no Insper Fab Lab, sediado na cidade de São Paulo, e tem um custo de R\$ 13.500,00, com tempo de duração de 6 meses, sendo lecionado todo em inglês e apenas no período de janeiro a junho. Assim, este se mostra um curso muito específico, com alto valor de investimento, tornando-se uma exigência inviável para um minilaboratório que está iniciando.

- **Equipamentos/Materiais**

Por serem laboratórios menores, os Fab Labs móveis permitem um programa mais enxuto de equipamentos/materiais, sendo proposta a utilização de máquinas e equipamentos de pequeno porte, estoques menores de materiais e mobiliários mais versáteis para atender a diferentes atividades.

Para compor o inventário do laboratório em projeto, tomou-se como orientação o inventário sugerido pela Fab Foundation para laboratórios estacionários, o inventário de Eychee e Neves (2013) e o *layout* arquitetônico proposto pela Fab Foundation.

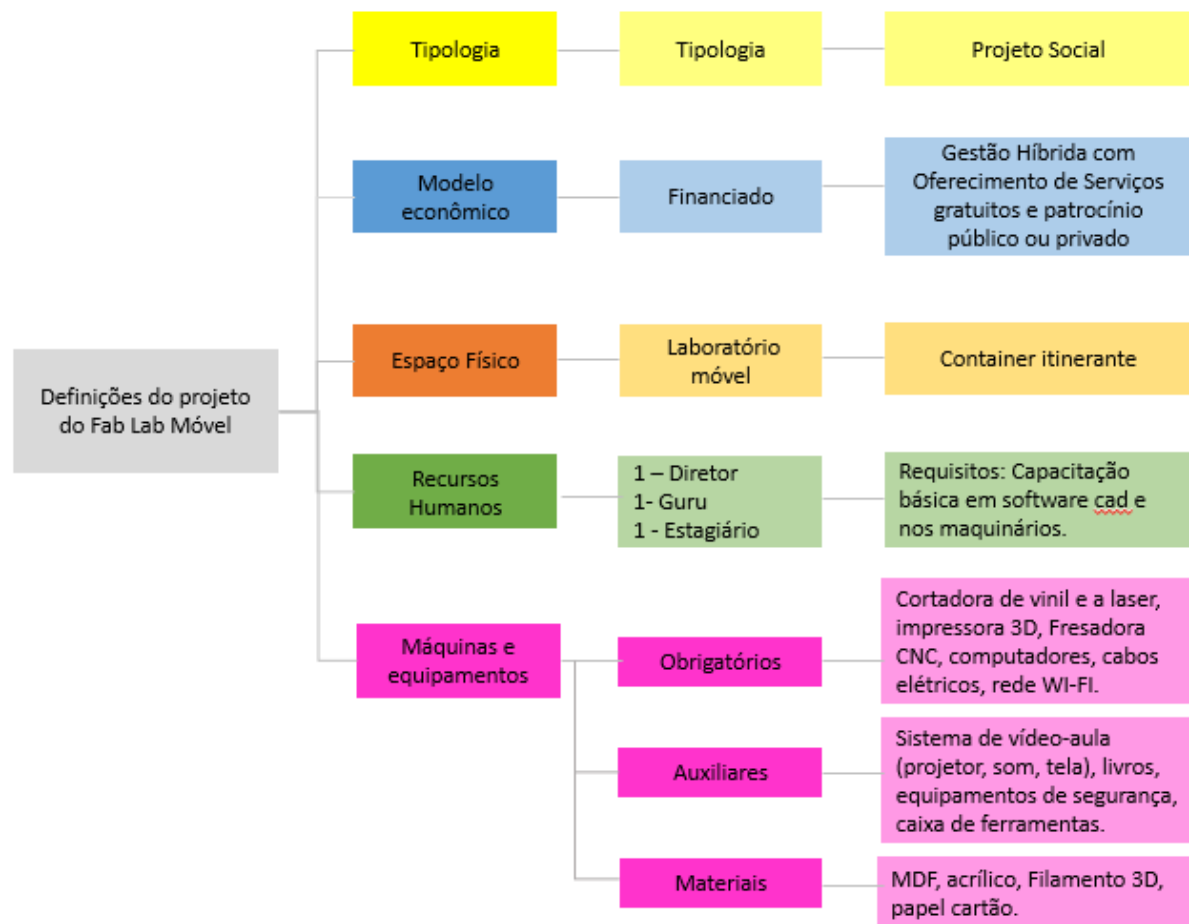
São definidos como itens obrigatórios e que devem compor o laboratório para garantir as possibilidades da fabricação digital: cortador de vinil, cortador a laser, máquina CNC, impressora 3D, fresadora CNC de pequeno porte, notebooks, softwares de código aberto, rede WIFI e infraestrutura de cabos elétricos.

Como itens auxiliares, que serviriam para dar suporte às atividades complementares do laboratório, sugere-se: sistema para videoconferência (tela, projetor, som), impressora, livros, equipamentos de segurança (óculos, aspiradores, extintores de incêndio, kit de primeiros socorros), caixa de ferramentas. O conjunto de matérias primas para desenvolvimento dos produtos seriam: Chapas de MDF, acrílico, vinil e filamento 3D.

Sendo válido lembrar que a aparelhagem do laboratório deverá ser montada de acordo com o plano de atividades previstas, deste modo, o detalhamento dos equipamentos/materiais com quantidade, valores, marcas e fornecedores se dará na seção 4.3, de acordo com o planejamento operacional do laboratório.

Para finalizar a seção de desenvolvimento do projeto, o diagrama do planejamento macro (figura 26) foi atualizado com evolução da proposta, apresentando definições que fora proposto para o projeto.

Figura 26 - Diagrama com definições da proposta do projeto



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Com o detalhamento das áreas de planejamento macro do projeto, definiu-se a proposta do projeto, com suas principais características, sendo elas:

1. **Objetivo do Laboratório:** Promover a fabricação digital e capacitar tecnologicamente a comunidade, apresentando-se como um modelo de laboratório mais acessível aos cidadãos, fornecendo serviços gratuitos, a fim de gerar um interesse nos jovens e adultos sobre as possibilidades da fabricação digital e incentivar o desenvolvimento de produtos e serviços na área.
2. **Instituição de suporte:** Governo ou iniciativas públicas/privadas.
3. **Gestão financeira:** Sugere-se uma proposta de projeto público, com um laboratório financiado pelo governo ou parcerias público/privadas, oferecendo serviços de forma gratuita, custeado pelos patrocinadores.
4. **Público alvo:** Comunidade em geral, com foco na capacitação de jovens e adultos.

5. **Serviços oferecidos:** Capacitação técnica, palestras, oficinas, workshops e máquinas em serviço livre, com acompanhamento técnico.
6. **Projetos:** Os projetos terão como proposta ensinar as possibilidades da fabricação digital para a produção de produtos, explorando temáticas ligadas aos setores da economia, como turismo e construção civil.
7. **Agenda:** Por se tratar de uma proposta de projeto público, sugere-se um prazo experimental de 01 ano, no qual, dentro deste período, deve ocorrer a montagem do laboratório, desenvolvimento das atividades e a validação dos resultados obtidos, a fim de melhorar o projeto para expansão das atividades.
8. **Localização:** Propõe-se um laboratório itinerante que percorra diversos bairros de Maceió. Para tanto, faz-se necessário um ponto de apoio central e pontos de apoios nos bairros, locais que serão definidos na proposta operacional do projeto.

4.3 Plano Operacional e Estudo de Viabilidade Econômico/financeira

Nesta seção será apresentada a estratégia de funcionamento do laboratório, além dos levantamentos dos custos para a construção e operação do laboratório, a fim de gerar uma análise quanto a viabilidade econômica/financeira do projeto.

4.3.1. Programa de atividades

O programa apresenta o conjunto de atividades a serem fornecidas pelo laboratório. A proposta do programa foi elaborada com base nas informações geradas pelas etapas anteriores, bem como pela observação direta dos laboratórios de fabricação digital visitados na cidade e de projetos similares na área, como o programa Oxetech Lab. Esta etapa também foi embasada pelo programa da Fab Academy, que fornece cursos na área da fabricação digital para os laboratórios da rede Fab Lab.

Para elaboração do programa de atividades, foram estabelecidas as seguintes diretrizes: fornecer uma experiência de aprendizado prática e rápida; garantir a metodologia do “aprender fazendo”, oferecendo atividades teóricas e práticas no formato de oficinas e minicurso; e, por fim, incentivar a produção de produtos, resultando em um portfólio pessoal de realizações técnicas. Com base nas estratégias e na proposta geral do projeto, definiu-se, então, a proposta de programa de atividades a seguir:

O laboratório funcionará de segunda-feira a sexta-feira, com horário de atendimento ao público das 17h às 22h, buscando atender àqueles que trabalham ou estudam no período diurno, sendo previsto 1 hora para atendimento ao público de forma geral para explicar as atividades e captação dos alunos, e 4 horas para realização de minicursos e oficinas, totalizando 20h de curso por semana. Aos sábados, deverão ser realizadas as atividades de mobilização e desmobilização do laboratório nos pontos de apoio.

Em virtude do tamanho reduzido do laboratório, que implica em uma menor área de trabalho e em uma menor equipe de apoio, propõe-se turmas de 12 alunos por minicurso, a fim de garantir um atendimento adequado, tanto com relação à estrutura física, quanto em relação ao suporte dos colaboradores com os usuários. Estaria, também, prevista uma equipe de apoio de 3 pessoas, sendo um diretor, um guru e um estagiário, na qual o guru será o responsável para lecionar as aulas e dar suporte aos alunos, o estagiário auxiliará o guru, bem como dará suporte aos alunos, e o diretor coordenará todas as atividades.

A aplicação dos cursos e minicursos devem garantir a utilização das máquinas obrigatórios que compõem o laboratório, sendo elas: cortadora de vinil, cortadora a laser, impressora 3D e a fresadora CNC. Deste modo, propõe-se quatro dias de minicurso e oficinas, cada dia envolvendo a utilização de uma máquina, e o último dia para atividades livres, sendo o “*Open Day*”, no qual os alunos poderão realizar as atividades pessoais livres no laboratório, aplicando os conhecimentos adquiridos durante a semana, ficando, assim, o programa de atividades organizado conforme apresentado no quadro 10, a seguir.

QUADRO 10 - Programação de atividades do laboratório.

Dia da semana	Programação	Materiais e equipamentos envolvidos
Segunda-feira	Minicurso: Desenho Assistido por computador utilizando software Sketchup (3D). Oficina: Produzindo com a impressora 3D. No curso, os alunos aprenderão a modelar objetos por desenho assistido no computador e aplicarão o conhecimento adquirido com a produção de um produto na impressora 3D (sugestão de produto: miniatura do farol da praia da ponta verde, para venda como <i>souvenir</i> turístico).	Computador, Impressor 3D, Filamento para impressora 3D.
Terça-feira	Minicurso: Projetando móveis em 3D Oficina: Produzindo com Fresadora CNC. No curso, os alunos aprenderão a modelar móveis por via digital, utilizando software de desenho CAD, e aplicarão os conhecimentos adquiridos com a produção de um produto na fresadora CNC (sugestão de produto: suporte de celular, para comercialização).	Computador, Fresadora CNC, Placas de MDF -12 mm.
Quarta-feira	Minicurso: Desenho Assistido por computador utilizando software Corel Draw (2D). Oficina: Produzindo com a cortadora a laser. No curso, os alunos aprenderão a modelar desenho no computador, utilizando outro software no formato 2D e aplicarão os conhecimentos adquiridos com a produção de um produto na cortadora a laser (sugestão de produto: miniatura do totem “eu♥Maceió” para venda como <i>souvenir</i> turístico).	Computador, Cortadora a laser, Placa de acrílico de espessura 2mm.
Quinta-feira	Minicurso: Customização de produtos. Oficina: produzindo com a cortadora de vinil. No curso, os alunos aprenderão a fabricar e customizar caixas utilizando o software Canvas Wokspace e aplicarão os conhecimentos adquiridos com a produção de uma caixa personalizada na cortadora de vinil.	Computador, Cortadora de vinil, papel cartão gramatura de 250 e cola de papel.
Sexta-feira.	<i>Open Day</i> – Os alunos e demais pessoas da comunidade poderão ter acesso as instalações do laboratório para realizar suas atividades de forma livre, contando com o acompanhamento técnico dos colaboradores do laboratório.	Computadores e maquinários do laboratório os materiais deverão ser fornecidos pelos usuários.
Sábado	Mobilização e desmobilização do Laboratório. Não há atendimento ao público.	Caminhão para frete.

Fonte: elaborado pela autora (2022)

Definido o programa de atividades a serem oferecidas pelo laboratório, dar-se-á seguimento à etapa de configuração do espaço físico do laboratório para acomodação das atividades propostas.

Para organização do espaço do laboratório, no caso, o container e seu entorno, foram buscadas referências de experiências similares, procurando projetos de Fab Labs e *makerspaces* com configuração móvel e/ou compacto, bem como, foram consultadas orientações da Fab Foundation sobre o *layout* dos laboratórios, que sugerem um quadro de áreas para os laboratórios estacionários, situação que foi adaptada para a proposta, considerando o tamanho do laboratório.

A proposta de acomodação física para realização das atividades compreende a apresentação do minicurso no lado de fora do container, contando com uma estrutura de mesas, tendas, cadeiras e equipamentos de áudio e vídeo, além da realização das oficinas, nas quais será ensinado a utilizar as máquinas no ambiente interno do container, dividindo a turma em dois grupos de 06 alunos, com duas seções da atividade. Para tal situação proposta, o espaço físico do Fab Lab móvel se utilizará de estações de trabalho interna e externas.

Internamente, o container deverá contar com 4 bancadas de trabalho para as máquinas obrigatórias, além de espaço para ferramentas, notebooks, depósito dos materiais, equipamentos de vídeo, para exposição de livros e dos produtos produzidos. Como infraestrutura, necessitará de uma entrada de energia (tomada) de 220 v, pois o laboratório contará com adaptadores e extensões para a conexão de todos os equipamentos necessários para as atividades planejadas, sendo necessário ainda a internet WI-FI para acesso a repositórios de conteúdos 3D e acesso aos conteúdos de inspiração para os projetos a serem desenvolvidos. Ficou estabelecido o uso de um container de 20 pés, que é o modelo mais usual e apresenta dimensões de 6,00m de comprimento por 2,50 m de largura e 2,60 m de altura, compreendendo uma área interna total de 15,00 m², a qual comportará o programa definido, conforme apresentado na figura 34.

Externamente, o espaço deverá possuir duas tendas de suporte para as atividades (dimensões 3,00m x 3,00m), três mesas retrateis para acomodação dos alunos (dimensões 1,80m x 0,75m), 01 mesa retrátil para acomodação do professor (guru) e 15 cadeiras de suporte, além dos equipamentos de áudio e vídeo, com *layout* conforme apresentado na figura 27.

Figura 27 - Proposta de *layout* para o laboratório



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Estando definido o *layout* e o programa de atividades do laboratório, segue-se para a especificação dos materiais, máquinas, mobiliários e equipamentos necessários para composição do laboratório.

Com relação ao espaço físico, conforme *layout* proposto, serão necessários: container modelo escritório de 20 pés, plotagem adesiva no revestimento externo, revestimento interno, bancadas de trabalho e prateleiras em placas OBS, infraestrutura de extensões de cabos de energia, rede WI-FI, tendas sanfonadas, bancos e cadeiras portáteis para áreas externas.

Com relação à aparelhagem, conforme consultas nos guias dos maquinários e orientações da Fab Foundation, foram escolhidas as seguintes máquinas: impressora 3D (Makerbot Replicator Mini), Cortadora a laser com sensor Fluxo de Água 30x20cm 40w 220v Nagano, Fresadora de bancada 220V Monofásica BF20V Toptech, cortadora de vinil Scanncut SDX85 110V da Brother Brasil, dobradeira de acrílico modelo auza hobby 40cm, carrinho de ferramentas com as seguintes peças: régua, escalímetros, grampeadores, tesouras, chave de fenda, entre outros), notebooks modelo Dell Inspiron 15 série 3000, Projetor Epson Powerlite E20, tela de projeção 70 polegadas com tripé retrátil, caixa som com microfone e softwares abertos (Sketchup, Corel Drawn e Canvas Workspaces).

Com relação aos materiais que irão compor a matéria prima para o desenvolvimento dos produtos, estão previstos: Chapas de MDF (12mm); Chapas de acrílico (2 mm); Papel cartão (gramatura 250), filamentos para impressora 3D, cola para papel, cola para madeira e cola quente (máquina e refil).

Tendo sido definido os insumos necessários para composição do laboratório, o detalhamento quanto à quantidade, valores e fornecedores será detalhado na seção a seguir, onde constará a orçamentação dos custos do projeto.

4.3.2 Estudo de Viabilidade financeira do projeto

O estudo de viabilidade financeira em uma empresa está relacionado ao cálculo entre despesas e lucros, permitindo calcular se o investimento de tempo e dinheiro necessários para colocar em prática um plano ou projeto é viável para seus investidores. Por se tratar de um projeto que não visa o lucro financeiro, a análise a ser realizada fará um estudo com base na relação de despesas e serviços oferecidos, buscando apresentar os valores de investimentos necessários e o retorno em forma de aulas fornecidas, produtos construídos e pessoas atendidas no projeto.

Como ponto de partida do estudo, apresenta-se o plano de produção do laboratório, na qual será mostrada a quantidade (horas/aula) dos cursos oferecidos (Quadro 11), e a expectativas de pessoas atendidas (Quadro 12).

Para o cálculo das horas/aulas foi considerado a proposta de 04 horas para os minicursos/oficinas, oferecidos 1 dia por semana (de segunda a quinta), com previsão de 4 dias de cada curso por mês, totalizando as 16h de aula. Para os horários de consultoria técnica foi considerado 5 horas de *open day*, às sextas-feiras, mais uma hora de segunda a quinta, totalizando 9 horas por semana e 36 horas por mês, resultando, por fim, em 700 horas de atividades.

QUADRO 11 - Plano de produção de cursos e consultoria do laboratório

Atividades	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Total
Minicurso e oficina de modelagem 3D.	16 h	16 h	16 h	16 h	16 h	16 h	16 h	112 h
Minicurso e oficina de modelagem 2D.	16 h	16 h	16 h	16 h	16 h	16 h	16 h	112 h
Minicurso e oficina de modelagem de móveis 3D	16 h	16 h	16 h	16 h	16 h	16 h	16 h	112 h
Minicurso e oficina de customização de produtos.	16 h	16 h	16 h	16 h	16 h	16 h	16 h	112 h
Consultoria Técnica.	36 h	36 h	36 h	36 h	36 h	36 h	36 h	252 h
Total Geral								700 h

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Para o cálculo de usuários atendidos, foi considerada a proposta de 12 alunos por turma, com a previsão de novos usuários a cada semana, compreendendo 48 alunos por mês para cada minicurso/oficina. Não haverá restrição referente ao fato do mesmo usuário poder realizar diferentes cursos ao longo da semana, mas trabalhar-se-á com a expectativa de usuários diferentes a cada curso. Para o atendimento da consultoria técnica, por se tratar de um serviço aberto ao público, foi necessário estimar uma meta mínima de 20 % de novos usuários por mês, totalizando uma expectativa de 1.610 usuários atendidos ao longo dos 7 meses, sendo necessário o cadastro de todos os usuários atendidos para a verificação final.

QUADRO 12 - Plano de produção de usuário atendidos do laboratório

Atividades	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Total
Minicurso e oficina de modelagem 3D.	48	48	48	48	48	48	48	336
Minicurso e oficina de modelagem 2D.	48	48	48	48	48	48	48	336
Minicurso e oficina de modelagem de móveis 3D.	48	48	48	48	48	48	48	336
Minicurso e oficina de customização de produtos.	48	48	48	48	48	48	48	336
Consultoria Técnica.	38	38	38	38	38	38	38	266
Total Geral								1610

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Após a proposta de plano de produção, são levantados os valores de investimentos fixos do projeto, que compreendem a construção e aparelhagem do laboratório, apresentado no quadro 13, a seguir.

QUADRO 13 - Valores de investimentos fixos

Discriminação/Fornecedor	Quantidade	Valores	
		Unitário	Total
Aluguel de container modelo escritório, com dimensões de 6,00 m X 2,40m x 2,80 m (Lokal equipamentos)	8	R\$ 1000,00	R\$ 8.000,00
Plotagem do Container com arte e aplicação, sendo considerado a área de uma fachada horizontal	16,80 m²	R\$ 100,00	R\$ 1.680,00
Placas OBS para revestimento interno, bancadas, prateleiras, sendo considerado 1 placa para cada bancada e 1 placa para as prateleiras. (Leroy Merlim)	10	R\$ 190,00	R\$ 1900,00
Extensão Elétrica 3 Tomadas 5 Metros Preta Lexman	4	R\$ 40,00	R\$ 160,00
Gazebo Articulável Aço Branco Origami 260x295cm (Leroy Merlim)	2	R\$ 720,00	R\$ 1.140,00
Mesa Metal e Plástico Dobrável Bertioiga 74x75x183cm (Leroy Merlim)	3	R\$ 450,00	R\$ 1.350,00
Banco Metal e Plástico 4 lugares Bertioiga 43x183cm (Leroy Merlim)	6	R\$ 270,00	R\$ 1.620,00
Cadeira de Aço Emys 83x42x52cm Branco (Leroy Merlim)	3	R\$ 200,00	R\$ 600,00
Impressora 3D (Makerbot Replicator Mini) (makerbotstore)	1	R\$23.849,10	R\$ 23.849,10
Cortadora a laser com sensor Fluxo de Água 30x20cm 40w 220v Nagano (Agrotama)	1	R\$ 4.949,10	R\$ 4.949,10
Fresadora de bancada 220V Monofásica BF20V Toptech (Casa do mecânico)	1	R\$14.483,70	R\$14.483,70
Cortadora de vinil Scanncut SDX85 110V (Brother Brasil)	1	R\$ 1.844,10	R\$ 1.844,10
Dobradeira de acrílico modelo auza hobby 40cm (Auza)	1	R\$ 690,00	R\$ 690,00
Carrinho de Ferramentas Com 49 Peças (Loja do mecânico)	1	R\$ 1.700,00	R\$ 1.700,00
Notebooks modelo Dell Inspiron 15 série 3000 (Dell Brasil)	13	R\$ 3.800,00	R\$ 49.400,00
Projektor Epson Powerlite E20 (extra)	1	R\$ 6.000,00	R\$ 6.000,00
Tela De Projeção 70 Polegas Com Tripé Retrátil (Amazon)	1	R\$ 1022,00	R\$ 1022,00
Caixa Som Bluetooth com microfone (leroy merlim)	1	R\$ 260,00	R\$ 260,00
Softwares abertos (Sketchup, Corel Drawn, Canvas Workspaces)	1	0	0
Soma			R\$ 118.803,90
Reserva Técnica 10%			R\$ 11,883,00
Total			R\$ 130.686,90

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Após o levantamento dos investimentos fixos, segue-se para o levantamento dos custos operacionais fixos do projeto (quadro 14), que estão relacionados aos custos para a realização de atividades no laboratório, conforme apresentado abaixo.

QUADRO 14 - Levantamento dos custos operacionais fixos

Discriminação	Quantidade	Valores	
		Unitário	Total
Salário do Diretor do Fab Lab (foi considerado a base salarial do engenheiro/arquiteto para 6 horas diárias, sendo 40% do valor para encargos sociais)	8 meses	R\$ 7.272,00	R\$ 58.176,00
Salário do Técnico do Fab Lab (foi considerado metade da base salarial do diretor sendo 40% do valor para encargos sociais)	8 meses	R\$ 3.636,00	R\$ 29.088,00
Salário do estagiário (foi considerado o salário mínimo vigente proporcional para 6 horas, com auxílio transporte e seguro)	8 meses	R\$ 1.200,00	R\$ 9.600,00
Rede de internet Wi-Fi (120 G) com modem	7 meses	R\$ 170,00	R\$ 1.190,00
Transporte (frete)	9 fretes	R\$ 1.000,00	R\$ 9.000,00
Soma			R\$ 107.054,00
Outras despesas (20%)			R\$ 21.410,00
Total			R\$ 128.464,00

Fonte: elaborado pela autora (2022).

Com relação ao levantamento dos custos operacionais fixos é importante destacar que a proposta do projeto prevê a instalação em pontos de apoio, os quais forneceram energia, sanitários e segurança, não tendo sido considerados estes custos nos cálculos, e que os custos de manutenção e depreciação estão inclusos dentro da previsão de 20% de outras despesas.

Após o levantamento dos custos operacionais fixos do projeto, segue-se para o levantamento dos custos de produção do projeto, (quadro 15), que estão relacionados aos custos dos materiais para realização das atividades propostas.

QUADRO 15 - Custos de produção de atividades do projeto

Oficinas	Valor unitário do material	Valor por oficina	Valor por mês	Total
Minicurso e oficina de modelagem 3D. Material necessário: Bobina de 1kg de filamento PLA de 1,75mm para cada dia de atividade.	R\$ 100,00	R\$ 100,00	R\$ 400,00	R\$ 2800,00
Minicurso e oficina de modelagem 2D. Material necessário: Chapa de acrílico de espessura 2mm, e área de 1,00 m ² para cada dia de atividade.	R\$ 200,00	R\$ 200,00	R\$ 800,00	R\$ 5.600,00
Minicurso e oficina de modelagem de móveis 3D. Material necessário: Folha de MDF cru, 2.750 x 1.840 x 12mm, para cada dia de atividade	R\$ 180,00	R\$ 180,00	R\$ 720,00	R\$ 5.040,00
Minicurso e oficina de customização de produtos. Material necessário: papel cartão gramatura de 250 tamanho A3, duas folhas por oficina.	R\$ 1,70	R\$ 40,80	R\$ 163,20	R\$ 1142,00
Extras: Cola para papel (1Kg por semana)	R\$ 35,00	R\$ 35,00	R\$ 140,00	R\$ 980,00
Extras: Cola para madeira (1 kg por semana)	R\$ 32,00	R\$ 32,00	R\$ 128,00	R\$ 896,00
Extras: Cola quente e refil (1 por mês)	Considerado 04 kits de cola com 40 refis para o período de 07 meses.			R\$560,00
Valor Total				R\$17.018,00

Fonte: elaborado pela autora (2022)

Com relação ao levantamento de custos de produção, é importante fazer alguns adendos: um deles é que foi levantado o valor aproximado de material que garante a elaboração de um produto de pequeno porte (até 25 cm), podendo ocorrer sobras que serão utilizadas a critério dos usuários; e outra questão é que a previsão dos materiais é para a realização das oficinas, pois para os serviços livres pessoais, cada usuário deverá levar sua matéria prima para execução do produto.

Com base nos levantamentos realizados, pôde-se chegar a seguinte situação, em 7 meses de atendimento ao público, o projeto propõe um alcance de 1.610 usuários e 700 horas de atividades fornecidas entre consultorias, minicursos e oficinas; para tal, foi levantado um total aproximado de R\$ 276.170,00 em investimentos fixos e operacionais, para 7 meses de atividades e o mês de preparação, ficando um valor de R\$ 34.521,00 para os 8 meses de atividades do projeto.

No levantamento realizado, foi considerada a necessidade de aquisição de todos os insumos necessários para a operação do laboratório, com exceção daqueles que estão previstos de serem fornecidos pelos pontos de apoio, como luz, sanitários e segurança. De tal forma que

o montante total do valor encontrado pode ser diminuído com a realização de parcerias, que serão essenciais para diminuição dos custos e viabilidade do projeto. Para tal, apresenta-se, a seguir, algumas sugestões de empresas e instituições para seja apresentada a proposta em prol de parcerias:

- **Instituições de Ensino:** As instituições de ensino podem ser parceiras de várias formas, um dos principais meios é o fornecimento de local para instalação do laboratório, funcionando como ponto de apoio, disponibilizando ponto de energia, sanitários e segurança quando for possível. Instituições que já possuem laboratórios em operação podem contribuir também com conhecimento técnico, fornecendo projetos e materiais para as oficinas.
- **Empresas do sistema S (SESI, SENAI, SEBRAE):** As empresas do sistema S são grandes parceiras dos Fab Labs, podendo contribuir com apoio técnico, financeiro, material e publicidade.
- **Secretarias de educação (SEDUC) e de Ciência e Tecnologia (SECTI), FAPEAL, CNPQ.** As instituições públicas podem auxiliar de variadas formas, como: cessão de espaços públicos para locação das atividades, apoio financeiro por editais, fornecimento de bolsas e parcerias com projetos já em desenvolvimento, que podem agregar ao Fab Lab sua estrutura existente, como o Programa OxeTech.
- **Empresas privadas no setor da construção civil (Carajás, Leroy Merlim, Tupan);** tais empresas podem contribuir com o fornecimento de material para as oficinas e fornecimento de materiais para construção de aparelhagem do laboratório, podendo ser fornecido, em troca, a publicidade da empresa nas atividades e instalações do laboratório.

Um projeto social que envolve investimentos financeiros, assim como qualquer atividade empresarial, apresenta um certo grau de risco, por isso, é necessário a realização um processo preventivo de identificação dos riscos envolvidos com a definição das estratégias para anular ou, pelo menos, atenuar os riscos identificados.

Desta forma, pode-se citar como riscos identificados:

- **Falta de público:** Apesar de buscar contribuir sobre a comunidade, pode ocorrer a falta de interesse sobre os serviços oferecidos, ficando, então, o curso sem público;
- **Falta de apoio:** Não conseguir pontos de apoio para instalação do laboratório;

- Falta de capital: Demandas não previstas podem comprometer o capital proposto para iniciar e operar o empreendimento;
- Atraso do cronograma de atividades: a preparação do laboratório demanda a aquisição de muitos insumos, que podem sofrer atraso pelos fornecedores.
- Ocorrência de acidentes ou roubos e furtos.

Como estratégias para mitigação dos riscos, sugere-se:

- Investir em um processo de marketing e promoção do laboratório nos bairros onde serão realizadas as atividades, a fim de gerar um interesse prévio na comunidade local, e de aliar as atividades do laboratório com outras atividades, como música e artes, gerando atratividade para o público.
- O levantamento de mais de um ponto de apoio por bairro a ser atendido e, como segundo plano, elaborar uma proposta de atendimento em ambientes públicos como praças, fator que aumentaria os custos em virtudes das taxas públicas.
- Para falta de capital, sugere-se a busca por novas parcerias e a readequação de alguns equipamentos, tal como os computadores, que podem ser utilizados por dupla, ao invés do acesso individual.
- Para o atraso de cronograma, sugere-se um sistema de controle das ações que evite tal situação.
- Para roubos e furtos, sugere-se a contratação de um seguro dos equipamentos do laboratório; e para evitar acidentes, sugere-se protocolos de segurança para as atividades.

Com o fim da seção sobre análise situacional do projeto, segue-se para a etapa do plano de ação, onde são apresentadas diretrizes para implementação do Fab Lab.

5. PLANO DE AÇÃO

A presente proposta de ações foi elaborada com base nas informações geradas pelas etapas anteriores, bem como pela observação direta dos laboratórios de fabricação digital visitados na cidade, como: Senai Hub, Sebrae Lab, o Laboratório do Cesmac, e o Laboratório Colab do IFAL.

Segundo a Fab Foundation, a construção de um Fab Lab móvel inclui várias fases (Projeto, Aquisição, Construção, Preparação e Treinamento). Essas fases levam cerca de 6 a 18 meses para serem concluídas, dependendo do projeto e da capacidade da rede. Para o projeto em questão, está sendo proposto um plano de trabalho de 12 meses (1 ano), com algumas

adaptações com relação às fases acima apresentadas, ficando com um cronograma geral de acordo com o quadro 16.

QUADRO 16 -Cronograma das etapas do projeto

CRONOGRAMA DAS ETAPAS DO PROJETO												
Meses Atividade	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2
Formulação (elaboração do projeto técnico)	X											
Captação de financiamento e parcerias	X	X										
Aquisições			X	X								
Preparação				X								
Treinamentos					X	X	X	X	X	X	X	
Avaliação												X

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

A elaboração do projeto técnico deverá ser realizada pelo mentor do projeto, em meio digital e físico, apresentando todas as informações do projeto, contendo a apresentação, justificativa, objetivos, metodologia, recursos, cronograma e os indicadores de avaliação. Tal documento será utilizado para captar financiamento e parcerias para o projeto, por meio de participação em editais públicos, ou como forma de apresentação da proposta para patrocinadores.

A fase de captação é a etapa onde se procura possíveis parceiros e financiadores do projeto, e também é realizado pelo mentor do projeto. Como a intenção do projeto é ser um Fab Lab Público com a oferta de serviços gratuitos, é fundamental o levantamento de parceiros e financiamento para viabilidade do projeto.

A fase de aquisição compreende a pesquisa de preços, fornecedores e a aquisição dos insumos, seja por aluguel, compra ou doação, sendo eles: maquinários, equipamentos, mobiliários, matérias-primas e o container. Essa fase também é realizada pelo mentor do projeto. Também nessa fase deve estar incluso o processo de recrutamento dos colaboradores do projeto, no caso, o guru e o estagiário, considerando que o diretor do Fab Lab será o mentor do projeto.

A fase de preparação compreende a preparação do espaço, no caso, o container, para recebimento dos equipamentos. Nessa fase, pode-se propor parcerias com instituições de ensino de design ou arquitetura para elaboração do projeto gráfico e ambientação interna do container. No caso de a inviabilidade da parceria acontecer, o projeto e execução são de responsabilidade

dos colaboradores, diretor, guru e estagiário, que já devem ter sido contratados na fase de aquisição. Também, nessa fase, deve ocorrer a preparação dos locais onde serão realizadas as visitas do laboratório, com determinação do ponto de apoio, fechamento de parcerias e divulgação do programa junto aos atores locais.

Treinamento é a fase de realização das atividades dos laboratórios, com previsão de duração de 7 meses de atendimento ao público, realizado de acordo com o programa de atividades proposto. E, por fim, a fase de avaliação, que compreende a elaboração do relatório final com compilação dos resultados obtidos, onde deve conter a quantidade de usuários atendidos, quantidade de horas/aulas fornecidas, produtos desenvolvidos, sugestões dos usuários para projetos futuros e deficiências encontradas no projeto.

No quadro 18 estão apresentadas as diretrizes para implantação do Fab Lab, descrevendo as ações, atividades, responsabilidades, recursos e as formas de controle das ações.

5.1 Diretrizes para implementação o Fab Lab.

QUADRO 17- : Plano de ação para Implementação do Fab Lab.

Fase	Ação	Justificativa	Responsável pela ação	Atividades necessárias	Recursos necessários	Formas de controle das ações
Formulação	Elaboração do projeto técnico.	Necessidade de um documento que contenha todas as informações do projeto para apresentação aos parceiros, colaboradores e demais envolvidos no projeto.	Mentor do Projeto.	Pesquisa sobre o processo construtivo de um Fab Lab; pesquisa socioeconômica; estudo do mercado; definição do projeto, com objetivos, público alvo, serviços, cronograma, orçamento e localização.	Pessoal.	Traçar um cronograma com prazo e tópicos necessários no projeto, com atualização constante a cada tópico elaborado.
	Registro de CNPJ do projeto social.	Necessidade de registro da pessoa jurídica do laboratório na forma de projeto social.	Mentor do Projeto.	Definição de nome, forma, endereço, responsável, e demais dados necessários para formulação da pessoa jurídica e solicitação na instituição responsável pelo ato.	Pessoal.	Acompanhamento da solicitação do registro na instituição responsável.
Captação	Definição dos recursos e orçamento que serão solicitados os financiamentos ou parcerias.	Necessidade de definir quais os insumos e valores que serão solicitados para uma estratégia eficiente na captação dos recursos.	Mentor do Projeto.	Detalhamento do projeto, com especificação dos materiais, equipamentos, mobiliários e maquinários que irão compor o laboratório.	Pessoal.	Elaborar um cronograma com metas e prazos para apresentação das propostas e fechamentos dos termos, de acordo das parcerias
	Elaboração de uma lista com os possíveis parceiros entre instituições e empresas.	Necessidade de definir quais os possíveis parceiros para uma estratégia eficiente na captação dos recursos.	Mentor do Projeto.	Pesquisa de mercado das empresas de grande e médio porte na cidade; pesquisa de editais públicos e privados na área de capacitação tecnológica.	Pessoal.	Elaborar um cronograma com metas e prazos para apresentação das propostas e fechamentos dos termos de acordo das parcerias.
	Visita às instituições predeterminadas para apresentação da proposta do projeto.	Apresentação do projeto a possíveis investidores e parceiros para captação de recursos financeiros ou parcerias.	Mentor do Projeto.	Consultar as instituições sobre os protocolos de atendimento, realização de agendamentos e visitação <i>in loco</i> às instituições e empresas.	Pessoal.	Elaborar um cronograma com metas e prazos para apresentação das propostas e fechamentos dos termos de acordo das parcerias.

	Elaboração do termo de financiamento ou parceria.	Necessidade de um documento oficial registrando os termos das parcerias para salvaguarda do projeto.	Mentor do Projeto, auxiliado por um especialista na área.	Negociação com os parceiros sobre as possibilidades das parcerias e, se for necessário, contratação de consultoria para elaboração do termo.	Pessoal e financeiro. Se for necessário, contratação de consultoria.	Elaborar um cronograma com metas e prazos para apresentação das propostas e fechamentos dos termos de acordo das parcerias.
Aquisições	Pesquisa de preço e fornecedores.	Avaliar as propostas mais vantajosas para compra dos insumos.	Mentor do Projeto.	Consultar sites e empresas especializadas no fornecimento dos insumos necessários.	Pessoal.	Elaborar um cronograma com metas e prazos para a realização das atividades.
	Aquisição dos insumos, seja por compra, doação ou aluguel.	Aparelhamento do laboratório para viabilizar a operação do mesmo.	Mentor do Projeto e parceiros envolvidos.	Realizar o processo de compra, aluguel ou coleta dos insumos a serem adquiridos.	Pessoal e financeiro.	Elaborar um cronograma com metas e prazos para a realização das atividades; arquivar todas as notas fiscais dos produtos adquiridos.
	Recrutamento dos colaboradores do projeto.	Necessidade do apoio técnico dos recursos humanos para viabilizar a operação do laboratório.	Mentor do Projeto e parceiros envolvidos.	Divulgação da proposta em empresas de seleção de empregos e estágios, laboratórios congêneres e entre os profissionais da área, por meios digitais ou físicos. Elaboração do contrato de trabalho ou termo de estágio, se for o caso.	Pessoal e financeiro.	Elaborar um cronograma para contratação do pessoal, analisar o perfil e <i>curriculum</i> dos candidatos, garantir a assinaturas dos contratos de trabalhos ou termo de estágio.
Preparação	Reforma do container	Necessidade de adequar o espaço para realização das atividades propostas.	Diretor do Fab Lab, Guru e Estagiário.	Preparação e Plotagem das “paredes” e piso; fabricação e instalação do mobiliário; instalação dos equipamentos; instalação das estruturas de cabos e rede WI-FI.	Pessoal e financeiro.	Elaborar um projeto arquitetônico do laboratório e do cronograma das atividades a serem realizadas.
	Plano de instalação do laboratório nos pontos de apoio.	Levantamento da condição física dos pontos de apoio do laboratório nos bairros a serem atendidos.	Diretor do Fab Lab, Guru e Estagiário.	Visitas aos pontos de apoio, levantamento cadastral das condições físicas, como coberta, ponto de energia, sanitários e entorno próximo.	Pessoal e financeiro.	Elaborar um cronograma com prazo para as visitas técnicas aos pontos de apoio e do plano.
	Elaboração do programa de atividades.	Definição das atividades que serão desenvolvidas no laboratório.	Diretor do Fab Lab, Guru e Estagiário.	Detalhar as atividades a serem desenvolvidas, elaborar as aulas e organizar o material a ser utilizado.	Pessoal.	Publicação do programa de atividades em local visível no laboratório, para conferências.

Treinamentos	Abertura do laboratório para as atividades.	Recepção do Público	Guru e estagiário	Abrir e fechar o laboratório, acolhida e recepção do público.	Pessoal.	Publicação de organograma com responsabilidades de cada colaborador, com o responsável pela ação e supervisor responsável pela conferência.
	Instrução das oficinas e Workshops.	Ofertar o serviço proposto	Guru	Lecionar as oficinas e workshops.	Pessoal e financeiro.	Publicação do programa de atividades com o plano de aula e detalhamento das atividades propostas.
	Manutenção e reparo das máquinas	Garantir a operação do laboratório.	Guru e estagiário	Testar as máquinas e, quando necessário, realizar os devidos reparos.	Pessoal e financeiro.	Elaborar um cronograma do processo de revisão das máquinas com o responsável pela ação e supervisor responsável pela conferência.
	Apoio aos usuários.	Garantir a participação dos usuários.	Guru e estagiário	Tirar as dúvidas e acompanhar os usuários durante as atividades e/ou utilização das máquinas.	Pessoal.	Realizar consultas periódicas aos usuários sobre a qualidade do atendimento.
Avaliação	Elaboração de relatório técnico conclusivo do projeto.	Avaliação do desempenho do projeto desenvolvido para identificar as principais contribuições e carências do projeto, para um processo de melhoria do projeto.	Diretor do Fab Lab, podendo ser auxiliado pelo guru.	Catálogo e levantamentos dos indicadores de desempenho previsto no formulário de avaliação.	Pessoal.	Elaboração de um cronograma de tópicos a serem elencados no relatório e determinação do prazo para realização.

Fonte: elaborado pela autora (2022).

5.2 Formulário de Avaliação

Como proposta de um projeto social e buscando complementar a metodologia da pesquisa utilizada, propõe-se, a partir de então, uma análise de desempenho do laboratório, a fim de elencar os principais resultados obtidos e deficiências encontradas no projeto.

Dessa forma, o quadro 19 apresenta uma proposta de indicadores que devem ser levantados e analisados, para subsidiarem a avaliação do desempenho do laboratório quando implementado, como forma de monitorar o desempenho do projeto e contribuir para um processo de melhoria do mesmo.

QUADRO 18 - Proposta de indicadores de desempenho

Indicador	Objetivo	Cálculo	Orientação.
Quantidade de usuários atendidos	Apresentar o alcance de usuários que o laboratório alcançou.	Somar todos os alunos que frequentaram os cursos oferecidos.	Quanto maior, melhor.
Horas aulas fornecidas	Apresentar a quantidade de horas aula de curso fornecido e comparar com o a proposta de horas aula total prevista.	Somar todas as horas de aulas lecionadas.	Quanto maior, melhor.
Bairros atendidos	Apresentar o alcance regional das atividades do laboratório.	Levantamentos dos bairros atendidos.	Quanto maior, melhor.
Produtos desenvolvidos	Apresentar a catalogação dos produtos desenvolvidos como resultados obtidos dos cursos.	Catalogar e somar todos os produtos desenvolvidos pelos alunos nas atividades do curso e extraclasse.	Quanto maior, melhor.
Evasão de usuários	Apresentar a quantidade de usuários que desistiram por algum motivo de concluir as atividades.	Somar todos os alunos que entraram nos cursos e desistiram.	Quanto menor, melhor.
Sugestões dos usuários	Apresentar as sugestões dos usuários para um processo de melhoria do projeto.	Solicitar aos usuários, ao final do curso, a elaboração de sugestões para o projeto.	Analisar e propor para projetos futuros.

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa se propôs a realizar um estudo sobre a implantação de um Laboratório de Fabricação Digital nos moldes da rede “Fab Lab”, para contribuir com o processo de capacitação tecnológica da comunidade de Maceió/AL. Em meio aos desafios de construção de

idades mais inteligentes, que propõem o uso de recursos tecnológicos para melhorar a qualidade de vida, há uma linha de pensamento que alerta para a possibilidade de uma nova forma de gentrificação relacionada à exclusão da parcela da população que não possui habilidades para lidar com a tecnologia, ficando, assim, excluída das oportunidades oferecidas nos projetos das cidades inteligentes. Frente a essa problemática, esta pesquisa trouxe como proposta o estudo de instalação de um Laboratório de Fabricação Digital para a Maceió, buscando contribuir no processo de capacitação tecnológica da comunidade.

A fabricação digital, que se iniciou com a aplicação de sistemas binários na indústria, vem apresentando evoluções que acompanham o contexto da Indústria 4.0, fazendo uma integração entre o design e a produção industrial, por meio do uso de tecnologias de informação e de comunicação (TICs). Os Laboratórios de Fabricação Digital são espaços constituídos de um conjunto de máquinas que possuem tal tecnologia e ficaram popularizados pela função da “prototipagem rápida”, auxiliando o desenvolvimento de novos produtos, mas que podem ir muito além disso, como auxiliar no processo de capacitação tecnológica, podendo, até, viabilizar a produção em escala de algumas peças, a depender do objetivo e capacidade do laboratório.

Os Fab Labs são Laboratórios de Fabricação Digital pertencentes a uma rede global de laboratórios, que se conectam para compartilhamento de projetos e buscam ser mais acessíveis aos cidadãos do que os laboratórios convencionais. Para tal, possuem requisitos específicos, como o *open day*, kit básico de maquinário, filiação à rede, entre outras orientações a serem seguidas. A pesquisa revelou que o Brasil possui uma participação crescente e relevante com 103 laboratórios cadastrados na rede, e apenas 01 registrado em Maceió-AL.

Para responder ao objetivo da pesquisa de desenvolver um Laboratório de Fabricação Digital voltada para a comunidade de Maceió/AL, foi realizada uma análise situacional, embasada na coleta de dados em três focos de estudo, sendo eles: o levantamento de dados sobre o processo de construção de um Fab Lab, coletando as principais necessidades para abertura e operação do espaço; o estudo do perfil socioeconômico de Maceió fazendo, a fim de analisar um público estratégico para o laboratório; e o levantamento dos laboratórios de fabricação digital e congêneres em Maceió, para ter ciência sobre a oferta deste tipo de serviço na cidade e averiguar a implantação de novos laboratórios

Quanto ao processo de implantação dos Fab Labs, foram definidos os requisitos adotados para o laboratório proposto no projeto, como: tipologia, modelo econômico, espaço físico, recursos humanos e máquinas/equipamentos. Com o levantamento do perfil socioeconômico de Maceió, foi verificado que há uma grande parcela da comunidade de baixa

renda ociosa com relação ao mercado de trabalho e com baixos índices de educação. Com o levantamento dos Laboratórios de Fabricação Digital e congêneres na cidade, foi verificado que há oferta de laboratórios na cidade, mas que estes possuem públicos específicos, deixando de atender a parcelas da população que não encaixam nos seus requisitos de participação.

Com base no levantamento do perfil socioeconômico, aliado à pesquisa de laboratórios existentes, a proposta de projeto de um Fab Lab Móvel foi embasada para promover a fabricação digital e capacitar a comunidade de forma mais ampla, buscando atender àqueles que não se enquadram nos requisitos de participação dos laboratórios existentes, oferecendo cursos e serviços gratuitos, a fim de gerar um interesse nos jovens e adultos sobre as possibilidades da fabricação digital.

Com relação aos objetivos propostos na pesquisa, entende-se que os mesmos foram cumpridos e auxiliaram no alcance do objetivo geral, tendo sido realizado o desenvolvimento da proposta do Fab Lab, o levantamento dos recursos necessários para a construção do laboratório, elaboração do plano operacional e estudo da viabilidade econômica/financeira da proposta, dados que embasaram a elaboração do relatório Técnico Conclusivo com a proposta do objeto de pesquisa.

A pesquisa auxiliou a compreender o processo de construção de um Fab Lab, que envolve um conjunto complexo de etapas, desde o desenvolvimento do projeto técnico, até a avaliação constantes do projeto, para se alcançar eficiência na prestação dos seus serviços. A implantação do laboratório demanda tempo e dedicação do mentor do projeto, o qual deve ser um apaixonado pela área, e deve transmitir tal paixão para as outras pessoas envolvidas. Nas visitas técnicas aos laboratórios em operação, em conversas com os gestores dos laboratórios, pôde-se verificar o carinho e entusiasmo com que trabalham e defendem a causa. Tendo sido para todos um processo construtivo lento, pois são necessários investimentos financeiros altos, mas com a dedicação necessária, e um conjunto de parceiros fortes para apoiar o projeto, este mostra-se um produto exequível, que só tende a contribuir para capacitação de seus usuários quando em operação.

6.1. Limitações da pesquisa

O estudo realizado apresenta limitações, pois se trata de um fenômeno recente, tanto no âmbito mundial, como nacional. Por essa razão, faz-se necessário proceder com mais estudos teóricos sobre o tema em questão. A análise da pesquisa foi embasada na coleta de dados em

três focos de estudo, sendo o processo de formação de construção de um Fab Lab, o levantamento do perfil socioeconômico da cidade e o levantamento dos laboratórios na cidade. Nestes estudos realizados, a pesquisa apresentou algumas limitações, não sendo possível realizar o levantamento de laboratórios “independentes” ou ligados à empresas privadas que não estavam relacionados às instituições selecionadas para estudo. Também ocorreram algumas limitações quanto à visita *in loco* de Fab Labs, mas que foram superadas com as visitas *in loco* nos laboratórios congêneres em Maceió, que também possuem excelente estrutura, onde foi possível entender o funcionamento das máquinas e equipamentos e operação dos laboratórios. Outra limitação da pesquisa se deu quanto à implantação física do laboratório, que não ocorreu, ficando apenas como uma proposta teórica, não podendo ter sido realizado a conferências dos resultados do objeto proposto.

6.2. Direcionamento para estudos futuros

Por entender que o processo de fabricação digital ainda é pouco explorado e deve ser promovido para que as pessoas o conheçam melhor, esta pesquisa não teve como foco a realização de entrevistas ou questionários para um estudo de demanda mais completo, sendo necessário primeiro promover a fabricação digital para quem não tem acesso, para depois partir para um processo de aprofundamento do entendimento da população sobre o assunto, ficando como sugestões de estudos futuros uma pesquisa direcionada ao levantamento de entrevistas e questionários para aprofundar o conhecimento sobre o objeto de pesquisa, a fim de que se torne mais eficiente no atendimento das necessidades da comunidade.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, F. F.; CESCA, R.; MACEDO, M.; TEIXEIRA, C. S. Desenvolvimento e implantação de um FabLab: um estudo teórico. **Espacios**, Caracas, v. 38, n. 31, 2017.

ALAGOAS. Secretaria de Estado da Ciência, da Tecnologia e da Inovação (SECTI). **Projetos**. Maceió: Secretaria do Estado da Ciência, da Tecnologia, da Inovação. Alagoas. 2021. Disponível em: <http://secti.al.gov.br/>. Acesso em: 25 de março de 2021.

ALAGOAS. Secretaria de Estado da Ciência, da Tecnologia, da Inovação. **Notícias**. Maceió: Secretaria do Estado da Ciência, Tecnologia da Inovação. Alagoas. 2021. Disponível em: <http://www.secti.al.gov.br/?Itemid=215&start=1>. Acesso em março de 2021.

ALAWADHI S.; ALDAMA – NALDA A.; CHOURABU H.; GIL-GARCIA J. R.; LEUNG S.; MELLOULI S.; NAM T.; PARDO T. A.; SCHOOL H.J.; WALKER S. Building Understanding of Smart City Initiatives. **International Conference on Electronic Government** (EGOV). vol 7443. Springer, Berlin. 2012

ALMEIDA, M. Bancos restringem atendimento e têm horários diferenciados. **EXAME**. 2020. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/seudinheiro/bancos-restringem-atendimento-e-temhorarios-diferenciados>. Acessado em 21 de março de 2021.

ANGELIDOU, M. Smartcity policies: A spatial approach. **Cities**, v. 41, p. S3-S11, 2014. Disponível em: file:///C:/Users/tlima/Downloads/Smart_city_policies_a_spatial_approach_2.pdf. Acesso em 26 de janeiro de 2021.

ANDERSON, Chris. **Maker: A nova revolução industrial**. São Paulo, SP: Elsevier Editora, 2012.

ARAÚJO, D. S; GUIMARÃES, P. B. V.; XAVIER, Y. M. A. Perspectivas sobre políticas públicas de inclusão digital e fomento às cidades inteligentes. **Revista do Direito**, Santa Cruz do Sul, v. 3, n. 56, jan. 2019. ISSN 1982-9957. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/direito/article/view/12465>. Acesso em: 21 DE Março de 2021.

BALLERINI, Flávia. **Fabricação Digital: uma Apropriação Crítica fortalecendo a cooperação por meio da fabricação digital**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais. 2017.

BAXTER, M. **PROJETO de Produto**: Guia prático para o design de novos produtos. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2008.

BRADSHAW, S., BOWYER, A., HAUFE, P. **The intellectual property implications of low-cost 3D printing**. Londres: SCRIPT ed 7, 5–31, 2010.

BERTHOLDO NETO, E. **Sistemas de tecnologias colaborativas urbanas: os casos da rede FabLab Livre SP e do MobiLab**. 2018. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2018.

COSTA, C. M. O. N. G.; PELEGRINI, A. V.; O Design dos Maker spaces e dos Fab Labs no Brasil: um mapeamento preliminar. **Design & Tecnologia 13**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: PGDESIGN. 2017.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design Science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015..

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; MIGUEL P. A. C. Uma Análise Distintiva entre o Estudo de Caso, A Pesquisa-Ação e a Design Science Research. **Revista Brasileira de Gestão e Negócios**. v. 17, n. 56, p. 1116-1133, 2015. Disponível em:
file:///C:/Users/Taiane/Downloads/Dresch%20et%20al.%20-%202015%20-%20A%20Distinctive%20Analysis%20of%20Case%20Study,%20Action%20Resea.pdf.
Acessado em: 25 de março de 2021.

ESTEVES P. C. L.; LIBRELON D.; SILVA S. M.; MADRUGA K. C.; SPINOSA L. M. Políticas públicas para cidades inteligentes: o caso da cidade de Florianópolis/SC. **VII Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação**. Guadalajara. 2018.

EYCHENNE, F.; NEVES, H. **FabLab: A Vanguarda da Nova Revolução Industrial**. São Paulo: Editorial FabLab Brasil, 2013. Disponível em:
<https://livrofablab.wordpress.com/2013/08/05/pdf-free-download/>. Acesso em: 21 de março de 2021.

FELIPE. D. F. S. **Investigação do espaço e do uso de Fab Labs e as relações com o processo de ensino e aprendizagem**. 2019. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2019.

Fab Foundation. **The Fab Charter**. 2012. Disponível em:
<https://fab.cba.mit.edu/about/charter/>. Acesso em: 25 de março de 2021.

FIRJAN. **Indústria 4.0: Panorama da Inovação**. 2016.

GERSHENFELD, N. How to Make Almost Anything: The Digital Fabrication Revolution. **Foreign Affairs**, v. 91, n. 6, 2012. Disponível em:
<http://cba.mit.edu/docs/papers/12.09.FA.pdf>. Acessado em 25 de março de 2021

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008

HERN, A. Covid-19 could cause permanent shift towards home working. **The Guardian**. 2020. Disponível em: <https://www.theguardian.com/technology/2020/mar/13/covid-19-couldcause-permanent-shift-towards-home-working>. Acessado em 21 de março de 2021

HOLLANDS, Robert G. **Will the real smartcityplease stand up?** London: City, 2008, v.12, n.3, p.303-320. Disponível em: <file:///C:/Users/Taiane/Downloads/SmartCityarticle2008.pdf>. Acessado em: 25 de março de 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD**. Brasília: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/maceio/panorama>. Acessado em: 31 de Março de 2022.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Sistema de Informações Sobre o Mercado de Trabalho no Setor Turismo – SIMT**. Brasília: IPEA, 2022. Disponível em: <http://extrator.ipea.gov.br/>. Acessado em 31 de março de 2022.

LEMOS, A; MONT’ALVER A.: Cidades Inteligentes no Brasil: as experiências em curso em Búzios, Porto Alegre e Rio de Janeiro. **Revista Comum**. Midiática, Bauru, v. 10, n. 3, p. 21 – 39. 2015.

LIMA, Marco Antônio Magalhães. **Introdução aos materiais e processos para designers**. Nova ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.

MACEIÓ. Gabinete de Governança. **Inovação**. 2021. Disponível em: <http://www.maceio.al.gov.br/ggov/>. Acesso em: 25 de março de 2021.

MEYERSOHN, N. Corona vírus will change the grocery industry forever. **CNN Business**. 2020. Disponível em: <https://edition.cnn.com/2020/03/19/business/grocery-shopping-online-coronavirus/index.html>

MEDEIROS, B. P.; GOLDONI, L R. F.; BATISTA Jr, E.; ROCHA, H. R.. O uso do ciberespaço pela administração pública na pandemia da COVID19: diagnósticos e vulnerabilidades. **Revista de Administração Pública**, v.54 n. 4, 2020. FGV-SB. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/81878>. Acesso em: 07 de abril de 2021.

MIRANDA, G. Em três meses programa oxetech atinge 64% dos municípios alagoanos. **Associação dos Municípios Alagoas**. 2021. Disponível em:<https://ama-al.com.br/em-tres-meses-programa-oxetech-atinge-64-dos-municipios-alagoanos/>. Acesso em 26 de março de 2021

NAM, T; PARDO T. A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. **Conference: Proceeding sof the 12th Annual International**. Conference on Digital Government Research, College Park, USA, 2011. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/221585167_Conceptualizing_smart_city_with_dimensions_of_technology_people_and_institutions. Acesso em: 13 de março de 2021

OLIVEIRA, D. J. L. **O uso da prototipagem e fabricação digital no ambiente Fab Lab**. Dissertação (Mestrado em Design). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

PINTO S. L. U.; AZEVEDO I. S. C.; SANTOS G. S. P.; HAMAD A. F. TEIXERA C. S. O movimento maker: enfoque nos fablabs brasileiros. In **26 conferência ANPROTEC**. Fortaleza, 2016.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E.C. **Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

REMÉDIO, J. A.; SILVA, M. R.; O uso monopolista do *Big Data* por empresas de aplicativos: políticas públicas para um desenvolvimento sustentável em cidades inteligentes em um cenário de economia criativa e de livre concorrência. **Revista Brasileira de Políticas Públicas, Brasília**, v. 7, n 3. 2017.

REDE FAB LAB BRASIL. **Laboratórios**. 2021. Disponível em: <https://www.fablabs.io/organizations/rede-fab-lab-brasil>. Acesso em 21 de março de 2021.

RITA, L. P. S. **LIMITES E IMPACTOS DAS POLÍTICAS INDUSTRIAL, COMERCIAL E DE INOVAÇÃO: Análise de Coeficientes, Indicadores e Competitividade no Brasil e em Portugal na Perspectiva da Indústria 4.0**. 2021 – TESE ACADÊMICA para a obtenção da progressão para CLASSE E, PROFESSOR TITULAR - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.

SCAILLEREZ, A.; TREMBLAY D. Modal ities of Contribution to Open Innovation: The Contribution of Technology Sharing Models in the Context of Third Places: Co-Working, Living Labsand FabLabs. **American Journal of Industrial and Business Management**, v.7, n.3, 2017

SCHWAB, k; DAVIS, n. **Aplicando a quarta revolução Industrial**. 1 ed. São Paulo: Edipro. 2019

SILVA, H. B. G.; LEITE, H. O.; PINHEIRO, M. M. K. A DUALIDADE DAS CIDADES INTELIGENTES: melhoria da qualidade de vida ou controle informacional? **Informação & Sociedade: Estudos**, v. 26, n. 3, p.47 – 54. João Pessoa. 2016

SILVA T. R.; SILVA F. P.; RUTHSCHILLING E. A. Laboratórios de fabricação digital: uma revisão sistemática. **Revista geometria gráfica**. v.3, n.1: p. 20-P36. 2019.

SOUZA, R. C.; **Adequação de uma cidade para uma *Smartcity* com implementação de um Fab-Lab - O caso de Anápolis, Brasil.** 2019. Dissertação (mestrado em Engenharia Industrial) - Escola Superior de Tecnologia e de Gestão, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2019

SOUZA, D. C. M. **Gestão pública orientada para cidades inteligentes.** 2020. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2020.

SOUZA, F. **Moradores da periferia de São Paulo criam a Ubra para bairro vetado pelo Uber.** 15 de março de 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/brasil/noticia/moradores-de-periferia-de-sp-criam-a-ubra-para-bairro-vetado-pelo-uber.ghtml>>. Acesso em: 21 de março de 2021

VOLPATO, Neri et al. **Prototipagem Rápida: Tecnologias e Aplicações.** São Paulo: ed. Blucher, 2007.

ANEXO A - A Carta Fab

O que é um Fab Lab?

Os Fab Labs são parte de uma rede global de laboratórios locais, possibilitando a invenção e fornecendo acesso a ferramentas para a fabricação digital.

O que tem um Fab Lab?

Os Fab Labs dispõem de um conjunto de equipamentos em evolução e com capacidade para se fazer (quase) qualquer coisa, permitindo que pessoas e projetos sejam compartilhados.

O que permite fazer a rede de Fab Lab?

Apoio operacional, educativo, técnico, financeiro e logístico, para além do que está disponível num “Lab”.

Quem pode usar um laboratório de fabricação?

Os Fab Labs estão disponíveis como um recurso da comunidade, oferecendo acesso aberto para indivíduos, bem como acesso agendado para programas.

Quais são as suas responsabilidades?

- Segurança: não ferir pessoas nem danificar máquinas.
- Operações: apoiar na limpeza, manutenção e melhoria do Lab.
- Conhecimento: contribuir para a documentação e educação.

Quem é o dono das invenções nos Fab Lab?

Projetos e processos desenvolvidos em Fab Lab podem ser protegidos e vendidos como o inventor escolher, no entanto, deve permanecer disponível para uso e aprendizagem pelos outros.

Como é que as empresas podem utilizar um Fab Lab?

As atividades comerciais podem ser prototipadas e incubadas num fab lab, mas não devem entrar em conflito com outras utilizações, devem evoluir para além do fab lab, em vez permanecerem dentro do laboratório e espera-se que beneficiem os inventores, labs e redes que contribuem para o seu sucesso

ANEXO B - Listagem de Fab Labs do Brasil registrados na rede Fab Lab segundo site da Fab Foundation.

	Nome	Localização	Categoria
1	Garagem Fab Lab	São Paulo/SP	Profissional
2	Fab Lab Recife	Recife/PE	Profissional
3	Fab Lab da Firjan SENAI Benfica	Rio de Janeiro/RJ	Acadêmico (Firjan e Senai)
4	Fab Lab AU	Cuiabá/MT	Acadêmico (UFMT - Departamento de Arquitetura e Urbanismo)
5	OLABI	Rio de Janeiro/RJ	Profissional
6	PRONTO 3D	Florianópolis/SC	Acadêmico (UFSC – atua nas áreas de Design, Arquitetura e Engenharia)
7	Fab Lab Facens	Sorocaba/SP	Acadêmico (Disponível para todo centro Universitário)
8	Drone Lab Brasil	São Paulo/SP	Profissional
9	Fab Lab Newton	Belo Horizonte/MG	Acadêmico (Disponível para todo centro Universitário)
10	Laboratório Aberto SENAI FIEMG	Belo Horizonte/MG	Profissional (SENAI e FIEMG)
11	Fab Lab Camassary	Camaçari/BA	Profissional
12	Usina Fab Lab	Porto Alegre/RS	Profissional (grupo de designers, arquitetos e engenheiros).
13	Fab Lab Senai-UEMS	Dourados/ MS	Acadêmico (Faculdade de Tecnologia do Senai e Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul)
14	Fab Lab Escola SESI - Vila Leopoldina	São Paulo/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
15	Fab Lab ITA	Itabuna/BA	Profissional
16	Fab Lab Joinville	Joinville/SC	Profissional
17	Fab Lab Inatel	Santa Rita do Sapucai/MG	Profissional
18	Fab Lab GO	Anápolis/GO	Profissional
19	Fab Lab da Indústria - SESI/SENAI/IEL CIC	Curitiba/PR	Profissional (SESI/SENAI/IEL)
20	Isvor Fab Lab	Betim/MG	Acadêmico Universidade Corporativa Grupo Fiat Chrysler)

21	Fab Lab Recife - ABA	Recife/PE	Profissional.
22	Fab Lab Unipam	Patos de Minas/MG	Acadêmico (Centro Universitário de Patos de Minas – Multidisciplinar)
23	Fab Lab - Creare	Goiânia/GO	Profissional
24	FAB LAB ENIAC	Guarulhos/SP	Acadêmico (Centro Universitário de Excelência ENIAC)
25	UVA Fab Lab	Rio de Janeiro/RJ	Acadêmico (Universidade Veiga de Almeida)
26	AEON Fab Lab	Bauru/SP	Profissional
27	Fab Lab Manaus	Manaus/AM	Profissional
28	Fab Lab Mauá	São Caetano do Sul/SP	Acadêmico (IMT - Instituto Mauá de Tecnologia)
29	Fab Lab da Firjan SENAI Resende	Resende/RJ	Acadêmico (Firjan/SENAI)
30	Fab Lab Unipam	Patos de Minas/MG	Acadêmico (Unipam)
31	Fab Lab Cuiabá-BR	Sorocaba/SP	Profissional
32	Fab Lab Escola SESI - Presidente Prudente	Presidente Prudente/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
33	Fab Lab Escola SESI - Jundiaí	Jundiaí/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
34	Fab Lab Escola SESI - Ribeirão Preto	Ribeirão Preto/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
35	Fab Lab Escola SESI - Taubaté	Taubaté/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
36	Fab Lab Escola SESI - Suzano	Suzano/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
37	Fab Lab Escola SESI - Limeira	Limeira/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
38	Fab Lab Escola SESI - São José do Rio Preto	São José do Rio Preto/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
39	Fab Lab Escola SESI - Birigui	Birigui/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
40	Pad Lab	Fortaleza/CE	Acadêmico (Universidade Federal do Ceará - Multidisciplinar)

41	TECNOPUC Fab Lab - FreeZone	Porto Alegre/RS	Acadêmico (Parque Tecnológico da PUCRS)
42	Anima Lab - São Judas Unimonte	Santo/SP	Acadêmico Universidade São Judas
43	Fab Lab Casa Firjan	Rio de Janeiro/RJ	Profissional (Firjan)
44	Anima Lab UniBH	Belo Horizonte/MG	Acadêmico (Centro Universitário UniBH)
45	Fab Lab 3dtoy	Campinas/SP	Profissional
46	Fab Lab da Firjan SENAI Itaguaí	Itaguaí/RJ	Profissional (Firjan)
47	Fab Lab da Firjan SENAI Nova Friburgo	Nova Friburgo/RJ	Profissional (Firjan)
48	Fab Lab Firjan SENAI Campos	Campos/RJ	Profissional (Firjan)
49	FAB LAB RIO	Rio de Janeiro/RJ	Profissional
50	UniAvan Fab Lab	Balneário Camboriú/ SC	Acadêmico (Centro Universitário Avantis, áreas de arquitetura e engenharia)
51	Fab Lab da Firjan SENAI Jacarepaguá	Rio de Janeiro/RJ	Profissional (Firjan)
52	Fab Lab Livre SP - Galeria Olido	São Paulo/SP	Público (Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia)
53	Fab Lab Livre SP - Vila Itororó	São Paulo/SP	Público (Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia)
54	Fab Lab Livre SP - Centro Cultural de São Paulo	São Paulo/SP	Público (Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia)
55	Fab Lab Livre SP Centro Cultural da Juventude	São Paulo/SP	Público (Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia)
56	Fab Lab Centro Cultural da Penha	São Paulo/SP	Público (Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia)
57	Fab Lab livre SP Céu três pontes	São Paulo/SP	Público (Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia)
58	Fab Lab Livre SP - Casa da Memória Itaquera	São Paulo/SP	Público (Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia)
59	Fab Lab Livre SP c.f.c. Cidade Tiradentes	São Paulo/SP	Público (Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia)

60	Fab Lab Livre SP - Céu Anhanguera	São Paulo/SP	Público (Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia)
61	Fab Lab Livre SP - São Joaquim	São Paulo/SP	Público (Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia)
62	Fab Lab livre SP - Chácara do Jockey	São Paulo/SP	Público (Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia)
63	Fab Lab Livre SP - Céu Heliópolis	São Paulo/SP	Público (Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia)
64	Fab Lab Escola Concept - SP	Jardim Europa/SP	Acadêmico (Multidisciplinar alunos de ensino fundamental e médio)
65	Fab Lab Escola Concept SSA	Salvador/BA	Acadêmico (Multidisciplinar, alunos de ensino médio)
66	Fab Lab Escola Concept RAO	Ribeirão Preto/ SP	Acadêmico (Multidisciplinar, alunos de ensino médio)
67	Firjan SENAI Niterói	Niterói/RJ	Profissional (Firjan)
68	Fab Lab PTS	Sorocaba/SP	Profissional (Sesi)
69	Amado <i>maker</i> Fab Lab	Indaiatuba/SP	Profissional
70	Fab Lab The	Teresina/PI	Acadêmico (Universidade Federal do Piauí – UFPI)
71	<i>Smart Mall</i>	Sorocaba/SP	Acadêmico (Centro Universitário Facens)
72	<i>Thomas Maker</i>	Brasília/DF	Acadêmico (Casa Thomas Jefferson)
73	FAB LAB IEMA	São Luís/MA	Acadêmico Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA)
74	UNIP Fab Lab	São Paulo/SP	Acadêmico (Centro Universitário UNIP)
75	Curitiba Fab Lab - Unidade Cajuru	Curitiba/PR	Público (Agência Curitiba de Desenvolvimento e Inovação S/A)
76	SENAI LAB CETEC PALMAS	Palmas/TO	Profissional (Senai)

77	FEB 360°	Barretos/SP	Acadêmico (Centro Universitário UNIFEB)
78	Fab Lab UFPB	João Pessoa/PB	Acadêmico (Departamento de Engenharia Elétrica)
79	Fab Lab Jundiaí	Jundiaí/SP	Acadêmico (SESI)
80	Fab Lab Escola SESI - Campinas	Campinas/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
81	Fab Lab Escola SESI - Itu SP	Itu/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
82	Fab Lab da Indústria- SESI SENAI IEL SJP	São José dos Pinhais/PR	Profissional (SESI, SENAI IEL SJP)
83	Fab Lab <i>Maker</i> Educ	Mossoró/ RN	Profissional
84	Fab Lab UFAL	Maceió/AL	Acadêmico (UFAL - Departamento de Engenharia Civil)
85	Tiradentes Fab Lab	Aracaju/SE	Acadêmico (Centro Universitário Tiradentes – Multidisciplinar)
86	FAB LAB ODONTO	São Paulo/SP	Profissional (Voltado a área odontológica)
87	Fab Lab Escola SESI - Marília	Marília/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
88	Fab Lab Escola SESI - Ipiranga	São Paulo/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
89	Fab Lab Escola SESI - São Bernardo do Campo	São Bernardo do Campo/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
90	Fab Lab Escola SESI - Cotia	Cotia/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
91	Fab Lab Escola SESI - Franca	Franca/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
92	Fab Lab Escola SESI - A.E. Carvalho	São Paulo/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
93	Fab Lab Escola SESI - Mauá	Mauá/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)

94	Fab Lab Escola SESI - São José dos Campos	São José dos Campos/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
95	Fab Lab Escola SESI - Tatuí	Tatuí/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
96	Fab Lab Escola SESI - Sertãozinho	Sertãozinho/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
97	Fab Lab Escola SESI - Bauru	Bauru/SP	Acadêmico (Escola SESI – Serviço Social da Indústria)
98	Lab <i>Maker</i> Living Lab MS	Campo Grande/MS	Profissional (Sebrae)
99	Fab Lab Beetech - Parque Tecnológico Jataí	Jataí/GO	Acadêmico Parque Tecnológico Jataí
100	Fab Lab Escola Sesi – Araras	Araras/SP	Acadêmico (Escola Sesi)
101	Fab Lab Escola Sesi – Mogi Guaçu	Mogi Guaçu/ SP	Acadêmico (Escola Sesi)
102	Fab Lab Escola Sesi - Mogi das Cruzes/	Mogi das Cruzes/ SP	Acadêmico (Escola Sesi)
103	Fab Lab Escola Sesi - Sorocaba	Sorocaba/SP	Acadêmico (Escola Sesi)

Fonte: Elaborada pela autora com base no site da Fab Foundation, 2022.

APÊNDICE A – Análise das publicações levantados na revisão bibliográfica sistemática

<i>Título do Trabalho/ Banco de dados</i>	<i>Autor/data</i>	<i>Tipo da publicação</i>	<i>Aspecto abordado.</i>
<i>O uso da prototipagem e da fabricação digital no ambiente FAB LAB.</i>	<i>OLIVEIRA, Diego Jucá de Lima (2016)</i>	<i>Dissertação</i>	<i>O autor busca evidenciar o potencial dos Fab Labs como ambientes para a realização da prototipagem rápida no processo de projeto de design.</i>
<i>Maker innovation. Do open design e fab labs... às estratégias inspiradas no movimento maker.</i>	<i>NEVES, Heloisa Maria Domingues. (2014)</i>	<i>Tese</i>	<i>O objeto central desta pesquisa é o termo \"Maker Innovation\", uma síntese de estratégias \"makers\", tornando-as legíveis, replicáveis e contextualizadas dentro de um processo de Inovação pelo Design.</i>
<i>Sistemas de tecnologias colaborativas urbanas: os casos da rede Fab Lab Livre SP e do MobiLab.</i>	<i>BERTHOLDO Neto, Emílio. (2018)</i>	<i>Dissertação</i>	<i>O presente trabalho consiste na análise do conceito de cidade inteligente com foco em processos de produção de tecnologias urbanas colaborativas e gestão participativa da cidade tendo como principais modelos o MobiLab e a Rede de Fab Lab Livre SP.</i>
<i>Relações entre Fab Labs e Textile Labs : diretrizes para a proposição de espaços integrados de fabricação digital</i>	<i>SILVA, Thays Ramos. (2019)</i>	<i>Dissertação</i>	<i>O objetivo geral da dissertação é a investigação de pontos em comum e divergências entre os conceitos de Fab Lab e Textil Lab, e a proposição de diretrizes para a criação de um espaço que reúna os dois contextos na cidade de Porto Alegre.</i>
<i>A rede pública de laboratórios de fabricação digital da cidade de São Paulo: as contribuições sociais dos espaços maker para a perspectiva do conhecimento comum.</i>	<i>FROSCH, Renato (2020)</i>	<i>Tese</i>	<i>Esta pesquisa de doutorado apresenta as análises das contribuições sociais da rede de laboratórios Fab Lab Livre SP sob a perspectiva do conhecimento como um Comum.</i>

<i>Da indústria ao design utópico dos Fab Labs: uma análise de experiências na cidade de São Paulo.</i>	<i>MONEZI, Elton Reis. (2018)</i>	<i>Dissertação</i>	<i>Investiga os meios de produção industrial em contraponto à proposta emergente de modelo contemporâneo de fabricação digital.</i>
<i>Moda e Fabricação Digital em um Contexto Fab Lab: equipamentos, métodos e processos para o desenvolvimento de produtos.</i>	<i>BASTOS, Victoria Fernandes. (2014)</i>	<i>Dissertação</i>	<i>A pesquisa se propõe a investigar como a moda pode usufruir das novas tecnologias, métodos e processos possíveis através da fabricação digital e do contexto Fab Lab.</i>
<i>O movimento maker como enfrentamento à despotencialização neoliberal na sociedade pós-industrial: um estudo acerca dos impactos sociais da rede FAB LAB Livre da cidade de São Paulo</i>	<i>MOON, Rodrigo Malcolm de Barros. (2020)</i>	<i>Dissertação</i>	<i>O objetivo geral deste trabalho é compreender as forças repressivas que atuam sobre os corpos numa dita sociedade pós-industrial e neoliberal e apontar o movimento maker como um modo de subjetivação que nos permita enfrentar tais forças repressivas, encontrando nos FAB LABs, e principalmente na rede FAB LAB Livre da cidade de São Paulo,</i>
<i>Investigação do espaço e do uso de Fab Labs e as relações com o processo de ensino e aprendizagem</i>	<i>FELIPE, D. F. S.(2019)</i>	<i>Dissertação</i>	<i>A pesquisa tem por objetivo investigar o espaço e uso do Fab Lab e suas relações com o processo de ensino aprendizagem.</i>
<i>Comunicação em ambientes da indústria criativa: uma leitura a partir dos fab labs do Rio Grande do Sul</i>	<i>FERNANDES, Fabio Frá. (2019)</i>	<i>Dissertação</i>	<i>Ao nomear os Fab Labs (Fabrication Laboratory) como ambientes da indústria criativa, a presente dissertação objetiva identificar como a comunicação se integra a esses ambientes. Tem como objeto empírico os Fab Labs domiciliados no estado do Rio Grande do Sul e inscritos na Fab Foundation.</i>
<i>Fabricação digital: uma análise crítica - fortalecendo a cooperação por meio da fabricação digital.</i>	<i>Ballerini, Flavia. (2017)</i>	<i>Tese</i>	<i>Esta pesquisa propõe analisar a Fabricação Digital e suas mais recentes apropriações na Arquitetura e no Design.</i>
<i>Adequação de uma cidade para uma Smartcity com implementação de um fablab - O caso de Anápolis, Brasil.</i>	<i>SOUZA, R. C. (2019)</i>	<i>Dissertação</i>	<i>O trabalho tem como objetivo estabelecer uma metodologia para cidade de Anápolis, a fim de que ela se torne uma smart city, propondo a instalação de um Fab Lab como instrumento do processo.</i>
<i>Fab labs acadêmicos no brasil: uma análise de sua tipificação em cinco dimensões sob a ótica dos fabmanagers</i>	<i>VIEIRA, R.B. (2019)</i>	<i>Dissertação</i>	<i>o presente estudo apresenta-se com o propósito de caracterizar a forma de atuação dos Fab Labs brasileiros, em particular do tipo Acadêmico, e tipificá-</i>

			<i>la em cinco dimensões, teoricamente identificadas em literatura internacional, sob a ótica dos gestores</i>
<i>Desenvolvimento e implantação de Fab Labs: um estudo Teórico no contexto das regiões norte e nordeste</i>	<i>FONSECA, Francisco Wesley de Souza. (2020)</i>	<i>Dissertação</i>	<i>O presente trabalho tem como objetivo apresentar um estudo teórico e exploratório sob as configurações atuais dos Fab Labs, credenciados e ativos conectados às redes mundial e nacional, com ênfase nas regiões Norte e Nordeste. Serão discutidos ao longo deste trabalho, requisitos e procedimentos necessários para criação de novos laboratório</i>
<i>Desenvolvimento e implantação de um Fab Lab: um estudo teórico</i>	<i>AGUIAR et al. (2017)</i>	<i>Artigo</i>	<i>O presente artigo possui três objetivos: mapear os laboratórios da rede existentes no mundo e no Brasil, e licitar as diretrizes e procedimentos necessários para criar um Fab Lab e por fim, demonstrar os benefícios que esta rede pode trazer em termos de inovação social e educação.</i>
<i>O Design dos Makerspaces e dos Fablabs no Brasil: um mapeamento preliminar</i>	<i>COSTA, Christiane PELEGRINI, Alexandre (2017)</i>	<i>Artigo</i>	<i>Este trabalho tem como objetivo explorar o desenvolvimento atual do movimento maker no Brasil, na tentativa de estabelecer a localização, tipologia e práticas dos espaços físicos localizados, orientados por uma comunidade dedicada à fabricação digital e que se concentram no desenvolvimento de resultados materiais tangíveis.</i>
<i>Fab Lab Livre SP: laboratories of digital fabrication as public policy from São Paulo City</i>	<i>CORDEIRO, A. V. BARROSO, C. H.; MAGLI, L. (2016)</i>	<i>Artigo</i>	<i>Este trabalho é sobre a iniciativa do governo da Prefeitura de São Paulo de criar uma rede pública de doze laboratórios de fabricação digital, Fab Lab Livre SP. O documento visa demonstrar a relevância da rede Fab Lab Livre SP como política pública para beneficiar a comunidade local e os indivíduos.</i>
<i>Usando a experiência de Brossard para destacar dez dicas na criação de um Fab Lab</i>	<i>DESAUTELS, J e SAINT-JACQUES COUTUR, M (2018)</i>	<i>Artigo</i>	<i>Artigo que trabalha um estudo de caso da implantação de um laboratório de fabricação na biblioteca Georgette Lepage em Brossard para esboçar dez dicas para criar um espaço assim.</i>

<i>Da bauhaus ao laboratório fab. a revolução digital de aprender fazendo</i>	Árias, FS (2021)	Artigo	<i>Artigo que dialoga sobre a evolução do movimento maker, questionando o ensino regulamentado das escolas técnicas tradicionais devido à ascensão do conhecimento compartilhado na internet por meio de plataformas digitais de aprendizagem.</i>
<i>Engajados pelo Design: O Papel das Infraestruturas Colaborativas Emergentes para o Desenvolvimento Social. Roma Makers como um estudo de caso</i>	FASOLI, A e TASSINAR I, S (2017)	Artigo	<i>O artigo atual analisará como os novos processos colaborativos de design e produção emergentes da Roma Makers Infrastructure estão contribuindo para a construção de um ecossistema social sustentável e inclusivo.</i>
<i>Modelando uma Nova Forma de Centro Comunitário: Avaliando o Impacto dos Fab Labs nas Bibliotecas</i>	Martel, MD (2018)	Artigo	<i>O objetivo deste estudo é estabelecer os fundamentos teóricos e práticos que ajudarão a entender melhor o desenvolvimento de fab labs e laboratórios criativos em bibliotecas</i>
<i>Reconhecimento Acadêmico da Fab Academy</i>	YLIOJA, J ; GEORGIE V, GV ; (...); RIE KKI, J. (2019)	Artigo	<i>Faz uma análise sobre o curso da Fab Academy disponibilizado pela Fab Foundation comparando-o a um curso universitário.</i>
<i>Fab Labs. Novos hubs para socialização e inovação</i>	DI ROMA, A ; MINENN, V e SCARCELLI, A (2017)	Artigo	<i>O presente artigo foca o valor cultural do fazer, identificando os métodos para compartilhar o conhecimento e as habilidades técnicas, particularmente, no contexto do design e fabricação digital.</i>
<i>Dinâmicas de Participação Comunitária na Gestão de Equipamentos Públicos. Dois estudos de caso em Barcelona</i>	Anglada, SE (2020)	Artigo	<i>Este artigo explora as diferenças entre dois projetos que visam promover a cultura local e o desenvolvimento territorial em Barcelona. Analisando dois projetos em dois bairros com perfis socioeconômicos opostos: um Fab Lab em Ciutat Meridiana e o Centro Cívico Casa Orlandai em Sarrià</i>
<i>Makerspaces humanitários em comunidades afetadas por crises</i>	CORSINI, L e MOULTRI E, J (2020)	Artigo	<i>Uma abordagem de estudo multicaso é feita para analisar três espaços maker que apoiam migrantes, refugiados e requerentes de asilo na Grécia.</i>

<i>Fomentando habilidades para o século 21: o papel dos Fab Labs e makerspaces</i>	RAYNA, T, STRIUKOVA, L (2021)	Artigo	<i>Com base em um estudo de uma rede de Fab Labs e makerspaces, este artigo investiga o papel que esses 'espaços de fabricação' podem desempenhar na promoção de habilidades do século XXI.</i>
<i>Promoção da inovação social através de Fab Labs. O caso do protein lab utem no chile</i>	VALENZUEL A-Zubiaur, M. et al. (2021)	Artigo	<i>O objetivo deste modelo é mostrar como Fab Laboratórios pode se tornar um instrumento eficaz para promover a inovação social das universidades. A contribuição deste artigo está em relacionar Fab Laboratórios com a inovação social por meio da terceira missão da universidade.</i>
<i>Fazendo coisas em Fab Labs: um estudo de caso sobre sustentabilidade e cocriação</i>	FLEISCHMA NN, K. , HIELSCH ER, S. , MERRITT, T. (2016)	Artigo	<i>Este artigo explora as realidades do uso de tecnologias de fabricação digital dentro de um Fab Laboratório. Baseia-se em um estudo de caso que descreve os resultados práticos de um workshop de design na criação de um produto.</i>
<i>Na crise: Fab Labs – Uma história europeia</i>	RAMELLA, F. , MANZO, C (2018)	Artigo	<i>O objetivo deste artigo é explorar Fab Laboratórios e sua difusão na Europa, com particular referência à situação francesa e italiana.</i>
<i>Como os fab-spaces possibilitam o empreendedorismo? Estudos de caso de 'makers' - Empreendedores</i>	MORTARA, L. , PARISOT, N. (2018)	Artigo	<i>Um estudo que examina a experiência de oito indivíduos que se beneficiaram de espaços fab para impulsionar seus empreendimentos</i>
<i>O show tem que continuar! Estratégias para fazer e makerspaces durante a pandemia</i>	KINNULA, M., Et al. (2021)	Artigo	<i>Estudo que apresenta como um Fab Lab manteve seu funcionamento durante o período da pandemia.</i>
<i>Pavilhão fab! proposta portátil para inserção da cultura maker no ensino tradicional</i>	GIORDANA, D. P. ANDRÉS, M. P. GONÇALO, C. H. (2019)	Artigo	<i>O trabalho propõe um projeto de Laboratório FAB Lab em uma estrutura montável e desmontável para atender a um público de diferentes escolas.</i>

<i>Aprendizagem de Matemática e Prototipagem Digital com Laboratório Móvel de Fabricação Digital</i>	<i>MUNIZ, J. P. S.M. PUPO, R. T. (2019)</i>	<i>Artigo</i>	<i>O presente artigo relata a experiência adquirida durante um estágio desenvolvido no Laboratório de Prototipagem e Novas Tecnologias Orientadas ao 3D (PRONTO 3D), um FABLAB vinculado ao curso de Design da Universidade Federal de Santa Catarina.</i>
<i>Lite Maker: Um Fab Lab Móvel para Aplicação de Atividades Mão na Massa com Estudantes do Ensino Básico</i>	<i>ANDRÉ L. M. S. et al. (2016)</i>	<i>Artigo</i>	<i>O artigo relata a experiência de atividades mãos na massa – makers - desenvolvidas com 16 (dezesesseis) estudantes da Escola Básica Yolanda Laurindo Ardigó da cidade de Itajaí. Para aplicação desta atividade foi construído uma espécie de Fab Lab móvel, chamado de Lite Maker.</i>
<i>Estratégias de ação implementadas pelos Fab Labs de Porto Alegre</i>	<i>SILVEIRA, André Luiz Marques (2020)</i>	<i>Artigo</i>	<i>O estudo se propõe a identificar as estratégias adotadas por Fab Labs de Porto Alegre para cumprir as premissas para ação apregoadas pela fundação.</i>

Fonte: elaborado pela autora (2022).

APÊNDICE B – Relatório Técnico

Título: CIDADES INTELIGENTES E FABRICAÇÃO DIGITAL: Diretrizes para implementação de um Fab Lab para Maceió-AL.

Resumo

As “smart cities” (SC) ou “Cidades Inteligentes”, em português, vêm se tornando muito popular como uma alternativa de modelo de cidade que busca melhorar a qualidade de vida nos centros urbanos, com base no uso de ferramentas de tecnologia da informação e comunicação (TIC). Os “Fab Labs” são laboratórios de fabricação digital que incentivam a criação de novos produtos, propriedade intelectual e negócios na área de tecnologia. Em termos metodológicos, a pesquisa se classifica como aplicada, exploratória e de abordagem qualitativa. Optou-se por adotar como estratégia de pesquisa uma inspiração ao método *Design Science Research*, que possui foco na produção projetos e artefatos. De acordo com a pesquisa desenvolvida, foi verificada a carência de um laboratório para promover a fabricação digital e capacitar a comunidade de forma mais ampla entre jovens e adultos, buscando atender àqueles que não se enquadram nos requisitos de participação dos laboratórios existentes. Para tal situação, foi apresentada a proposta de projeto de um Fab Lab móvel, configuração que se apresentou como mais adequada para atender às comunidades mais afastadas, atendendo a critérios de diversidade de localização e mobilidade da proposta, oferecendo cursos e serviços, a fim de gerar maior interesse nos jovens e adultos sobre as possibilidades da fabricação digital e promover a capacitação na área. Como objetivo geral, este estudo busca apresentar diretrizes para uma proposta de projeto de um Fab Lab para a cidade de Maceió-AL. Para se alcançar o produto final, foram elaborados objetivos específicos que constavam de um levantamento e mapeamento dos laboratórios congêneres na cidade, desenvolvimento de uma proposta de projeto, elaboração de um plano operacional com estudo de viabilidade econômico/financeira. Como conclusões da pesquisa foi verificado que, para melhorar o posicionamento de Maceió como “cidade inteligente”, a capacitação tecnológica de sua comunidade é um dos caminhos a serem percorridos. Em paralelo à investigação sobre o processo de construção dos Fab Labs, levantou um conjunto de orientações da fundação Fab Lab, sendo esta essencial ao processo construtivo dos laboratórios, revelando também os diferentes formatos que os laboratórios podem ser implantados, buscando se adequar da melhor forma possível às necessidades locais. Por fim, este trabalho buscou contribuir teoricamente sobre os estudos de desenvolvimento de laboratórios de fabricação digital, além de, do ponto de vista prático, apresentar como produto final um relatório técnico com diretrizes para implantação de um Fab Lab móvel para Maceió, divulgar um documento que sirva de subsídio para iniciativas na área. Buscou-se, assim, em um contexto macro, contribuir no processo de capacitação digital, com um modelo de laboratório mais acessível aos cidadãos, que permite a capacitação tecnológica para criação de produtos, incentivando a geração de trabalho e renda.

Instituição/Setor

Foi analisado o setor de Tecnologia, mais especificamente o setor de laboratórios de fabricação digital na cidade de Maceió.

Público-alvo da iniciativa

Jovens e adultos com interesse em capacitação tecnológica na área de fabricação Digital.

Descrição da situação-problema

Buscando resolver os problemas do crescimento urbano, crescem as iniciativas dos governos para tornar as cidades mais inteligentes, proposta que tem como questão principal o uso de tecnologias para auxiliar a resolver os problemas das cidades (ALAWADHI *et al.* 2012; SILVA; LEITE; PINHEIRO, 2016).

Neste contexto a oferta de serviços digitais tem aumentado cada vez mais, seja por instituições públicas ou privadas, situação que foi intensificada no processo de isolamento social decorrente da pandemia do COVID-19, sendo evidenciados os desafios técnicos e socioeconômicos relacionados à utilização de serviços digitais, alertando para o fato de que a exclusão digital deve ser uma questão a ser considerada durante a elaboração de políticas públicas, ao lado de problemas técnicos tradicionais (MEDEIROS *et al.* 2020). Havendo, também, uma linha de pensamento que alerta para o fato de que o advento das cidades inteligentes possa formar uma nova forma de gentrificação relacionada à exclusão de parcela da população que não possui habilidades suficientes para lidar com a tecnologia (HOLLANDS, 2008).

Em meio aos desafios relacionados à construção de cidades inteligentes, este estudo vem se dar orientado ao processo de capacitação tecnológica, pois, tendo a “tecnologia” e as “pessoas” como um dos pilares das cidades inteligentes e, considerando a problemática relacionada à exclusão de parcela da população que não possui habilidades suficientes para lidar com a tecnologia, é de fundamental importância que a comunidade, como um todo, saiba utilizar e produzir tecnologias para democratizar o acesso das oportunidades oferecidas pelas cidades inteligentes.

Objetivos

Posto o contexto da problemática acima exposta, esta pesquisa traz como objetivo geral **a proposta de instalação de um Laboratório de Fabricação Digital para a cidade de**

Maceió/AL, buscando contribuir no processo de capacitação tecnológica da comunidade.

Para alcançar o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Levantar e mapear os laboratórios de fabricação digital presentes na cidade de Maceió, a fim de compreender o cenário local quanto à oferta deste tipo de serviço;
- b) Identificar os processos necessários para a criação de um Fab Lab e desenvolver uma proposta de projeto de Fab Lab, com detalhamento das áreas do planejamento, estratégias e definição de suas principais características.
- c) Elaborar um plano operacional e estudo de viabilidade econômico/financeiro para o projeto, com estratégia de funcionamento e o levantamento dos custos para a construção e operação do laboratório.
- d) Elaborar um Plano de ação com diretrizes para implantação do Fab Lab.

Análise da situação-problema

A análise situacional da pesquisa foi embasada pela coleta de dados em três focos de estudo, sendo eles: o levantamento de dados sobre o processo de construção de um Fab Lab, coletando as principais necessidades para abertura e operação do espaço; o estudo do perfil socioeconômico de Maceió, a fim de analisar um público estratégico para o laboratório; e o levantamento dos laboratórios de fabricação digital e congêneres em Maceió, para ter ciência sobre a oferta deste tipo de serviço na cidade e averiguar a implantação de novos laboratórios.

Quanto ao processo de implantação dos Fab Labs, foram definidos os requisitos adotado para o laboratório proposto no projeto, como: tipologia, modelo econômico, espaço físico, recursos humanos e máquinas/equipamentos. Com o levantamento do perfil socioeconômico de Maceió, foi verificado que há uma grande parcela da comunidade de baixa renda, ociosa com relação ao mercado de trabalho e com baixos índice de educação. Com o levantamento dos laboratórios de fabricação digital e congêneres na cidade foi verificado que há oferta de laboratórios na cidade, mas que possuem públicos muito específicos, deixando de atender a parcelas da população que não se encaixam nos seus requisitos de participação.

Com base no levantamento do perfil socioeconômico, aliado à pesquisa de laboratórios existentes, foi embasada a proposta de projeto de um Fab Lab Móvel, para promover a fabricação digital e capacitar a comunidade de forma mais ampla, buscando atender àqueles que não se enquadram nos requisitos de participação dos laboratórios existentes, oferecendo

curso e serviços gratuitos, a fim de gerar um interesse nos jovens e adultos sobre as possibilidades da fabricação digital.

Recomendações de intervenção (Plano de Ação)

Como recomendações de intervenção foi proposto um plano de ação com as diretrizes para implementação do Fab Lab. A presente proposta de ações foi elaborada com base nas informações geradas pelas etapas anteriores, bem como pela observação direta dos laboratórios de fabricação digital visitados na cidade.

Segundo a Fab Foundation, a construção de um Fab Lab Móvel inclui várias fases (Projeto, Aquisição, Construção, Preparação e Treinamento). Essas fases levam cerca de 6 a 18 meses para serem concluídas, dependendo do projeto e da capacidade da rede. Para o projeto em questão, está sendo proposto um plano de trabalho de 12 meses (1 ano), com algumas adaptações com relação às fases acima apresentadas, ficando com um cronograma geral de acordo com o quadro a seguir.

QUADRO 1: cronograma das etapas do projeto

CRONOGRAMA DAS ETAPAS DO PROJETO													
Atividades \ Meses	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
Formulação (elaboração do projeto técnico)	X												
Captação de financiamento e parcerias	X	X	X										
Aquisições			X	X									
Preparação				X									
Treinamentos					X	X	X	X	X	X	X		
Avaliação												X	

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

A elaboração do projeto técnico deverá ser realizada pelo mentor do projeto, em meio físico ou digital, apresentando a todas as informações do projeto, contendo a apresentação, justificativa, objetivos, metodologia, recursos, cronograma e os indicadores de avaliação. Tal documento será utilizado para captar financiamento e parcerias para o projeto por meio de participação em editais públicos ou como forma de apresentação da proposta para patrocinadores.

A fase de captação é a etapa onde se procura possíveis parceiros e financiadores do projeto, e também é realizado pelo mentor do projeto. Como a intenção do projeto é ser um Fab Lab Público, com a oferta de serviços gratuitos, é fundamental o levantamento de parceiros e financiamento para viabilidade do projeto.

A fase de aquisição compreende a pesquisa de preços e de fornecedores, além da aquisição dos insumos, seja por aluguel, compra ou doação. Essa fase também é realizada pelo mentor do projeto, tendo que ser considerado o prazo da entrega dos produtos. Ademais, nessa fase deve estar incluso o processo de recrutamento dos colaboradores do projeto, no caso, o guru e o estagiário, considerando que o diretor do Fab Lab será o mentor do projeto.

A fase de preparação compreende a própria preparação do espaço, no caso, o container, para recebimento dos equipamentos, sendo de responsabilidade dos colaboradores do projeto – o diretor, o guru e o estagiário, que já devem ter sido contratados na fase de aquisição. Também nessa fase deve ocorrer a preparação dos locais onde serão realizadas as visitas do laboratório, com determinação do ponto de apoio, fechamento de parcerias e divulgação do programa junto aos atores locais, como presidentes de comunidades, diretores de escolas, entre outros.

Treinamento é a fase de realização das atividades dos laboratórios, que compreende 7 meses de atendimento ao público, sendo realizado de acordo com o programa de atividades proposto para o laboratório.

E, por fim, a fase de avaliação compreende a elaboração do relatório final com compilação dos resultados obtidos, onde deve compreender quantidade de usuários atendidos, quantidade de horas aulas fornecidas, produtos desenvolvidos, sugestões dos usuários para projetos futuros e deficiências encontradas no projeto.

No quadro a seguir, são apresentadas as diretrizes para implantação do Fab Lab, descrevendo as ações, atividades, responsabilidades, recursos e as formas de controle das ações.

Diretrizes para implementação o Fab Lab.

Quadro 2: Plano de ação para Implementação do Fab Lab.

Fase	Ação	Justificativa	Responsável pela ação	Atividades necessárias.	Recursos necessários	Formas de controle das ações.
Formulação	Elaboração do projeto técnico.	Necessidade de um documento que contenha todas as informações do projeto para apresentação aos parceiros, colaboradores e demais envolvidos no projeto.	Mentor do Projeto.	Pesquisa sobre o processo construtivo de um Fab Lab; Pesquisa socioeconômica; estudo do mercado; definição do projeto, com objetivos, público alvo, serviços, cronograma, orçamento, localização e indicadores de desempenho.	Pessoal.	Traçar um cronograma com prazo e tópicos necessários no projeto, com atualização constante a cada tópico elaborado.
	Registro de CNPJ do projeto social.	Necessidade de registro da pessoa jurídica do laboratório na forma de projeto social.	Mentor do Projeto.	Definição de nome, forma, endereço, responsável, e demais dados necessários para formulação da pessoa jurídica, e solicitação na instituição responsável pelo ato.	Pessoal.	Acompanhamento da solicitação do registro na instituição responsável.
Captação	Definição dos recursos e orçamento que serão solicitados os financiamentos ou parcerias.	Necessidade de definir quais os insumos e valores que serão solicitados para uma estratégia eficiente na captação dos recursos.	Mentor do Projeto.	Detalhamento do projeto, com especificação dos materiais, equipamentos, mobiliários, maquinários, que irão compor o laboratório.	Pessoal.	Elaborar um cronograma com metas e prazos para apresentação das propostas e fechamentos dos termos de acordo das parcerias
	Elaboração de uma lista com os possíveis parceiros entre instituições e empresas.	Necessidade de definir quais os possíveis parceiros para uma estratégia eficiente na captação dos recursos.	Mentor do Projeto.	Pesquisa de mercado das empresas de grande e médio porte na cidade; pesquisa de editais públicos e privados na área de capacitação tecnológica.	Pessoal.	Elaborar um cronograma com metas e prazos para apresentação das propostas e fechamentos dos termos de acordo das parcerias
	Visita às instituições predeterminadas para apresentação da proposta do projeto.	Apresentação do projeto a possíveis investidores e parceiros para captação de recursos financeiros ou parcerias.	Mentor do Projeto.	Consultar as instituições sobre os protocolos de atendimento, realização de agendamentos, e visitação in loco às instituições e empresas.	Pessoal.	Elaborar um cronograma com metas e prazos para apresentação das propostas e fechamentos dos termos de acordo das parcerias.

	Elaboração do termo de financiamento ou parceria.	Necessidade de um documento oficial registrando os termos das parcerias para salvaguarda do projeto.	Mentor do Projeto, auxiliado por um especialista na área.	Negociação com os parceiros sobre as possibilidades das parcerias e se for necessário, contratação de consultoria para elaboração do termo.	Pessoal e financeiro se for necessário, contratação de consultoria para elaboração do termo.	Elaborar um cronograma com metas e prazos para apresentação das propostas e fechamentos dos termos de acordo das parcerias.
Aquisições	Pesquisa de preço e fornecedores.	Avaliar as propostas mais vantajosas para compra dos insumos.	Mentor do Projeto.	Consultar sites e empresas especializadas no fornecimento dos insumos necessários.	Pessoal	Elaborar um cronograma com metas e prazos para a realização das atividades.
	Aquisição dos insumos, seja por compra, doação ou aluguel.	Aparelhamento do laboratório para viabilizar a operação do mesmo.	Mentor do Projeto, e parceiros envolvidos.	Realizar o processo de compra, aluguel ou coleta dos insumos a serem adquiridos.	Pessoal e financeiro.	Elaborar um cronograma com metas e prazos para a realização das atividades; arquivar todas as notas fiscais dos produtos adquiridos.
	Recrutamento dos colaboradores do projeto.	Necessidade do apoio técnico dos recursos humanos para viabilizar a operação do laboratório.	Mentor do Projeto, e parceiros envolvidos.	Divulgação da proposta em empresas de seleção de empregos e estágios, laboratórios congêneres, e entre os profissionais da área, por meios digitais ou físicos, elaboração do contrato de trabalho ou termo de estágio se for o caso.	Pessoal e financeiro.	Elaborar um cronograma para contratação do pessoal, analisar o perfil e curriculum dos candidatos, garantir a assinaturas dos contratos de trabalhos ou termo de estágio.
Preparação	Reforma do container	Necessidade de adequar o espaço para realização das atividades propostas.	Diretor do Fab Lab, Guru e Estagiário.	Preparação e Plotagem das “paredes” e piso; fabricação e instalação do mobiliário; instalação dos equipamentos; instalação das estruturas de cabos e rede wi-fi.	Pessoal e financeiro.	Elaborar um projeto arquitetônico do laboratório e elaboração do cronograma das atividades a serem realizadas.
	Plano de instalação do laboratório nos pontos de apoio.	Levantamento da condição física dos pontos de apoio do laboratório nos bairros a serem atendidos.	Diretor do Fab Lab, Guru e Estagiário.	Visitas aos pontos de apoio, levantamento cadastral das condições físicas, como coberta, ponto de energia, sanitários e entorno próximo.	Pessoal e financeiro.	Elaborar um cronograma com prazo para as visitas técnicas aos pontos de apoio, e elaboração do plano.
	Elaboração do programa de atividades.	Definição das atividades que serão desenvolvidas no laboratório.	Diretor do Fab Lab, Guru e Estagiário.	Detalhar as atividades a serem desenvolvidas, elaborar as aulas, e organizar o material a ser utilizado.	Pessoal	Publicação do programa de atividades em local visível no laboratório para conferências.

Treinamentos	Abertura do laboratório para as atividades.	Recepção do Público	Guru e estagiário	Abrir e fechar o laboratório, acolhida e recepção do público.	Pessoal.	Publicação de organograma com responsabilidades de cada colaborador, com o responsável pela ação e supervisor responsável pela conferência
	Instrução das oficinas e Workshops.	Ofertar o serviço proposto	Guru	Lecionar as oficinas e workshops.	Pessoal e financeiro.	Publicação do programa de atividades com o plano de aula e detalhamento das atividades propostas.
	Manutenção e reparo das máquinas	Garantir a operação do laboratório.	Guru e estagiário	Testar as máquinas e quando necessário realizar os devidos reparos.	Pessoal e financeiro.	Elaborar um cronograma do processo de revisão das máquinas com o responsável pela ação e supervisor responsável pela conferência.
	Apoio aos usuários.	Garantir a participação dos usuários.	Guru e estagiário	Tirar as dúvidas e acompanhar os usuários durante as atividades e/ou utilização das máquinas.	Pessoal.	Realizar consultas periódicas aos usuários sobre a qualidade do atendimento.
Avaliação	Elaboração de relatório técnico conclusivo do projeto.	Avaliação do desempenho do projeto desenvolvido para identificar as principais contribuições e carências do projeto, para um processo de melhoria do projeto.	Diretor do Fab Lab, podendo ser auxiliado pelo guru.	Catálogo e levantamentos dos indicadores de desempenho previsto no formulário de avaliação.	Pessoal.	Elaboração de um cronograma de tópicos a serem elencados no relatório, e determinação do prazo para realização.

Como proposta de um projeto social e buscando complementar a metodologia da pesquisa utilizada, propõe-se uma análise de desempenho do laboratório, a fim de elencar os principais resultados obtidos e deficiências encontradas no projeto

Dessa forma, o quadro 3 apresenta uma proposta de indicadores que devem ser levantados e analisados, para subsidiar a avaliação do desempenho do laboratório quando implementado, como forma de monitorar o desempenho do projeto e contribuir para um processo de melhoria do mesmo.

QUADRO 3 - Proposta de indicadores de desempenho

Indicador	Objetivo	Cálculo	Orientação.
Quantidade de Usuários atendidos	Apresentar o alcance de usuários que o laboratório alcançou.	Somar todos os alunos que frequentaram os cursos oferecidos.	Quanto maior melhor.
Horas aulas fornecidas.	Apresentar a quantidade de horas aula de curso fornecido, e comparar com o a proposta de horas aula total prevista.	Somar todas as horas de aulas lecionadas.	Quanto maior melhor.
Bairros atendidos.	Apresentar o alcance regional das atividades do laboratório.	Levantamentos dos bairros atendidos.	Quanto maior melhor.
Produtos desenvolvidos	Apresentar a catalogação dos produtos desenvolvidos como resultados obtidos dos cursos.	Catalogar e somar todos os produtos desenvolvidos pelos alunos nas atividades do curso e extraclasse.	Quanto maior melhor.
Evasão de usuários.	Apresentar a quantidade de usuários que desistiram por algum motivo de concluir as atividades.	Somar todos os alunos que entraram nos cursos e desistiram.	Quanto menor melhor.
Sugestões dos usuários.	Apresentar as sugestões dos usuários para um processo de melhoria do projeto.	Solicitar aos usuários ao final do curso a elaboração de sugestões para o projeto.	Analisar e propor para projetos futuros.

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Responsáveis

Taiane Gonçalves de Lima (mestranda);

Prof^a. Dr^a. Luciana Peixoto Santa Rita (orientadora);

Prof. Dr. Nicholas Joseph Tavares da Cruz (coorientador).

Contatos

(82) 9 99643-5487 (Taianel);

(82) 9 9997-7275 (Prof^a. Luciana).

(82) 9 9991-8184 (Prof. Nicholas);

Data da realização do relatório

Relatório produzido em maio de 2022, a ser apresentado para defesa em Junho de 2022 como requisito do Programa de Mestrado profissional em Administração Pública (PROFIAP) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

REFERÊNCIAS

ALAWADHI S.; ALDAMA – NALDA A.; CHOURABU H.; GIL-GARCIA J. R.; LEUNG S.; MELLOULI S.; NAM T.; PARDO T. A.; SCHOOL H.J.; WALKER S. Building Understanding of Smart City Initiatives. **International Conference on Electronic Government (EGOV)**. vol 7443. Springer, Berlin, 2012.

HOLLANDS, R. G. **Will the real smartcity please stand up?** London: City, 2008, v.12, n.3, p.303-320. Disponível em: <file:///C:/Users/Taiane/Downloads/SmartCityarticle2008.pdf>. Acessado em: 25 de março de 2021.

MEDEIROS, B. P.; GOLDONI, L R. F.; BATISTA Jr, E.; ROCHA, H. R. O uso do ciberespaço pela administração pública na pandemia da COVID19: diagnósticos e vulnerabilidades. **Revista de Administração Pública**, v.54 n. 4, 2020. FGV-SB. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/81878>. Acesso em: 07 de abril de 2021.

SILVA, H. B. G.; LEITE, H. O.; PINHEIRO, M. M. K. A DUALIDADE DAS CIDADES INTELIGENTES: melhoria da qualidade de vida ou controle informacional? **Informação & Sociedade: Estudos**, v. 26, n. 3, p.47 – 54. João Pessoa. 2016.