

CIDADES INTELIGENTES E FABRICAÇÃO DIGITAL proposta para implementação de um Fab Lab em Maceió – AL

Taiane Gonçalves de Lima¹

Companhia Brasileira de Trens Urbanos

taianegdl@hotmail.com

Luciana Peixoto Santa Rita²

Universidade Federal de Alagoas

lupsantarita@gmail.com

Nicholas Joseph Tavares da Cruz³

Universidade Federal de Alagoas

nicholas.cruz@feac.ufal.br

Jovino Pinto Filho⁴

Universidade Federal de Alagoas

jovinoadm@gmail.com

Ibsen Mateus Bittencourt⁵

Universidade Federal de Alagoas

ibsen.ead@gmail.com

Resumo

Esta pesquisa objetivou apresentar diretrizes para uma proposta de projeto de um Fab Lab para a cidade de Maceió-AL. Metodologicamente, se classifica como aplicada, exploratória e de abordagem qualitativa. A estratégia de pesquisa se inspirou no método Design Science Research, que possui foco na produção de projetos e artefatos. Foi verificada carência de um laboratório para promover a Fabricação digital na cidade e capacitar a comunidade de forma mais ampla, buscando atender àqueles que não se enquadram nos requisitos de participação dos laboratórios existentes. Diante disso, foi apresentada a proposta de projeto de um Fab Lab móvel, atendendo a critérios de localização, alcance de público e mobilidade da proposta. 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.

Palavras-chave: Fabricação digital. Movimento *maker*. Laboratório Móvel.

INTELLIGENT CITIES AND DIGITAL FABRICATION proposal for the implementation of a Fab-Lab in Maceió – AL

Abstract

This research aimed to present guidelines for a project proposal of a Fab Lab for the city of Maceió-AL. Methodologically, it is classified as applied, exploratory, and qualitative in approach. The research strategy was inspired by the Design Science Research method, which focuses on the production of projects and artifacts. There was a lack of a laboratory to promote digital fabrication in the city and to train the community more broadly, seeking to assist those who do not fit the participation requirements of existing laboratories. In view of this, the project proposal for a mobile Fab Lab was presented, meeting the criteria of location, audience reach and mobility of the proposal. As a conclusion of the research, it was verified that to improve the positioning of Maceió as a “intelligent city”, the technological training of its community is one of the ways to be followed.

Keywords: Digital fabrication. Maker movement. Mobile Lab.

¹Mestra em Administração Pública - UFAL. Arquiteta - CBTU.

²Doutora em Administração - USP; Pós-doutora em Economia - Universidade de Lisboa. Docente – UFAL.

³Doutor em Engenharia de Produção – UFSC. Docente – UFAL.

⁴Mestre em Administração Pública - UFAL. Administrador - UFAL

⁵Doutor em Administração de Empresas – Mackenzie/SP. Docente – UFAL.



Esta obra está licenciada sob uma licença

Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

P2P & INOVAÇÃO, Rio de Janeiro, v. 9, Ed. Especial, p. 73-91, jun. 2023.

1 INTRODUÇÃO

O aumento dos índices de urbanização, com seus problemas de atendimento à população, e o crescimento do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) fizeram despontar a temática das cidades inteligentes, que usa as tecnologias para auxiliar a resolver seus problemas (ALAWADHI *et al.*, 2012; SILVA; LEITE; PINHEIRO, 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), diferente do que ocorre em países como Estados Unidos, Japão, China e diversos países europeus, onde o processo está mais amadurecido (KON; SANTANA, 2016).

O tema está compreendido no cenário tecnológico atual, que aponta uma quarta revolução industrial, ou Indústria 4.0, que se trata de uma transição de novos sistemas construídos sobre a infraestrutura da revolução digital. Nesse contexto, 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” é orientada para ser um modelo de laboratório que pretende ser mais acessível aos cidadãos, democratizando o acesso de tecnologias digitais, de forma a permitir a criação de novos produtos. Os Fab Labs compõem uma rede global que fornecem acesso a ferramentas para Fabricação digital, compostos por máquinas de corte, impressoras 3D, computadores, softwares de programação e uma equipe de pessoas capacitadas para dar suporte (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; RUTHSCHILLING, 2019), sustentando a contribuição deste estudo para a produção acadêmica da área.

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 (ESTEVES *et al.*, 2018). Diante desse desafio, o presente 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.

Nesse sentido, esta pesquisa teve o objetivo de desenvolver a proposta de instalação de um Laboratório de Fabricação Digital para Maceió, capital do estado de Alagoas, frente às perspectivas das cidades inteligentes. Para tanto, buscou, especificamente, levantar e mapear os laboratórios de Fabricação digital presentes na cidade de Maceió, a fim de compreender o cenário local quanto à oferta desse tipo de serviço; identificar os processos necessários para a criação de um Fab Lab e desenvolver uma proposta de projeto com detalhamento das áreas do planejamento, estratégias e definição de suas principais características; 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; e, por fim, elaborar um plano de ação com diretrizes para implantação do Fab Lab.

A proposta da implantação de um Fab Lab para a cidade se justifica por proporcionar subsídios para implementação de iniciativas públicas ou privadas, e tem o relevante papel de contribuir no processo de inclusão e capacitação digital, com um modelo de laboratório mais acessível aos cidadãos, permitindo a criação de produtos e incentivando a geração de trabalho e renda local.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Apresenta-se neste capítulo referências sobre a temática da tecnologia e Fabricação Digital, bem como dos laboratórios de fabricação. 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). Destaca-se a tecnologia como uma ferramenta utilizada pelas instituições 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).

O setor tecnológico é um dos pilares das cidades inteligentes, que 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 (DRATH; HORCH, 2014). Esse cenário da indústria 4.0 é composto de diversos campos tecnológicos, tais como a transformação digital, a automatização, big data, impressão 3D (manufatura aditiva), computação nas nuvens, robôs autônomos, realidade virtual

umentada, 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 compreender 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 a laser, fresadoras, routers, entre outras), por meio de técnicas de comunicação e informação entre as máquinas, pois elas agem interconectadas.

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).

Os Fab Labs são, por essência, um espaço de fabricação de prototipagem rápida de produtos. 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).

Para Bradshaw *et al.* (2010), a tecnologia conhecida como "Prototipagem Rápida" era chamada de "rápida" porque produzia modelos de forma mais fácil e rápida 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.

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).

2.2 APRESENTANDO O FAB LAB

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 (FAB FOUNDATION, 2021). Trata-se de uma definição sucinta, apresentada pela fab charter, carta de princípios dos Fab Lab.

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). Também estão inseridos em um contexto de sistema de sociedade colaborativa em que novos modos de organização de trabalho estão sendo implantados, como os chamados “terceiros lugares”, que são espaços de compartilhamento com características em comuns, como: neutralidade (sem relação de casa/empregador), livre acesso, adequado para reuniões, com frequência de uso pelos usuários, e com compartilhamento de equipamentos e ideias, havendo uma variedade de formas destes espaços, como os coworkings, Fab Labs e living labs (SCAILLEREZ; TREMBLAY, 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), 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).

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; FAB FOUNDATION, 2021).

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

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 a que se destina, onde se localiza, os usuários, o tipo de serviço fornecido, dentre outros. Podem-se considerar três categorias: 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).

2.3 PLANEJANDO UM FAB LAB

Compõe o processo de planejamento do Fab Lab o levantamento dos recursos necessários para a composição do laboratório. Conforme os autores pesquisados, podem ser observados, neste planejamento: a tipologia do laboratório; o modelo econômico; o espaço físico e sua configuração; os recursos humanos; as máquinas e equipamentos (EYCHENNE; NEVES, 2013; OLIVEIRA, 2016; COSTA; PELEGRINI, 2017; SOUZA, 2019; FELIPE, 2019).

De acordo com um conjunto de características específicas, é possível observar três categorias de Fab Lab: pública, profissional e educacional. Os Fab Lab públicos oferecem gratuitamente o acesso à comunidade, sendo financiados pelo governo; os profissionais são voltados para o mercado, sendo criados por grupos autônomos de pessoas com financiamento por meio de patrocínios privados e projetos públicos, e, em geral, destinado ao uso de startups, profissionais em geral e amadores da fabricação digital; já os educacionais objetivam incentivar a cultura de aprendizagem da prática da fabricação digital, tendo como suporte financeiro as instituições de pesquisas, centros de ensino e universidades (alguns possuem taxas para serviços e materiais) e são utilizados por estudantes e professores (EYCHENNE; NEVES, 2013).

Em relação ao modelo econômico, a Fab Foundation não discrimina um padrão de gestão a ser utilizado pelos laboratórios. A única exigência é o Open Day - 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 observadas experiências de laboratórios com modelos de gestão financiados, independentes e públicos (COSTA; PELEGRINI, 2017).

O espaço físico também não possui padronização exigida pela Fab Foundation, estando disponíveis, em seu site, layouts para áreas de trabalhos que podem ser aplicados. Apesar da falta de exigência, Eychenne e Neves (2013) observaram certa padronização entre laboratórios pesquisados: espaços compreendidos entre 100 e 250m²; configuração com uma grande área central, com distribuição das máquinas por características, como: barulho, poeira, risco de acidente; ao menos uma sala fechada para o uso da fresadora de grande formato; postos informáticos, vários escritórios livres e mesas de reunião ou trabalho para uso de computador portátil; espaço de socialização (sofás, café, jogos...); espaço de exposição de projetos finalizados; e espaço para estocagem de materiais e pequenas ferramentas.

De acordo com Eychenne e Neves (2013), a equipe que compõe um Fab Lab pode variar de acordo com a tipologia, tamanho e atividades exercidas no laboratório. Uma equipe padrão é composta por: um Diretor, um Fab Manager, um Guru e três Estagiários, contudo, quanto maior o tamanho e a quantidade de atividades, maior deve ser sua rede de apoio.

Quanto às máquinas e equipamentos necessários, é necessário que os laboratórios tenham o conjunto básico de cinco máquinas para poderem ingressar na rede Fab Lab: cortadora vinil, cortadora a laser, impressoras 3D, fresadoras – de precisão e de grande porte. Eychenne e Neves (2013) sugerem uma listagem de acessórios e consumíveis para a composição de um Fab Lab: Sistemas de videoconferência; softwares, como Fab Modules-Kokompe, Autodesk123D, entre outros; materiais como MDF, acrílico e vinil; equipamentos de segurança; ferramentas; biblioteca com obras sobre fabricação digital e mobiliários.

3 METODOLOGIA

A pesquisa está classificada, quanto à sua natureza, como aplicada (PRODANOV; FREITAS, 2013) e, quanto aos objetivos, como exploratória (GIL, 2008). A proposta de diretrizes para o Fab Lab busca explorar um problema, de modo a fornecer informações para uma investigação mais precisa.

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).

Relacionando as etapas do método à pesquisa em desenvolvimento, a etapa inicial de definição do problema foi a questão de pesquisa; 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 realizadas na prática, foram elaborados uma proposta operacional e um estudo econômico/financeiro para subsidiar um futuro projeto de implementação real do objeto.

A coleta de dados ocorreu por meio de pesquisa documental e pesquisa de campo (PRODANOV; FREITAS, 2013). Foram coletadas as características sobre a cidade de Maceió e sobre o cenário dos laboratórios de fabricação digital na cidade.

A pesquisa documental teve duas vertentes de investigação: uma coletou dados para o processo de construção de um Fab Lab, verificando as principais necessidades para abertura e operação do espaço, sendo consultados manuais, livros, cursos e referências bibliográficas que exploraram sobre o assunto. Também foi realizado um estudo do perfil socioeconômico de Maceió, buscando informações que auxiliaram a compreender a demanda de um laboratório deste modelo na cidade, avaliando as necessidades da comunidade e traçando um público estratégico para o laboratório.

Na pesquisa de campo, aprofundou-se o conhecimento dos laboratórios de fabricação digital em Maceió, para ter ciência sobre a oferta desse tipo de serviço na cidade e averiguar a possibilidade da implantação de novos laboratórios. Para o levantamento, foram selecionadas instituições, citadas pelas referências bibliográficas, que possuíam relação com os Fab Labs em operação no país. Essas instituições foram consultadas sobre a existência de laboratórios que possuíssem maquinário de tecnologia de fabricação digital e com funcionamento similar ao dos Fab Labs. Também foram realizadas visitas técnicas a alguns laboratórios, a fim de conhecer os espaços in loco e ampliar o conhecimento sobre a operação e composição desses espaços.

4 ANÁLISE SITUACIONAL

Este capítulo apresenta os resultados encontrados com a pesquisa. Nele, é apresentada a presença de laboratórios de tecnologia digital no Brasil e em Maceió, assim como é inserida a proposta do laboratório com sua estratégia de funcionamento, com o devido levantamento dos custos para a construção e operação do laboratório, a fim de gerar uma análise quanto a viabilidade econômica/financeira do projeto.

4.1 MAPEAMENTO DOS LABORATÓRIOS DE FABRICAÇÃO DIGITAL EM MACEIÓ

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. A seleção das instituições que poderiam abrigar laboratórios similares ao objeto de estudo foi realizada com base no levantamento do site Fab Foundation, no qual foram sondadas as organizações vinculadas aos Fab Labs registrados no Brasil.

Verificou-se 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 nas consultas às instituições identificadas, foram encontrados e visitados laboratórios de fabricação digital e similares em 4 instituições acadêmicas, 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.

Também foram identificados e visitados laboratórios em locais como a escola do Serviço Social da Indústria (SESI), denominado “Espaço makers”; o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), nomeado como “SEBRAE Lab”; o Serviço Nacional da Indústria (SENAI), que possui a nomenclatura “SENAI Hub”; o Centro Educacional de Pesquisa Aplicada da Secretaria de Estado da Educação, em que encontra o Espaço de Formação e Experimentação em Tecnologia para Professores (EFEX); a Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia (SECTI), com o projeto Oxetech Lab. Também foi visitado

o Centro de Inovação do Polo Tecnológico (CIPT) do Parque Tecnológico de Alagoas mas não foi encontrado nenhum Laboratório de Fabricação Digital ou outro similar.

Ao total, foram encontrados 9 laboratórios, que se caracterizam como espaços makers, Fab Labs, espaços de prototipagem e treinamento. A maioria não participa da rede Fab Lab, sendo integrantes de projetos ligados às suas próprias instituições e mantidos por instituições privadas ou públicas. 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 desses laboratórios, caso existam na cidade.

4.2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO: PROPOSTA DO FAB LAB ITINERANTE - O “LAB MÓVEL CONECTA MACEIÓ”.

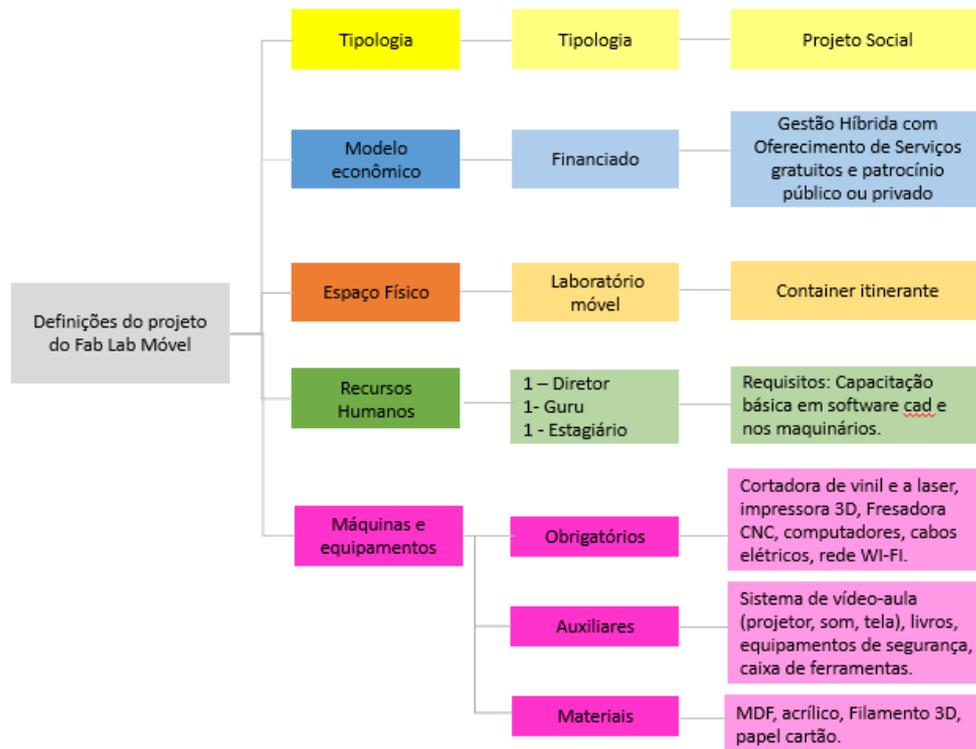
A proposta do laboratório foi elaborada com base nas informações geradas pelas etapas de levantamento de dados do perfil socioeconômico de Maceió e dos laboratórios Fab Lab e congêneres existentes na cidade.

O levantamento do perfil socioeconômico demonstrou que Maceió possui uma população jovem (com faixa de idade predominante entre 10 e 29 anos), na qual os jovens/adultos entre 14 e 29 anos são um grupo com baixo índice de ocupação. 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, o comércio, os serviços, a construção civil e o setor de turismo, sendo, então, essas as áreas mais fortes para possíveis demanda de cursos, projetos, público, parcerias e desenvolvimento de produtos.

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.

É apresentado na Figura 1 um diagrama com definições da proposta do projeto.

Figura 1 - Diagrama com definições da proposta do projeto



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

As principais características do projeto são as seguintes:

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 desse período, deve ocorrer a montagem do laboratório, o 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

A proposta do conjunto de atividades a serem fornecidas pelo laboratório foi elaborada com base nas informações geradas pelas etapas anteriores da pesquisa, bem como pela observação direta dos laboratórios de fabricação digital visitados na cidade e de projetos similares na área, como o programa Oxetech Lab. 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 apresentado, a seguir, no Quadro 1:

Quadro 1 - 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, Impressora 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 pelos autores (2022)

Definido o programa de atividades a serem oferecidas pelo laboratório, deu-se seguimento à etapa de configuração do espaço físico do laboratório. Para organização do espaço do laboratório, no caso, o container e seu entorno, foram buscadas referências de experiências similares com configuração móvel e/ou compacto, bem como, foram consultadas orientações sobre layout na Fab Foundation, que sugerem um quadro de áreas para os laboratórios estacionários, situação que foi adaptada para a proposta, conforme Figura 2:

85

Figura 2 - Proposta de *layout* para o laboratório



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Quanto ao estudo de viabilidade financeira, por se tratar de um projeto que não visa o lucro financeiro, a análise realizada fez 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.

Com base nos levantamentos realizados, pôde-se chegar à 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, totalizando 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.

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

Dessa forma, pode-se citar como riscos identificados: falta de público interessado nos serviços oferecidos, ficando, então, o curso sem público; não conseguir pontos de apoio para instalação do laboratório; falta de capital; atraso do cronograma de atividades; bem como a 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; e 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. E, para evitar acidentes, sugere-se protocolos de segurança para as atividades.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em meio aos desafios de construção de cidades mais inteligentes, que propõem o uso de recursos tecnológicos para melhorar a qualidade de vida, existe o 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 Móvel para Maceió, cidade que contém apenas 01 laboratório registrado na rede Fab Lab, buscando contribuir no processo de capacitação tecnológica da comunidade.

Para responder ao objetivo da pesquisa de desenvolver um Laboratório de Fabricação Digital, foi realizada uma análise situacional, embasada na coleta de dados em três focos de estudo: o levantamento de dados sobre o processo de construção de um Fab Lab, em que foram coletadas 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 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. No levantamento dos Laboratórios de Fabricação Digital e congêneres na cidade, verificou-se que há oferta de laboratórios na cidade, mas que estes possuem públicos específicos, deixando de atender a parcelas da população que não se encaixam nos seus requisitos de participação.

A pesquisa auxiliou a compreender o processo de construção de um Fab Lab e como poderia ocorrer o processo de planejamento de um laboratório móvel em Maceió. Suas limitações decorrem da impossibilidade de levantamento de laboratórios independentes ou ligados a empresas privadas, bem como ocorreram limitações quanto à visita in loco de Fab Labs, mas que foram superadas com as visitas in loco nos laboratórios congêneres em

Maceió, onde foi possível entender o funcionamento das máquinas e equipamentos e operação dos laboratórios.

Por entender que o processo de fabricação digital ainda é pouco explorado e deve ser promovido para que as pessoas o conheçam melhor, sugere-se, após a fabricação digital estar disponível para quem não tem acesso, aplicar questionários ou entrevistas com a população para compreender seu entendimento sobre o assunto e suas demandas, a fim de que se torne mais eficiente no atendimento das necessidades da comunidade.

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. *In*: SCHOLL, H. J.; JANSSEN, M.; WIMMER, M.A.; MOE, C.E.; FLAK, L.S. (org.) **Lecture Notes in Computer Science**. Berlin: Springer, 2012. v. 7443, p. 40–53, 2012. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-33489-4_4.
- ANDERSON, C. **Makers: A nova revolução industrial**. 1. ed. São Paulo: Elsevier Editora, 2012.
- BALLERINI, F. **Fabricação Digital: uma análise crítica - fortalecendo a cooperação por meio da fabricação digital**. 2017. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós- Graduação em Arquitetura e Urbanismo – NPGAU, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.
- BRADSHAW, S., BOWYER, A., HAUFE, P. **The intellectual property implications of low-cost 3D printing**. Londres: SCRIPTed. v. 7, p. 5–31, 2010. Disponível em: <https://scripted.org/archive/volume-7/issue-71-1-241/>. Acesso em: 22 mar. 2021.
- 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**. v. 7, n. 13, 2017. DOI: <https://doi.org/10.23972/det2017iss13pp57-66>.
- CUNHA, M. A.; PRZEYBILOVICZ, E.; MACAYA, J. F. M.; SANTOS, F. B. P.; **SmartCities: Transformação digital de cidades**. São Paulo: Programa Gestão Pública e Cidadania - PGPC, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10438/18386>. Acesso em 27 fev. 2023.
- DRATH, R.; HORCH, A. Industrie 4.0: Hit or hype? **IEEE Industrial Electronics Magazine**, v. 8, n. 2, p. 56–58, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1109/MIE.2014.2312079>.
- 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. DOI: <https://doi.org/10.7819/rbgn.v17i56.2069>.
- 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. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO, 7., 2018, Guadalajara. [Anais] Guadalajara: UFSC, 2018. Disponível em: <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/492>. Acesso em: 27 fev. 2023.
- 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 mar. 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 em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2019.

FAB FOUNDATION. **Getting Started With Fab Labs**. 2021. Disponível em: <https://fabfoundation.org/getting-started/#fablabs-full>. Acesso em: 20 mar. 2021.

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>. Acesso em 25 mar. 2021

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

KON, F.; SANTANA, E. F. Z. Cidades Inteligentes: Conceitos, plataformas e desafios. *In*: MALDONADO, J. C.; VITERBO, J.; DELAMARO, M. E.; MARCZAK, S. (org.) **Jornadas de Atualização em Informática**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2016. Disponível em: <https://interscity.org/assets/JAI2016-CidadesInteligentes.pdf>. Acesso em 27 fev. 2023.

NAM, T; PARDO T. A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. *In*: ANNUAL INTERNATIONAL DIGITAL GOVERNMENT RESEARCH CONFERENCE, 12., 2011, New York. [**Anais**]. New York: Association for Computing Machinery, 2011. Disponível em:

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

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

90

OLIVEIRA, A.; CAMPOLARGO, M. From smart cities to human smart cities. *In*: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES (HICSS). 48., 2015, Kauai. [**Anais**]. Kauai: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1109/HICSS.2015.281>.

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.

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 (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. Coworking, Fab Labs and Living Labs: State of Knowledge on Third Places. **Territoire en Mouvement**, n. 34, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4000/tem.4200>.

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**, João Pessoa, v. 26, n. 3, p. 47 – 54, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/ies/article/view/29309>. Acesso em: 27 fev. 2023.

SILVA, T. R.; SILVA, F. P.; RUTHSCHILLING, E. A. Laboratórios de fabricação digital: uma revisão sistemática. **Revista geometria gráfica**. v.3, n.1: p. 20-36, 2019.DOI: <https://doi.org/10.51359/2595-0797.2019.241302>

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.

VIANA, M.; VIANNA Y.; ADLER, I. K.; LUCENA, B.; RUSSO, B. **Design thinking: inovação em negócios**. Rio de Janeiro: MJV Press, 2012.