

Implantação de um Fab Lab móvel no campus de uma universidade

MARCON¹, Hulisses Boneti; SANTOS², Mariana Aparecida; SATO³, Gabriel Yudy Pereira

1. Professor na Universidade do Vale do Sapucaí.
2. Graduanda em Engenharia de Produção na Universidade do Vale do Sapucaí.
3. Graduando em Engenharia Mecânica na Universidade do Vale do Sapucaí.

hulissesmarcon@univas.edu.br; mariana.adsantos@outlook.com; gabrielpsato@outlook.com

RESUMO

O artigo explora a relevância das habilidades do século XXI, destacando a necessidade de adquirir novas competências diante das tecnologias digitais. A atenção central recai sobre os Fab Labs (*Fabrication Laboratory*), originado no movimento *maker*, que oferece laboratórios avançados para transformar conceitos em realidade. Apesar da expansão global dessas estruturas, a falta de acessibilidade tornou-se um desafio, especialmente em Minas Gerais. Diante desse cenário, propõe-se a implementação de um Fab Lab móvel em Pouso Alegre e região. O artigo apresenta os equipamentos essenciais, como impressora 3D, cortadora a laser, plotter de recorte e fresadora CNC. O artigo inclui um layout 2D de um laboratório móvel adaptado em um caminhão de pequeno porte, visando suprir a demanda local e proporcionar acesso fácil à estrutura *maker* para empresas e instituições educacionais. O Fab Lab móvel também planeja oferecer cursos, locação de equipamentos e um dia de visita semanal para proporcionar a realização de novos projetos e possíveis parcerias. A proposta não apenas visa atender às necessidades da universidade, mas também busca fornecer uma abordagem inicial para outras instituições interessadas em implementar um Fab Lab em seus programas. A iniciativa busca estimular a inovação, colaboração e desenvolvimento técnico, promovendo a disseminação abrangente do conceito de Fab Lab. O texto conclui destacando os benefícios potenciais do laboratório móvel para a região, incentivando a aprendizagem prática e dinâmica no contexto da indústria 4.0.

Palavra-chave: Educação 4.0. Faça você mesmo. Impressora 3D. Metodologia *maker*. Tecnologias digitais.

1 INTRODUÇÃO

Embora a discussão sobre evolução das habilidades do século XXI começou na década de 1980. Veio a necessidade de novas habilidades por causa de novas tecnologias digitais, pois não se estabelece apenas a engenheiros, mas também a sociedade como um todo. Podendo incluir habilidades analíticas (solução de desafios e análise crítica), criatividade, habilidades de comunicação e colaboração, capacidade de executar e processar informações. Essas habilidades visam equipar a sociedade a ter a capacidade de explorar, criar, compreender e compartilhar (Finegold; Notabartolo, 2010).

Logo, com os avanços e inovação da tecnologia obtidos ao transcorrer dos anos, entre estas inovações tem-se os Fab Labs “*Fabrication Laboratory*” fazendo parte do movimento *maker*, através de laboratórios equipados com tecnologia avançada, podem tornar possível qualquer ideia ou projeto em realidade de maneira inovadora, utilizando as ferramentas e equipamentos presentes nesses laboratórios (Owczarek, 2018). Proporcionando as pessoas conseguirem desenvolver suas concepções de maneira inovadora, sendo basicamente conhecida expressão “pôr a mão na massa” (Silveira, 2016).

Com a grande busca por esse tipo de estrutura, tanto para indústria quanto para educação, é possível encontrar instituições que começaram a implantar esse tipo de tecnologia, montando um laboratório Fab Lab ou espaço *maker*. (Rayna; Striukova, 2020). Uma questão importante é a falta de acessibilidade para esse laboratório, já que tanto para os privados quanto para os públicos existe esse problema, onde a instituição limita ou dificulta o acesso, por conta de normas ou regras presentes no local. Entretanto, antes da implementação do espaço deve-se levar em consideração os custos envolvidos no início e posteriormente relacionados a manutenção dos equipamentos (Dickens; Minshall, 2016), onde muitas instituições acabam vendo isso como um grande impasse no momento da implantação, pois é possível ver este reflexo no estado de Minas Gerais, sendo que em uma breve pesquisa na lista de Fab Labs foi possível identificar 88 Fab Labs na região sudeste do Brasil, sendo 7 desses localizados no estado de Minas Gerais, dentro desses nenhum está localizado na cidade de Pouso Alegre, sendo o mais próximo na cidade de Santa Rita do Sapucaí, o FabLab Inatel.

Desta forma, surgiu a ideia da implementação de um Fab Lab móvel, com o set básico de equipamentos, mobílias e materiais, possibilitando o fácil acesso a dessa estrutura na cidade de Pouso Alegre – MG e na região, podendo ser usado para demonstrações tanto para empresas que possam se interessar quanto para estudantes e docentes que tenham interesse em utilizar um Fab Lab para desenvolvimento do conhecimento, como por exemplo, ministrar aulas

utilizando recursos presentes na estrutura móvel.

Diante deste contexto este artigo tem como objetivo realizar um estudo de caso, mostrando a melhor maneira de implementar um laboratório Fab Lab móvel na universidade para desenvolver o conhecimento dos equipamentos aplicados na indústria 4.0.

2 FAB LAB

2.1 História do Fab Lab

O projeto Fab Lab foi criado inicialmente na universidade de *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), tendo Neil Gershenfeld como diretor do Centro de Bits e Átomos do Media Lab, em 2001 foi fundado um projeto de rastreamento de ovelhas pela *National Science Foundation* (NSF) sendo o primeiro projeto Fab Lab do laboratório (Lorena et al., 2018), Gershenfeld então propôs a criação de uma nova disciplina em 2002 denominada “*How to make (Almost) Anything*” ou em tradução livre “Como fazer (Quase) qualquer coisa” (Nakanishi, 2018). Com essa experiência de sucesso, em 2003 foi criado o primeiro Fab Lab fora do MIT, utilizando o projeto da estrutura e de equipamentos criados pelo MIT, que viriam a se tornar padrões de um Fab Lab base, onde se deu início aos chamados rede de Fab Labs, que ao passar dos anos se expandiu pelo mundo (Mikhak, B. et al, 2015).

Após sua criação e avanço do mercado da tecnologia, a cada ano é possível observar um número considerável de novos laboratórios, normalmente denominados de *makerspaces*, *hackerspaces*, Fab Labs, etc (Costa; Pelegrini, 2017). É possível observar que o espírito *maker*, proporciona a criatividade e a fabricação de produtos. Além do usuário compartilhar suas ideias, proporcionando a popularização e rápida expansão mundial do movimento (Aguiar et al., 2017).

2.2 Rede Fab Lab

Ao pensar nesse movimento *maker*, têm-se então espaços ou laboratórios que seguem esta ideologia, pois esses espaços podem ser encontrados como filiados de alguma maneira com as redes de Fab Labs, seguindo um determinado padrão (Quintella et al., [s.d.]).

Estes laboratórios são equipados com as ferramentas que serão utilizadas desde o início até o final de um projeto, seguindo então o processo de design, fabricação, depuração, análise e documentação. Por conta disso é importante a padronização dos locais filiados da rede Fab Labs. Sendo, mas fácil que os utilizadores dos Fab Labs consigam encontrar recursos necessários para desenvolvimento do projeto em mais de um local (Aguiar et al., 2017).

Ressalta-se que por mais que haja a padronização do projeto da rede, alguns espaços e laboratórios podem ser mais evoluídos e ter mais equipamentos que outros, isso se dá pela demanda de cada lugar, porém o conceito continuará o mesmo para todos os casos (Mikhak, B. et al, 2015).

Para a criação e regulamentação do Fab Lab, existe a Rede FAB LAB Brasil, uma agência nacional para gerenciar e controlar todos os laboratórios presentes no território brasileiro (Aguiar et al., 2017). Existem alguns requisitos para ser considerado parte de uma rede Fab Lab, é necessário portar no local impressora 3D, cortador a laser, plotter de recorte, fresadoras comando numérico computacional (CNC) de precisão de pequeno e grande porte. Adicionalmente, é obrigatória a abertura do estabelecimento para visita pública no mínimo semana, disponibilizando a devida atenção e orientação aos visitantes por intermédio de colaboradores, que exemplificam o emprego das tecnologias presentes no ambiente, com o intuito de motivar todos em relação a esse movimento (CER, 2019).

3 DISPOSITIVOS ESSENCIAIS PARA ESTABELEECER UM FAB LAB

3.1 Impressora 3D

O primeiro registro na história sobre artefatos 3D produzidos ocorreu em 1860 por François Willème, essa primeira representação em formato 3D se deu por meio do método de fotoescultura. Nesse procedimento, 24 câmeras foram dispostas em um círculo, capturando assim 24 ângulos distintos. Ao final do processo, essas imagens foram combinadas para criar uma representação tridimensional. Esse método desempenhou um papel crucial no avanço para a criação do primeiro dispositivo (Lira, 2021).

Em 1951 Otto John Munz criou um equipamento que possibilitava a criação de camadas de foto emulsão, para isso era necessária uma cápsula cilíndrica, onde equipamento de limitava em se mover de cima para baixo, suas camadas eram feitas na transversal e o equipamento realizava uma máquina fotográfica (Lira, 2021). Em 1984 Charles Hull criou a estereolitografia onde com o uso da luz ultravioleta, era possível utilizá-la para produzir produtos em 3D através de camadas, nos anos seguintes Hull se dedicou a melhorar esse método, após realizar testes utilizando fotopolímero para produzir produtos em 3D, Charles Hull abriu sua empresa 3D *Systems* em 1986, porém somente em 1988 ocorreu a primeira venda dessa tecnologia, dando início a impressão 3D no mercado (Marquardt; Zheng, [s.d.]).

A partir disso várias empresas de desenvolvimento tecnológico viriam a fazer suas

próprias melhorias e versões de impressão 3D, chegando as impressoras 3D comercializadas atualmente, possuindo valores mais acessíveis que os modelos iniciais (Viau, 2021). Para sua utilização é necessário primeiramente desenvolver o objeto modelado em um software CAD, após isso é possível imprimir utilizando normalmente materiais termoplásticos para criar os objetos camadas por camadas, sendo possível criar ângulos e formas de grande complexidade e precisão (Stratasys, [s.d.]).

3.2 Cortadora a Laser

Em relação às cortadoras a laser, foi produzida inicialmente em 1965 pela empresa *Western Electric Research Engineering Center*, onde os equipamentos eram usados na indústria para cortes complexos (Guethi, 2017). Dois anos após a criação da primeira cortadora a laser, o Reino Unido aprimorou a máquina, empregando laser de oxigênio, com essas mudanças já era possível realizar corte no titânio, pensado especialmente para o ramo aeroespacial, logo em 1970 eram realizados novos aprimoramentos com corte a laser de dióxido de carbono, nesse contexto não era viável utilizar para corte de materiais metálico por conta de não apresentar o nível de capacidade necessária para atravessar o metal e realizar o corte desejado (Guethi, 2017).

No contexto atual as cortadoras a laser apresentam tecnologias mais avançadas em confronto com as apresentadas em seus primórdios, onde em sua grande maioria o método utilizado é o corte de vaporização nos materiais, através do feixe do laser apontando para o material que será cortado, sendo possível programar qual corte será feito e qual a profundidade do corte no material (Guethi, 2017). Para os materiais que podem ser cortados, pode-se citar aço, plástico, vidro e madeira como exemplos normalmente usados na cortadora a laser (Duelaser, 2020).

3.3 Plotter de recorte

A plotter de recorte ou cortador de vinil teve seu primeiro modelo lançado em 1988 pela empresa Roland DG, o modelo foi nomeado de CAMM-1 PNC-1000, a partir do sucesso conquistado com esse modelo inicial a própria empresa desenvolveu vários outros a partir de 1989, aperfeiçoando e trazendo inovações a cada novo modelo da linha de plotter de recorte. (Roland DG, [s.d.]).

Sobre seu funcionamento, essa máquina se assemelha a impressora convencional encontrada no mercado, se diferenciando que enquanto a impressora realiza impressão utilizando jato de tinta em papéis, a plotter de recorte trata de um processo um pouco mais complexo, no lugar do jato de tinta tem uma lâmina de corte na cabeça do plotter de recorte, assim proporciona o corte desejado em vinil, papéis, filmes do tipo transfer, tecidos, PVC, acrílico, e outros materiais (Matsushita, 2018).

Para utilizar esse tipo de máquina é necessário primeiro projetar no programa de computador que seja compatível com a plotter de recorte, esboçando as formas e dimensões que a máquina deve fazer no material, por fim então está pronto para confeccionar o projeto desejado na máquina plotter de recorde (Lima, 2020).

3.4 Fresadora CNC

O primeiro projeto semelhante à fresadora CNC foi projetado em 1952, denominada na época apenas por fresadora por comando numérico (CN), esse projeto teve seu início devido às mudanças que as indústrias estavam fazendo para melhorar e aumentar as produções, os primeiros protótipos funcionavam através da inserção de cartões que eram perfurados pelo operador, por meio dessas furações a fresadora CN lia e executava os comandos na ordem desejada, para realizar essas perfurações no cartão era necessário primeiro projetar os comandos, esse procedimento poderia levar semanas por se tratar de um processo complexo (Effting, 2021).

Para atender a alta demanda de produção gerada pela manufatura flexível foram projetadas então as máquinas comando numérico computacional (CNC), tendo início entre os anos 1970 e 1980, com essas máquinas CNC foi possível produzir lotes pequenos com produtos variadas, proporcionando uma produção mais eficiente, diminuindo os custos do processo e tornando a produção mais flexível e padronizada (Xu; Newman, 2006).

As principais características de uma fresadora CNC encontradas no mercado atual são modelos robustos que apresentam as torres fixas, possuindo motor e eixo acoplador de fresas, os modelos mais comuns apresentam 3 eixos de operação, sendo estes X, Y e Z, sendo possível movimentar os eixos utilizando os motores que funcionam através do CNC, esse equipamento é bastante conhecido por sua capacidade de usinar materiais mais rígidos, tendo como exemplo os aços e suas ligas (Effting, 2021).

4 ESTRUTURA

4.1 Layout

As primeiras representações do layout na história são tão antigas quanto a história do homem, sendo usado comumente para construções e afins, porém foi somente na revolução industrial que os layouts começaram a ganhar visibilidade no meio industrial (Rayflex, 2020). Os layouts para o meio industrial ganharam destaque através de Henry Ford em 1913, por via de sua linha de montagem que permitia a produção em massa de automóveis, os resultados obtidos na época tiveram como efeito colateral o aumento das empresas com os layouts da fábrica, realizando estudos no local visando no aumento da produtividade e ganhos na eficácia e eficiência (Elementus, 2021).

Os layouts ou arranjos físicos tratam-se de uma representação gráfica do local, pensando em como será alocado os recursos e a aparência geral da alocação desses recursos, essas decisões devem ser feitas visando o melhor fluxo para o processo ou atividade que será realizada no local, mesmo para projetos de pequeno porte é importante considerar esses fatores, visto que um ambiente organizado com máquinas e ferramentas bem-posicionadas que proporcionam facilidade de uso e para sua posterior organização garantem uma visão mais profissional ao local, com uma boa aparência, segurança, defesa e bem-estar do pessoal (Slack, 2018).

4.2 Laboratórios móveis

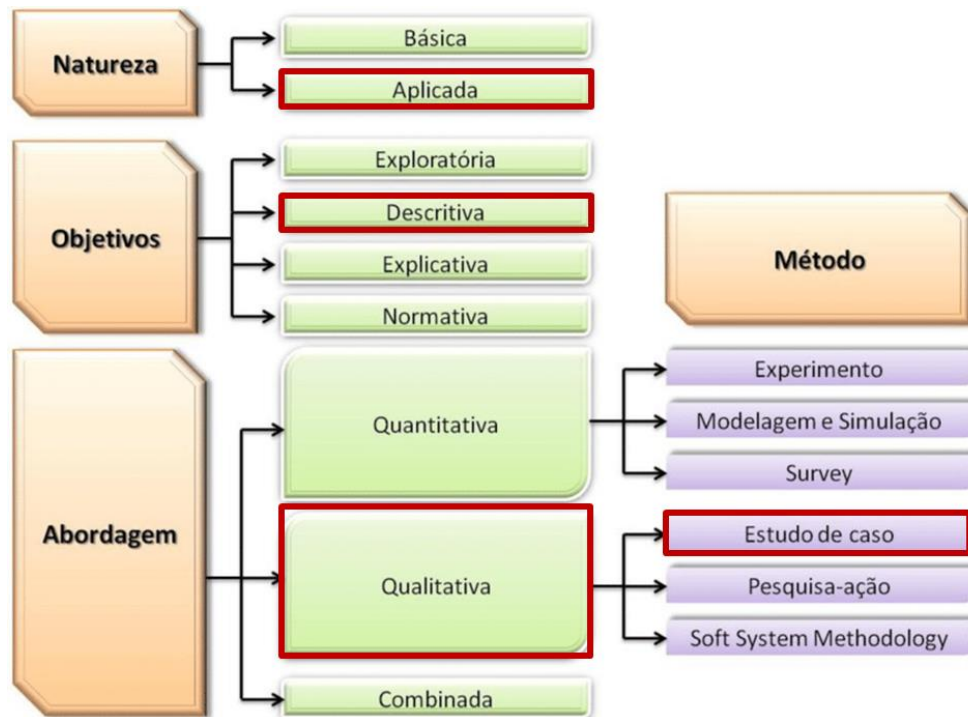
Os laboratórios móveis já são uma realidade em vários países, seu objetivo principal é levar atividades prática e conceito, assim na sociedade um novo modo de aprendizagem, alguns laboratórios se deslocam de suas bases para outros lugares, se caracterizam como veículos com equipamentos da cultura *maker* (Santana et al., 2016).

No Brasil existe um projeto sendo desenvolvido pelo sistema FIEMG (Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais) e Cemig (Companhia Energética de Minas Gerais), com apoio da SEDECTES (Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais). O objetivo é levar esses laboratórios para diversas cidades em Minas Gerais, promovendo a cultura *maker* e incentivando a criação de soluções em eficiência energética (Muniz; Pupo, 2018).

5 MATERIAL E MÉTODOS

A condução deste artigo envolveu a aplicação do método de pesquisa científica, cuja classificação está apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Classificação do método de pesquisa do artigo



Fonte: Adaptado de Turrioni e Melo (2012)

5.1 Projeto Fab Lab Univás

O projeto de implementação do Fab Lab na Universidade do Vale do Sapucaí (Univás) unidade Fátima foi pensando para suprir a necessidade de um espaço *maker* na região. Além disso teve-se a ideia de implementar um laboratório móvel. Isso possibilitaria a utilização mais acessível por empresas e instituições educacionais, proporcionando a conveniência de estacionar o laboratório no interior do local escolhido pelo locatário.

Tornando possível que sejam lecionados cursos sobre a utilização dos maquinários que serão disponibilizados no laboratório e cursos ligados a metodologia *maker* para que os usuários consigam executar seus projetos de maneira correta e segura.

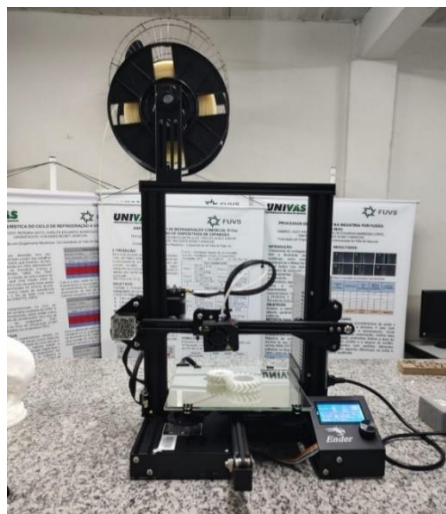
Atualmente, a instituição dispõe de um laboratório equipado com uma impressora 3D, utilizado pelos estudantes de engenharia e medicina para a condução de aulas práticas e

trabalhos. Contudo, devido às limitações apresentadas pelo laboratório em termos de equipamentos e ferramentas necessárias para a realização de atividades práticas nas disciplinas, pode surgir a necessidade de encaminhar os alunos para outra instituição que disponha de instalações mais bem equipadas, a fim de assegurar a consecução dos objetivos planejados no âmbito do curso oferecido.

5.2 Objeto de estudo

Para definir o objeto de estudo notou-se que o espaço atualmente disponível dentro da Univás para a condução de aulas práticas não atende plenamente às exigências da grade curricular dos cursos de Engenharia. O ambiente atual possui somente uma impressora 3D (Figura 2), além disso a região carece de tal estrutura, onde muitas empresas procuram Fab Labs de outras regiões para atender suas necessidades de projeto.

Figura 2 – Impressora 3D Ender 3 32 bits



Fonte: Elaborado pelos autores

Com a finalidade de proporcionar a região um espaço *maker* preparado para que estudantes, visitantes e a sociedade de uma forma geral possam realizar seus projetos e ideias de maneira eficiente e funcional.

Devido à dificuldade de encontrar um laboratório Fab Labs em nossa região, foi realizado um estudo levantando os equipamentos indispensáveis para a elaboração de um laboratório nos padrões do Fab Labs (Tabela 1).

Tabela 1 – Relação de equipamentos para o Fab lab.

ORDEM	MÁQUINA	MARCA	MODELO	DESCRIÇÃO	VOLTAGEM	CUSTO
1	PLOTTER DE RECORTE	Roland	Gx-24	Tamanho da máquina: 860 (L) x 319 (C) x 235 (A)mm; Área de corte: 584mm (L) x 24998 mm (C); Material que pode ser utilizado: Vinil adesivo; Software: Corel Draw, Inkscape, Softwares de desenho 2D vetorial	Bivolt	R\$ 1.775,90
2	IMPRESSORA 3D	Creality	Ender 3 32 Bits	Tamanho da máquina: 440 (L) x 440 (C) x 465 (A)mm; Área de impressão: 220 (L) x 220 (C) x 250 (A) mm; Material que pode ser utilizado: PLA, ABS, TPU, madeira, cobre, gradiente, etc.; Software: Utimaker CURA, Simplify 3D, Prusa Slicer, IdeaMaker, Repetier-Host e outros.	100V/265V	R\$ 4.428,00
3	CORTADORA A LASER	Epilog Laser	Mini 24	Tamanho da máquina: 876 (L) x 660 (C) x 406 (A) mm; Área de gravação: 610 (L) x 305 (C) x 102 (A) mm; Material que pode ser utilizado: MDF, EVA, acrílico, polietileno e outros plásticos; Softwares: Laser Dashboard, Epilog Job Manager, Corel Draw, Illustrator e outros.	Bivolt	R\$ 70.000,00
4	FRESADORA CNC DE PRECISÃO	Roland	MDX-40A	Tamanho da máquina: 669 (L) x 760 (D) x 554 (A) mm; Área de trabalho: 305 (L) X 305 (D) X 105 (A) mm; Material que pode ser utilizado: Madeiras, acrílicos, isopor, placa de fibra de vidro, placa de fenolite, ceras de modelagem; Software: FlatCAM, Eagle, Proteus, Gimp, Inkscape, Corel Draw, softwares de modelagem 3D (CAD)	Bivolt	R\$ 21.900,00

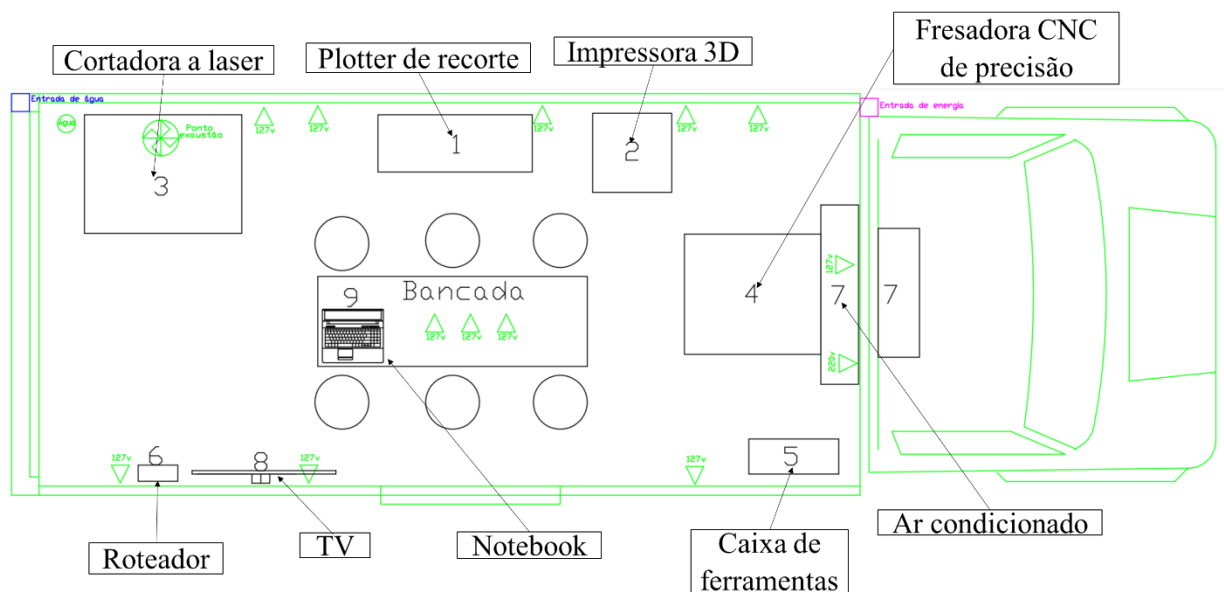
5	CAIXA DE FERRAMENTAS	Dewalt	DWST17803	43 x 31,5 x 18 cm; 3 Quilogramas	-	R\$ 399,00
6	ROTEADOR	Intelbras	Dual Band RG 1200 Preto	22 centímetros e 9 centímetros	Bivolt	R\$ 321,11
7	AR CONDICIONADO	LG	Split DUAL Inverter Compact 12.000	83,7 x 53,1 x 33 cm; 26,4 Quilogramas	220V	R\$ 2.422,50
8	TV	LG	55UQ8050PSB	0,16 x 0,16 x 0,81 cm; 14,2 Quilogramas	Bivolt	R\$ 2.611,55
9	NOTEBOOK	Acer	Notebook Gamer Acer Nitro 5 AMD Ryzen 5 7535HS, 8GB, NVIDIA RTX 3050, SSD 512GB, 15.6 Full HD, Linux Gutta, Preto - AN515-47-R5SU	363.5 (L) x 272.9 (P) x 31.25 (A) mm 2.6 kg; Compatível com softwares de desenho como: AutoCAD, Solidworks, Corel Draw, etc.	Bivolt	R\$ 4.499,99
10	FURADEIRA DE BANCADA	FORTGPRO	FG009	44 x 35 x 23 cm; 14,72 Quilogramas	Bivolt	R\$ 579,90
11	EXTINTOR	Extang	PP06ABC	57.0mm (sem mangueira) e 13.5cm de largura, 6KG	-	R\$ 259,90
12	SCANNER DE MÃO	Brother	Scanner Portátil Brother DS-640	30,1 (L) x 5,6 (P) x 3,6 cm (A); 0.47 kg	Bivolt	R\$ 926,10
13	SERRA TICO TICO DE BANCADA	Bosch	GST700	7 x 20,5 x 7 cm; 2,1 Quilogramas	110V	R\$ 553,38
14	REVISTA IMPRESSÃO 3D (DIGITAL)	Impresso3D	Filamentos 3D	Revista mensal disponibilizada digitalmente	-	GRÁTIS
15	SOPRADOR TÉRMICO	GAMMA	G1935K	Soprador térmico é indicado para trabalhar em materiais maleáveis como plástico, EVA, entre outros. Pode ser utilizado também para secagem e remoção de tinta	110V	R\$ 194,65
Total						R\$ 110.872

Fonte: Amazon, Loja do mecânico, Mercado Livre, Roland, Fab Lab Facens, Impresso3D, 3DLab, Tecmacal, Kabun e Kalunga

Em relação ao espaço para portar todos os equipamentos, foi observado que para atender e conquistar potenciais usuários, a maneira mais eficiente para isso seria adaptar um caminhão de pequeno porte e acomodar todos os equipamentos e ferramentas necessários. Pois além de poder ser utilizado em aulas práticas esse projeto viabiliza como principais serviços a serem oferecidos a locação dos equipamentos, locação do espaço móvel e oferecimento de cursos capacitando os usuários sobre a utilização de cada equipamento disposto no ambiente. Com um laboratório móvel tais objetivos podem ser desempenhados com maior flexibilidade, podendo mover e alocar esse Fab Lab dentro da empresa locatária, por exemplo.

Com isso foi realizado uma proposta inicial de layout 2D (Figura 3) utilizando o nanoCAD, que é uma plataforma de design assistido por computador (CAD) para desenho 2D, alocando os equipamentos em um caminhão de pequeno porte, levando em consideração a exaustão de gases, pontos de água e energia, e melhor ergonomia para o usuário.

Figura 3 – Proposta de Layout Fab Lab Móvel



Dimensões do baú do caminhão: 2000 (L) x 5000 (C) x 2000 (A) mm

Fonte: Elaborado pelos autores

Dessa forma possibilita que o usuário possa elaborar projetos, através do notebook disponível, podendo enviar o arquivo para cortadora a laser, plotter de recorte, fresadora ou impressora 3D. O laboratório contará com uma caixa de ferramenta, para facilitar a montagem

dos projetos, possibilitando ao usuário a sair com a peça física, além disso o laboratório irá prover de internet, terá uma TV para projetar a tela do notebook ou transmitir imagem de chamada de vídeo, possibilitado a comunicação com outras equipes.

As operações realizadas no Fab Lab são predominantemente voltadas para demonstração das inovações e educação. Para viabilizar essas atividades, o laboratório contará com a presença de um colaborador CLT especializado em todos os equipamentos disponíveis no local, sendo responsável por auxiliar os visitantes no uso dos equipamentos, ministrar cursos durante o dia da semana selecionado para visitação, e supervisionar o controle de materiais e manutenções necessárias. Além dessas atribuições, o colaborador será encarregado de operar o veículo quando houver necessidade de locomoção do laboratório móvel, exigindo, portanto, a posse de habilita o na categoria C. Quanto a remunera o oferecida para esta proposta inicial, será um s lario de R\$ 2.700 a R\$ 3.700. Este valor foi definido levando em considera o os valores médios pagos por outras instituições de Fab Labs já estabelecidos no Brasil, conforme informações disponíveis no site *Glass Door*.

O reconhecimento da inova o como um elemento essencial para o avanço e o bem-estar na economia tem crescido progressivamente. Nesse contexto, muitas empresas têm buscado laboratórios especializados para a concepção de novos projetos e para cultivar o espírito *maker* entre seus colaboradores. Com esse propósito, o laboratório oferecer  a opção de loca o de equipamentos por hora ou do espaço por dia (Tabela 2). No caso do espaço locado será cobrado R\$ 2.000,00 por dia, além de ser aplicada uma taxa de R\$ 0,80 por quilometragem percorrida pelo caminhão.

Tabela 2 – Valores de loca o dos equipamentos

ORDEM	MÁQUINA	PREÇO P\ HORAS
1	PLOTTER DE RECORTE	R\$ 30,00
2	IMPRESSORA 3D	R\$ 25,00
3	CORTADORA A LASER	R\$ 70,00
4	FRESADORA CNC DE PRECISÃO	R\$ 25,00
5	FURADEIRA DE BANCADA	R\$ 15,00
6	SCANNER DE MÃO	R\$ 10,00
7	SERRA TICO TICO DE BANCADA	R\$ 5,00
8	SOPRADOR TÉRMICO	R\$ 3,00

Fonte: Elaborado pelos autores

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a implementação do Fab Lab móvel vamos permitir um espaço colaborativo de estímulo à inovação. Com potencial para o compartilhamento de experiência e conhecimento auxiliando à docência com aulas práticas. Ao mesmo tempo permite potencializar a inovação recorrendo aos recursos tecnológicos disponíveis no espaço, estimulando a criatividade dos seus participantes e possibilitando o desenvolvimento de produtos e soluções com base em projetos pessoais, ou a construção apoiada no conhecimento desenvolvido por outros elementos.

Os Fab Labs têm amplas vantagens educacionais, pois oferecem oportunidades de aprendizagem prática e desenvolvimento de habilidades em tecnologias de fabricação digital. Eles podem ser usados como ferramentas educacionais em escolas, universidades e outros ambientes de aprendizagem. Desde a aquisição da impressora 3D, no campus da universidade, vêm sendo possível desenvolver projetos de grande relevância no meio acadêmico e projetos profissionais, nos cursos de engenharias, medicina, fisioterapia e educação física. Essa tecnologia é utilizada por alunos e docentes, assim sendo possível ser ministrada aula prática e teórica, podendo realizar projetos físicos em dimensão 3D.

Um dos projetos concretizados nas instalações da instituição em 2023 foi a criação de um motor pneumático utilizando a tecnologia de impressão 3D, realizado por estudantes matriculados nos cursos de engenharia mecânica e engenharia de controle e automação (Figura 4). Projetos desse tipo desempenham um papel crucial ao integrar os conhecimentos teóricos adquiridos na sala de aula com a aplicação prática, proporcionando aos alunos uma preparação mais eficaz para integração no mercado de trabalho, capacitando-os para a execução de projetos e colaboração em equipe.

Figura 4 – Projeto de motor pneumático impresso em 3D da engenharia mecânica e engenharia de controle e automação feito na universidade.



Fonte: Elaborado pelos autores

Outra atividade desenvolvida são as iniciações científica, um deles no ano de 2021. Onde seu objetivo foi imprimir em material PLA-Poli (ácido lático), corpos de prova conforme a norma ASTM-D-638, para analisar a altura e a camada de preenchimento. Este projeto foi desenvolvido para realizar ensaio de tração e resistência mecânica (Figura 5). Para determinar qual seria a melhor configuração de impressão futuras.

Figura 5 – Banner de iniciação científica



Fonte: Elaborado pelos autores

Adicionalmente, foi realizado a primeira edição do evento Robô Race organizado pela Univás em 2023, tratando-se de uma iniciativa que destaca a inovação e a tecnologia na instituição. Reunindo estudantes do ensino médio interessados pela área de robótica, a competição oferece uma oportunidade empolgante para aplicar e aprimorar conhecimentos teóricos em um ambiente prático e desafiador. As equipes participantes tiveram que desenvolver robôs capazes de enfrentar tarefas complexas, desde navegação autônoma até habilidades de manobrabilidade. Além da competição, o evento promove a colaboração e a troca de ideias entre os participantes, enriquecendo a experiência educacional. A Robô Race da Univás não apenas destaca a excelência técnica, mas também estimula o espírito de inovação e a paixão pela ciência, contribuindo significativamente para o desenvolvimento acadêmico e profissional dos envolvidos.

Dentro desse evento foi disposto a impressora 3D no estante, sendo organizado pelos alunos autores deste artigo. Durante os intervalos da competição, os estudantes participantes da Robô Race e visitantes que vieram prestigiar o evento, puderam ter um vislumbre de como funciona a impressora 3D, por meio das explicações e esclarecimento de dúvidas fornecidas

pelos discentes de graduação da Engenharia Gabriel Yudy e Mariana Santos (Figura 6 e Figura 7). A notável receptividade das pessoas indicou um considerável interesse, por meio de discussões sobre o equipamento exposto. Ressaltando por meio disso a importância de se ter um Fab Lab para que esses estudantes da região possam ser estimulados a seguir sua paixão pela tecnologia. Podendo até mesmo nas próximas edições da Robô Race ter robôs parcialmente ou inteiramente montados dentro desse Fab Lab móvel.

Figura 6 – Exibição do funcionamento da impressora 3D



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 7– Participação no estande da impressora 3D na Robô Race



Fonte: Elaborado pelos autores

Além dos itens citados, ao longo do período de aquisição da impressora 3D, os alunos e docentes da universidade já vêm procurando inserir essa tecnologia dentro de demais projetos de iniciação científica, projetos de conclusão de curso e trabalhos, dentro de seus respectivos cursos. Gerando um aumento significativo na demanda e do público interessado por essa tecnologia, juntamente pelo interesse em aprender mais sobre a metodologia *maker*.

Essa demanda viria a ser menos restritiva se considerado o cenário atual, possibilitando que os alunos acessem o laboratório e seus equipamentos de maneira mais acessível, além de dispor de mais equipamentos, incentivando os alunos a utilizarem sua criatividade para futuros projetos a serem executados ao longo dos anos letivos e até mesmo depois para projetos dentro da empresa que o aluno virá a trabalhar.

Diante disso foi realizado uma pesquisa e, com isso, esse artigo detalha a implementação de um Fab Lab móvel na Univás, onde apresentamos todos os equipamentos e ferramentas necessários juntamente com o layout. Nessa proposta, foi detalhado todos os equipamentos e ferramentas necessários e realizado um layout que ilustra a disposição planejada desses itens. Onde por meio desse artigo foi levantado em consideração os equipamentos e estrutura necessários para atender os requisitos essenciais para ser certificado pela Rede FAB LAB Brasil. Dentre esses requisitos, destaca-se a obrigatoriedade de contar com uma impressora 3D, cortadora a laser, plotter de recorte, e fresadoras CNC de precisão, tanto de pequeno quanto de grande porte.

Adicionalmente, para aqueles que manifestarem interesse em adquirir conhecimento na operação dos equipamentos, será oferecido cursos durante o dia de visitação. Esses cursos consistirão em aulas práticas realizadas nas instalações do laboratório, nas quais um colaborador CLT estará presente para orientar passo a passo o uso do equipamento escolhido pelo usuário. Além disso, os conteúdos serão disponibilizados por meio de videoaulas teóricas, permitindo que os usuários possam acessar os materiais de qualquer dispositivo que porte de conexão à internet. Ressaltando que o laboratório contará com um colaborador CLT responsável por auxiliar no uso dos equipamentos, assegurando que os visitantes possam desfrutar plenamente do que o Fab Lab móvel tem a oferecer de maneira segura.

Ressaltando que o projeto ainda não foi implementado no campus da universidade, e este artigo trata-se de um planejamento bem detalhado com especificações e previsão de custos. Visando uma futura execução com base no conteúdo apresentado nesse artigo, onde o valor estimado de implantação é de 200 mil a 300 mil reais, este poderá variar devido o valor do

veículo não ter sido considerado para essa avaliação inicial. Porém devido ao grande interesse procura dos alunos e docentes por este assunto, foi feito este estudo visando atender todos os requisitos necessário para não somente suprir uma necessidade, mas também a longo prazo inserir o Fab Lab móvel em projetos de empresas, instituições empresariais e acadêmicas etc.

Alavancando o movimento *maker* na região, proporcionando um espaço onde as pessoas interessadas possam não somente desenvolver suas ideias, mas também trocar conhecimentos e explorar possíveis parcerias dentro desse espaço. Além de facilitar o acesso aos equipamentos e ferramentas dispostos nessa estrutura, onde poderá ser organizado e divulgado eventos e workshops correlacionados as tecnologias presentes no local. Criando uma comunidade colaborativa e incentivadora, contribuindo para o crescimento e a divulgação dessa cultura criativa.

Além disso, os docentes poderão incluir atividades práticas dentro desse Fab Lab móvel, para melhor fixação do material teórico presente na grade curricular tanto dos alunos da Univás quanto para os alunos do Anglo, desenvolvendo habilidades e conhecimentos que a teoria não pode oferecer no dia a dia educacional, por meio de atividades desafiadoras para incentivar os estudantes a utilizarem a metodologia *maker*, impulsionando a experimentação, autonomia, desenvolvimento lógico e a curiosidade dos alunos para resolução dos problemas propostos em aula.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desse artigo, explorando a evolução das habilidades do século XXI e a crescente necessidade de espaços inovadores, como os Fab Labs, para promover a criatividade, a colaboração e o desenvolvimento prático de projetos. Torna-se evidente a relevância e a necessidade da implementação do Fab Lab móvel na Universidade do Vale do Sapucaí (Univás). Visando suprir a carência de um espaço *maker* na região, representa uma inovação significativa. A proposta de um laboratório móvel visa não apenas atender às demandas educacionais dos cursos de engenharia, medicina, fisioterapia e educação física da instituição, mas também estender seus benefícios a empresas e organizações educacionais, proporcionando flexibilidade e facilidade de acesso aos recursos oferecidos, além de um espaço colaborativo de estímulo à inovação e aprendizado prático.

O presente artigo delineou de maneira minuciosa a implementação de um Fab Lab móvel, destacando os equipamentos essenciais para iniciar um laboratório. O layout e a tabela

de valores dos equipamentos apresentados foram concebidos de modo a atender às necessidades específicas de Pouso Alegre e sua região, seguindo os padrões estabelecidos pela rede Fab Lab. Adicionalmente, foram discutidos os detalhes da estrutura proposta para o Fab Lab móvel, enfatizando a flexibilidade que esse formato oferece. A capacidade de deslocamento do laboratório não apenas atende às demandas de empresas e instituições educacionais na região, mas também cria oportunidades para a disseminação do conhecimento em diversas localidades.

Em termos financeiros, a proposta inicial sugere um investimento estimado entre 200 mil e 300 mil reais, com a estimativa de que em 2 anos e meio de funcionamento pretende-se retornar os investimentos, com a ressalva de que esse valor pode variar dependendo de fatores como o custo do veículo. Vale destacar que essa é uma previsão de custos que deve ser revisada durante a fase de implementação para garantir uma execução eficiente e econômica do projeto. Além de, conforme apresentado anteriormente, deve ser considerado o custo mensal do colaborador responsável por auxiliar nas atividades do laboratório, considerando o salário estimado entre R\$ 2.700 e R\$ 3.700. Para garantir a viabilidade financeira do projeto, uma vez implementado, será ofertado a opção de locação dos equipamentos ou da estrutura do Fab Lab móvel. Além disso serão oferecidos cursos sobre os equipamentos dispostos no espaço durante o dia da semana aberto à visitação. Essa abordagem tem o propósito de atrair novos projetos e parcerias, possibilitando, assim, custear a manutenção do laboratório.

Em resumo, por mais que a proposta inicial apresenta um investimento significativo, é importante considerar o retorno em termos de educação, inovação e desenvolvimento regional. Ressaltando que o Fab Lab móvel na Univás representa não apenas um espaço físico inovador, mas uma iniciativa estratégica para estimular a inovação, a criatividade e o compartilhamento de conhecimento. Espera-se que este projeto possa não apenas atender às necessidades imediatas da comunidade acadêmica, mas também inspirar futuras gerações a abraçar a cultura *maker* e contribuir para o progresso tecnológico e educacional na região.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, F.; CESCA, R.; MACEDO, M.; TEIXEIRA, C. DESENVOLVIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE UM FAB LAB: UM ESTUDO TEÓRICO, **Revista Espaços** v. 38, n. 31, p. 1-14, 2017. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

Busca de vagas do Glassdoor | Encontre o emprego perfeito para você. Disponível em: <<https://www.glassdoor.com.br/>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

COSTA, C.; PELEGRINI, A. O design dos Makerspaces e dos Fablabs no Brasil: um mapeamento preliminar. **Design e Tecnologia**, v. 7, n. 13, p. 57-66, 30 jun. 2017.

DICKENS, P.; MINSHALL, T. **UK National Strategy for Additive Manufacturing— Update Report 2: What Did the Initial Evidence Reveal?**, Universidade de Cambridge, 2016.

Diferenças entre máquinas de corte a laser, **DUELASER**, 2020. Disponível em: <<https://duelaser.com/blog/diferencas-entre-maquinas-de-corte-a-laser>>. Acesso em: 4 jun. 2023.

EFFTING, E. **Desenvolvimento do projeto informacional e conceitual de uma mini fresadora CNC para pequenas empresas**. 2021. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/14575>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

FINEGOLD, D.; NOTABARTOLO, A. **21st-Century Competencies and Their Impact: An Interdisciplinary Literature Review**. HEWLETT FOUNDATION, 2010. Disponível em: <https://hewlett.org/wp-content/uploads/2016/11/21st_Century_Competencies_Impact.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2023.

FUSED DEPOSITION MODELING [FDM] Technology, **STRATASYS**, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.stratasys.com/en/guide-to-3d-printing/technologies-and-materials/FDM-technology/>>. Acesso em: 4 jun. 2023.

GUETHI, B. L. M. Estudo de cortadoras a laser open source e seus problemas mais comuns. **Mecatrone**, [S. l.], v. 2, n. 1, 2017. DOI: 10.11606/issn.2526-8260.mecatrone.2017.134667. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/mecatrone/article/view/134667>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

História Roland DG Brasil, **ROLAND**, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.rolanddg.com.br/empresa/linha-do-tempo>>. Acesso em: 4 jun. 2023.

Layout de Produção: o que é e qual a sua importância, **RAYFLEX**, 2020. Disponível em: <<https://www.rayflex.com.br/blog/layout-de-producao>>. Acesso em: 6 jun. 2023.

LIMA, W. da. O artesanal e o mecânico na série Silhuetas e Fantasmagorias de Manuela Siebert. **Revista Apotheke**, Florianópolis, v. 6, n. 1, 2020. DOI: 10.5965/24471267612020107. Disponível em: <<https://www.revistas.udesc.br/index.php/apotheke/article/view/17010>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

LIRA, V. **Processos de fabricação por impressão 3D: Tecnologia, equipamentos, estudo de caso e projeto de impressora 3D**. [s.l.]: Editora Blucher, 2021. E-book. ISBN 9786555062960. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555062960/>. Acesso em: 10 jun. 2023.

LORENA, S.; AZEVEDO, I.; TEIXEIRA, C.; BRASIL, G.; HAMAD, A. O MOVIMENTO MAKER: ENFOQUE NOS FABLABS BRASILEIROS, **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 3, n.1, p. 38-56, 2018. Disponível em: <<https://via.ufsc.br/wp-content/uploads/2018/01/110-434-1-PB.pdf>>. Acesso em: 1 maio. 2023.

MARQUARDT, T; ZHENG, E. History of 3D printing, **Lawrence University Interdisciplinary Makerspace for Engaged Learning**, [s.d.]. Disponível em: <<https://blogs.lawrence.edu/makerspace/history/>>. Acesso em: 6 jun. 2023.

MATSUSHITA, R. **Makerspace**: Uma alternativa dinâmica para o desenvolvimento de projetos. 2018. Monografia (Bacharel em Engenharia Mecânica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/bitstream/4321/599/1/Makerspace%3A%20uma%20alternativa%20din%C3%A2mica%20para%20o%20desenvolvimento%20de%20projetos>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

MEGIDO, V. **A revolução do design**. [s.l.] Editora Gente Liv e Edit Ltd, 2017.

MIKHAK, B.; LYON, C.; GORTON, T.; GERSHENFELD, N.; MCENNIS, C.; TAYLOR, J. **Fab Lab: an alternate model of ICT for Development, Center for Bits and Atoms**, 2015. Disponível em: <<http://cba.mit.edu/events/03.05.fablab/fablab-dyd02.pdf>>. Acesso em: 9 jan. 2022.

MUNIZ, J.; PUPO, R. Learning Math and Digital Prototyping with Mobile Digital Fabrication Lab. In: Congresso da Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital, 22., 2018, São Carlos. Anais. São Paulo: SIGRADI, 2018. p. 1-6. Disponível em: <http://cumincad.scix.net/data/works/att/sigradi2018_1659.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2023.

NAKANISHI, P. **Fab Lab Barra Funda**. 2018. Monografia (Bacharel Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://dspace.mackenzie.br/handle/10899/19972>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

Otimização de Layout - história e importância para a produção, **ELEMENTUS**, 2021. Disponível em: <<https://elementusconsultoria.com/otimizacao-de-layout-historia-e-importancia-para-a-producao/>>. Acesso em: 6 jun. 2023.

OWCZAREK, F. **A inovação no contexto empreendedor**: uma nova versão do innovation scoring aplicada aos fablabs de Lisboa. 2018. Dissertação (Mestrado em Economia e Gestão de Ciência, Tecnologia e Inovação) – Lisbon School of Economics & Management, Lisboa, 2018. Disponível em: <<https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/16663>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

QUINTELLA, I.; FLORENCIO, E.; SANTOS, L.; SILVEIRA, E.; BARBOSA, L. Fab Labs: A Expansão da Rede Brasileira e Sua Inserção no Contexto Acadêmico e no Ensino de Engenharia, **FABLEARN**, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.fablearn.org>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

Rede Fab Lab Brasil | FabLabs. Disponível em:

<<https://www.fablabs.io/organizations/rede-fab-lab-brasil>>. Acesso em: 27 nov. 2023.

RAYNA, T.; STRIUKOVA, L. Fostering skills for the 21st century: The role of Fab labs and makerspaces. **Technological Forecasting and Social Change**, p. 120391, out. 2020.

SANTANA, A.; RAABE, A.; SANTANA, L.; VIEIRA, M.; RAMOS, G.; SANTOS, A. **Lite Maker: Um Fab Lab móvel para aplicação de atividades mão na massa com estudantes do ensino básico.** In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 22., 2016, Uberlândia. **Anais.** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2016. p. 211-220. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/16417/16258>>. Acesso em: 11 jun. 2023.

SILVEIRA, F. Design & Educação: novas abordagens. p. 116-131. In: MEGIDO, Victor Falasca (Org.). **A Revolução do Design: conexões para o século XXI.** São Paulo: Editora Gente, 2016.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**, 8ª edição. [s.l.]: Grupo GEN, 2018. E-book. ISBN 9788597015386. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597015386/>>. Acesso em: 06 jun. 2023.

VIAU, K. Primeira Impressora 3D do mundo: conheça a história!, **3DLAB**, 2021. Disponível em: <<https://3dlab.com.br/a-primeira-impressora-3d-do-mundo>>. Acesso em: 11 jun. 2023.

XU, X.; NEWMAN, S. Making CNC machine tools more open, interoperable and intelligent—a review of the technologies. **Computers in Industry**, v. 57, n. 2, p. 141–152, fev. 2006.