

REVISTA

GEOMETRIA GRÁFICA

Integração entre prototipagem e fabricação em FABLABS: uma abordagem prática para o ensino de design de produtos

Integrating prototyping and manufacturing in FABLABS: a hands-on approach to product design

Luisa Negraes

eschbergerluisa@gmail.com

Graduanda da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil

<https://orcid.org/0009-0009-7557-6390>

Maria Carolina Sturm dos Santos

mariacarol.sturm@gmail.com

Graduanda da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil

<https://orcid.org/0009-0004-2377-3759>

Ivan Luiz de Medeiros

ivan.medeiros@ufsc.br

Professor Dr. da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil

<https://orcid.org/0000-0003-2552-6239>

Recebido em: 05/07/2024

Aceito em: 03/11/2024

RESUMO

Dentro do processo de criação de design, independente da metodologia adotada pelo projetista, a prototipagem tem papel central no desenvolvimento de produtos, seja no mercado ou no âmbito acadêmico. Por ser uma área diversa, o processo de fabricação se apresenta de diversos modos, e aliados com conceitos de Cultura *Maker*, ou seja, um espaço para desenvolvimento, como Fablabs, agregam na experiência de aprendizado e formação profissional. Assim, este artigo tem como objetivo contextualizar os princípios dos FabLabs e explorar seu papel na sociedade atual com os processos de prototipagem e fabricação digital, de modo a exemplificar com projetos realizados no Pronto3D, laboratório de fabricação da Universidade Federal de Santa Catarina. Apresentando e discutindo os resultados de três processos de materialização realizados por alunos na disciplina de Prototipagem sendo eles: manual, corte à laser e impressão 3D. Pode-se concluir sobre a importância da



materialização tanto manualmente quanto por meios digitais para o processo de ensino e aprendizagem no campo do Design de Produto.

PALAVRAS-CHAVE: prototipagem; fablabs; fabricação digital; ensino em design.

ABSTRACT

Within the design creation process, regardless of the methodology adopted by the designer, prototyping plays a central role in product development, whether in the market or in the academic field. As it is a border area, the manufacturing process is presented in different ways, and, combined with concepts of Culture Maker and space for development, such as Fablabs, add to the student's learning experience. Thus, this article aims to contextualize the principles of FabLabs and explore their role in today's society with prototyping and digital manufacturing processes, in order to exemplify with projects carried out at Pronto3D, the manufacturing laboratory of the Federal University of Santa Catarina. Presenting and discussing the results of three materialization processes carried out by students in the Prototyping discipline, namely: manual, laser cutting and 3D printing. Being able to conclude on the importance of materialization both manually and by digital means for the teaching and learning process in the field of Product Design.

KEYWORDS: prototyping; fablabs; digital fabrication; teaching in design.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, com o acesso, assim como disseminação, de informação e conhecimento, houve uma transformação na capacidade de atender as necessidades do mercado, ao passo que a rápida evolução das tecnologias digitais de fabricação acarretou uma revolução na maneira como projetamos e fabricamos objetos. A união desses fatores possibilita a redução de tempo no processo de desenvolvimento, assim como validar em diversos momentos os conceitos explorados, que culminam na obtenção de resultados mais favoráveis e facilita a comunicação entre os envolvidos no processo.

O Design é uma área em constante movimento, uma vez que tem como pilar basal a inovação, assim como a busca da satisfação de necessidades, cada vez mais específicas, dos clientes e consumidores. Portanto, faz-se indispensável a preparação

dos estudantes sobre o domínio das técnicas de prototipagem atualizadas em prol da construção de habilidades do futuro profissional. Nesse cenário, surgiram espaços para propagar a utilização dessas tecnologias e para o incentivo da inovação e criatividade - os FabLabs, ou Laboratórios de Fabricação (Palhais, 2015).

Segundo Medeiros (2016), a trajetória mais comum no processo de desenvolvimento de produto é começar com o abstrato (ideia) e passar para o físico (produto), cabendo aos designers as tomadas de decisão importantes ao longo do processo. A criação de soluções materializadas na fase de concepção de projeto é uma solução para minimizar os eventuais erros, agilizar o processo e aumentar a precisão. A prototipagem virtual domina o mundo do design hoje, apesar do fácil acesso a tecnologias 3D que podem se materializar diretamente de arquivos digitais. Neste sentido ações projetuais que buscam conectar situações que proporcionam uma construção de conhecimento técnico que contribua para o processo criativo pode gerar um diferencial no repertório dos alunos de Design.

Desta maneira esse trabalho tem como objetivo geral apresentar as atividades realizadas no laboratório PRONTO3D, demonstrando a importância da materialização por meios digitais no processo criativo dos acadêmicos do curso de Design de Produto. Como objetivos específicos, pontuamos: (a) compreender a importância da cultura *Maker* no contexto acadêmico; (b) apresentar o laboratório PRONTO3D e suas tecnologias; e por último (c) mostrar os resultados obtidos na disciplina de prototipagem.

O presente artigo caracteriza-se como natureza aplicada, que de acordo Prodanov e Freitas, (2013) objetiva produzir conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Envolvendo verdades e interesses locais. Segundo os mesmos autores a abordagem é qualitativa, pois a pesquisa tem o ambiente como fonte direta dos dados. O pesquisador mantém contato direto com o ambiente e o objeto de estudo em questão, necessitando de um trabalho mais intensivo de campo.

A metodologia proposta é pautada inicialmente em uma revisão de literatura sobre a temática da Cultura *Maker*, sequencialmente a apresentação do laboratório Pronto3D bem como os processos de materialização mais comuns de um FabLab. Posteriormente descreve-se as três situações de projeto executadas dentro da disciplina de Prototipagem, primeiramente uma ação totalmente manual, posterior a

isso uma ação projetual que utiliza o processo de corte a laser e a outra aplicando a impressão 3D.

2 DESENVOLVIMENTO

Perante os objetivos definidos, optou-se por fazer uma breve introdução aos conceitos centrais do tema: Cultura Maker, FabLabs e prototipagem rápida, ao passar por técnicas de fabricação manuais e digitais, como a CNC e a Impressão 3D.

A combinação dos conceitos citados acima proporciona um rico quadro de suporte para os novos meios de fabricação e ensino, ao estimular a interação, criatividade, colaboração e inovação. Essas ferramentas e espaços proporcionam oportunidades para que ideias sejam concretizadas e soluções sejam desenvolvidas de maneira ágil e acessível. Como resultado, observa-se um impacto significativo em diversas áreas, como design, arquitetura e demais, transformando a forma de projetar, produzir e interagir com o mundo material (Costa; Pellegrini, 2017).

2.1 Cultura *maker*

O movimento *Maker* pode ser considerado uma extensão da cultura *DIY* (*do it yourself*) ou “faça você mesmo” que se baseia em práticas de criação, construção, modificação e conserto de algo com o uso de ferramentas e máquinas tradicionais ou digitais. Assim, incentivando um aprendizado a partir da criação e descoberta (Pinto, 2018).

Conforme Dougherty (2016), o movimento *Maker* sinaliza para uma transformação social, cultural e tecnológica que nos convida a participar como produtores e não apenas consumidores. Ele está mudando a forma como podemos aprender, trabalhar e inovar. É aberto e colaborativo, criativo e inventivo, mão-na-massa e divertido.

Nesse contexto, foram desenvolvidos os chamados FabLabs - Laboratórios de fabricação digital - espaços criados para estimular a criatividade e o conhecimento, colocando em prática a cultura *Maker*, e proporcionando tecnologias de prototipagem e fabricação de baixo custo.

Dentro dos FabLabs encontramos uma variedade de equipamentos: como impressoras 3D, cortadoras a laser, fresadoras CNC, máquinas de corte de vinil, ferramentas eletrônicas e de soldagem, entre outros. A partir desses equipamentos e

com base na filosofia "faça você mesmo", esses laboratórios visam promover a criatividade, inovação e a colaboração entre os usuários (Bastos, 2014).

2.2 PRONTO3D

Com o objetivo de contextualizar as ações realizadas no laboratório pode-se destacar Mikhak, *et. al* (2002), que conceitua os FabLabs por afirmar espaços que possuem um conjunto de instrumentos para design, modelação, prototipagem, teste, fabricação e documentação. Tal ferramentas apresentam potencial para uma vasta gama de aplicações na educação formal e informal, saúde e ambiente, assim como para o desenvolvimento econômico e social.

Desta maneira apresenta-se o PRONTO3D, que pertence à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), localizado em Florianópolis, composto por docentes pesquisadores, alunos de graduação e pós-graduação, bem como participantes de programas de iniciação científica e outras iniciativas semelhantes. O laboratório também conta com o certificado da Rede FabLab, conquistando o título oficial da categoria FabLab.

As atividades realizadas no laboratório têm como objetivo promover a sinergia de tecnologias de ponta com a criatividade em projetos inovadores e workshops de capacitação. Para isso, o laboratório adota uma estratégia baseada em cinco pilares essenciais: ludicidade, eficiência, colaboração, criatividade e versatilidade. Esses pilares sustentam as características fundamentais do laboratório, garantindo que aspectos como: lúdico, eficiente, colaborativo, criativo e versátil (Pupo, 2017).

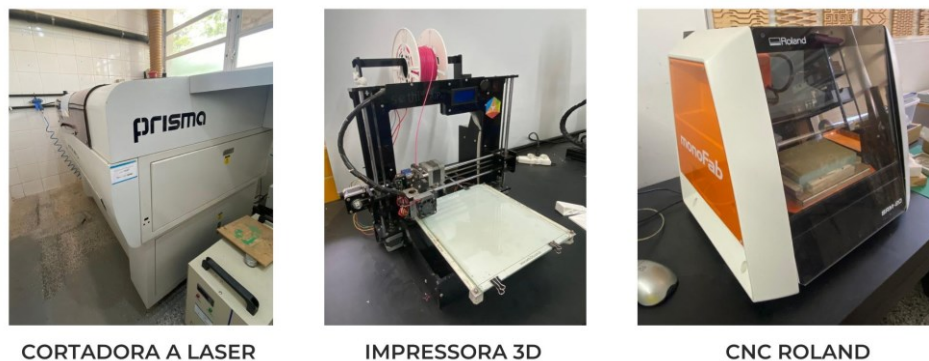
O PRONTO3D Florianópolis é utilizado por disciplinas dos cursos de graduação em Design, Design de Produto e Arquitetura da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), assim como da pós-graduação. As aulas, que podem ser teórico-práticas ou apenas práticas, utilizam as tecnologias disponíveis no laboratório como parte integrante do processo de projeto. Além de objetivar promover a educação, almeja impulsionar o estado de Santa Catarina a se tornar uma referência competitiva tanto a nível nacional quanto internacional no âmbito técnico criativo (Pupo, 2017).

A REDE PRONTO3D atualmente possui laboratórios nas cidades de Criciúma e Chapecó, os quais são responsáveis por atender cursos de Design, Arquitetura, Engenharias e outras áreas relacionadas à criação, desenvolvimento e produção de modelos, protótipos, maquetes e produtos em escala real. Esses laboratórios

desempenham um papel fundamental em todas as fases do processo de projeto (Pupo, 2017).

O PRONTO3D utiliza a fabricação digital como meio de materialização da forma, empregando tecnologias de produção automatizada em três modalidades: aditiva, subtrativa e formativa. Na fabricação aditiva, o PRONTO3D Florianópolis possui impressoras 3D de tecnologia FDM (Fused Deposition Modeling) (Figura 1), que utilizam polímeros como PLA, ABS, PETG e TPU para a produção de modelos de forma aditiva, com tecnologia nacional. O corte a laser é uma tecnologia subtrativa utilizada para cortar diversos materiais, como papel, papelão, EVA, compensado, cortiça, tecidos, entre outros, com alta precisão e qualidade, a partir de um desenho digital (Pupo, 2017).

Figura 1: Equipamentos do laboratório Pronto3D.



Fonte: dos autores (2024).

O FabLab conta também com uma Router CNC (Computer Numeric Control) de 2,5 eixos e dimensões 3,00 x 2,00 x 0,15m. Essa máquina é utilizada para fabricar elementos de grande porte, tanto para corte de perfil quanto para desbaste de material. Possui também uma CNC de pequeno porte, com dimensões de 203,2mm x 152,4 mm x 70mm, é utilizada para pequenos desbastes em diversos materiais. O Vacuum Forming é um processo de termoformagem utilizado para conformação de materiais plásticos comumente aplicados na confecção de embalagens (Pupo, 2017).

3 PROCESSOS E TÉCNICAS DE FABRICAÇÃO EM FABLABS

Nesse contexto destaca-se a importância da materialização no processo de desenvolvimento de produto, pois segundo Evans (1992 *apud* Pereira, *et al*, 2017) a análise das relações entre os componentes e suas formas é mais eficaz quando parte-se da perspectiva de três dimensões, ou seja, para avaliar as ideias geradas é

vantajoso fazer esse parecer por meio do mundo físico. Assim, com a manipulação de materiais, tem-se a união dialética da aplicação do seu conhecimento através da utilização das suas ferramentas.

A fim de atender uma variedade de necessidades, a etapa de prototipação toma forma das mais diversas maneiras, utilizando as mais variadas técnicas e tecnologias. Estes métodos de prototipagem e fabricação podem ser classificados em tradicionais e digitais, onde a diferença encontra-se nas ferramentas utilizadas no processo, caminhando entre o manual e o tecnológico ao usufruir de softwares e máquinas de Prototipagem Rápida (Pereira et al, 2017).

O mesmo autor complementa afirmando que os modelos em escala também facilitam métodos de prototipagem de experiência em pequena escala, assim como adiantam o processo de validação de ideias ao auxiliar na logística de construção dos mecanismos pensados. Os modelos em tamanho real, por outro lado, permitem experiências imersivas, como ensaios investigativos ou orientações de processos. Esses modelos incentivam a exploração aprofundada e o refinamento assertivo do design iterativo.

Conforme o exposto, pode-se entender que a partir dos diferentes métodos e tecnologias de fabricação digital é possível transformar ideias em realidade, ou seja, protótipos. Nesse contexto, nos próximos tópicos serão apresentados alguns dos métodos mais comuns de fabricação utilizados em FabLabs, mais especificamente: manual, corte a laser e impressão 3D.

3.1 Fabricação manual

Para a construção de modelos e protótipos os profissionais podem fazer uso de diversos materiais, como a argila, o gesso, a plastilina, o clay, a espumas de poliuretano, a madeira, o papel, as chapas de poliestireno, o isopor, massa epóxi, entre muitos outros.

A materialização com papelão, especificamente, é um método comumente empregado para construção de mock-ups, prototipagem de baixa fidelidade e teste de objetos físicos. Essa técnica de construção envolve a agilidade e o uso de materiais baratos. Além disso, pela natureza do material, é comumente usado em ação conjunta com diversos outros materiais do mesmo padrão, como espuma, plasticina e fita adesiva (Palhais, 2015).

Como exposto anteriormente, a materialização manual desempenha um papel fundamental nos processos de criação em design, que pode oferecer diversas vantagens significativas para o projeto. Uma das vantagens mais evidentes é o menor custo dos materiais utilizados. Ao optar pela prototipagem manual, os designers não necessitam de softwares e máquinas sofisticadas para sua materialização, pois empregam materiais de fácil disponibilidade e baixo custo (Pereira, et al, 2017).

Além disso, a prototipagem manual tem ligação íntima com o incentivo à especificidade e criatividade. Os designers podem criar protótipos personalizados e adaptados às suas necessidades específicas. Outra vantagem importante da prototipagem manual é a possibilidade de obter uma maior variedade de acabamentos (Theis, et al, 2022).

Por fim, a materialização manual oferece uma maior amostra de tipos de teste de validação. Os designers podem criar diferentes versões de mock-ups e modelos para experimentar e validar aspectos do design com precisão, como usabilidade, ergonomia, interação e aceitação do usuário. Esses testes permitem identificar possíveis melhorias e ajustes antes de investir em processos de fabricação mais caros e complexos.

3.2 Corte a laser

Segundo o site Automatiza, o processo de corte se baseia em um feixe de laser guiado dentro da máquina de corte e, ao encostar na peça, o material aumenta a temperatura até que o mesmo seja cortado - ou apenas demarcado. Para isso, inicialmente é necessário a preparação de desenhos bidimensionais digitais, a fim de que os desenhos em CAD possam ser planejados já prevendo os possíveis encaixes para posterior montagem manual, de modo a construir modelos físicos tridimensionais.

A facilidade do uso do corte a laser torna essa tecnologia a mais utilizada e procurada por alunos e pesquisadores. Nesse sentido, percebe-se que o corte a laser de fato apresenta muitas vantagens, entretanto apresenta limitações pontuais. Dentre suas vantagens podemos destacar: precisão - visto que realiza cortes limpos e detalhados com acabamento de alta qualidade; versatilidade - devido a ampla variedade de materiais que podem ser utilizados; agilidade na produção - pois é um processo rápido em comparação com outros métodos de corte convencionais; e a

flexibilidade de um design complexo - o corte a laser permite a criação de designs complexos e personalizados.

Por outro lado, suas limitações principais são: espessura limitada - esse método apresenta limitações na espessura do material que será cortado, sendo que materiais mais espessos podem exigir outros métodos de corte; restrições de materiais - como citado anteriormente; e limitações de tamanho - o tamanho da área de trabalho da máquina de corte pode impor limitações ao tamanho das peças que podem ser cortadas, muitas vezes precisando ser feito em mais de uma etapa.

3.3 Impressão 3D

A terceira técnica explorada neste trabalho é a Impressão 3D, que, segundo Aguiar (2017), serve para construir sólidos tridimensionais, camada por camada, umas sobre as outras, até formar o objeto, assim atribuída de caráter aditivo. Pode ser chamada então de manufatura aditiva, pois a matéria-prima vai sendo adicionada gradualmente até concluir a construção de um objeto.

Essa tecnologia permite a criação de protótipos e produtos finais a partir de um modelo 3D digital do objeto que se deseja imprimir. Este pode ser feito em programas de modelagem 3D - como *SolidWorks* e *Rhinoceros* - ou acessando modelos prontos de bancos de dados online. Em seguida, após a criação do produto, deve ser feita a escolha do material, como plástico ABS, policarbonato, poliéster, etc, que servirá de filamento - sendo aquecido e derretido para ser depositado camada por camada formando o objeto. Por fim, é realizada a configuração da impressora, ou seja, a velocidade da impressão, altura da cama, densidade de preenchimento e suportes necessários. Além disso, depois de impresso o produto pode passar por processos de acabamentos, como a remoção de suportes, lixamento, pintura e polimento.

Conforme o site Printit 3D a impressão 3D apresenta diversas vantagens em relação a outros métodos de fabricação - como a velocidade, possibilidade de geometrias complexas, customização, redução de risco no produto final, acessibilidade e menor geração de resíduos.

4 PROJETOS DESENVOLVIDOS EM FABLAB

Com o intuito de aproximar e vincular os elementos teóricos expostos acima, será detalhado os procedimentos adotados para o desenvolvimento e materialização

de projetos de produtos por meio de fabricação manual e digital em um ambiente acadêmico de um FabLab. Diante disso, espera-se explicitar a relação da objetivação da ideia com os processos de materialização.

Os trabalhos aqui apresentados foram desenvolvidos como parte do programa de estudos da disciplina de Prototipagem, pertencente à quinta fase do curso de Design de Produto da Universidade Federal de Santa Catarina. Os projetos foram realizados no âmbito do laboratório PRONTO3D, ambiente especializado e equipado com recursos avançados para modelagem e produção tridimensional, assim como profissionais responsáveis disponíveis para auxiliar.

Apresenta-se a seguir o resultado dos três processos/técnicas citados anteriormente: atividade de materialização manual, aplicação do corte à laser e também a impressão 3D.

4.1 Projeto de luminária de papelão

A essência da prototipagem de papelão está no próprio processo de prototipagem. Serve para materializar o conceito inicial e explorar seus meandros, pontos fortes e fracos. Para agilizar o processo, muitas vezes é benéfico criar várias versões em escala menor antes de fazer a transição para protótipos em escala real. O modelo de produção analógico implica na necessidade de definição de técnica e material mais interessantes para seu desenvolvimento particular (Palhais, 2015).

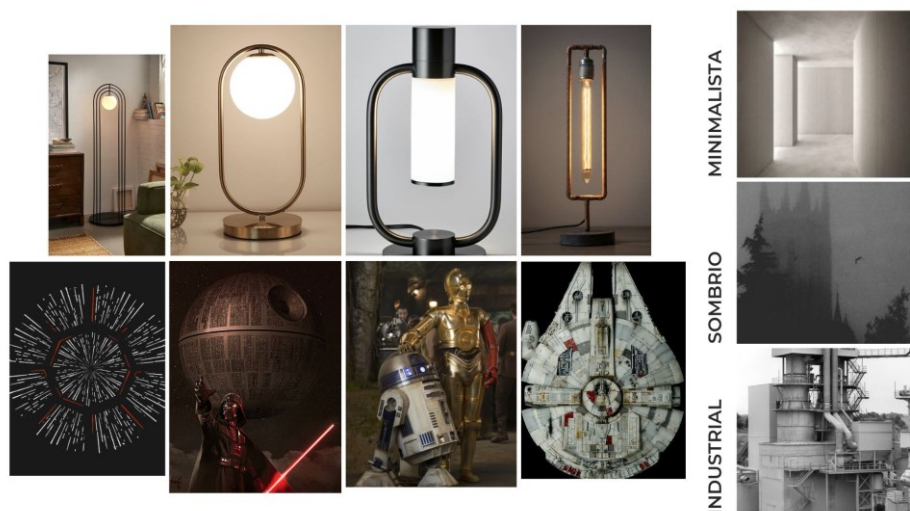
A primeira atividade proposta envolveu o desenvolvimento de uma luminária a partir da técnica de cortes e vincos utilizando papelão, com as seguintes especificações: as peças devem ser planificadas e podem ser coladas. Além disso, a luminária deve medir um metro e seguir a temática de Star Wars. A fim de ajudar na geração de ideias e no processo criativo, decide-se por realizar a pesquisa exploratória, onde inicialmente foram desenvolvidos dois quadros visuais: um com luminárias, e outro que explora a temática proposta (Figura 2).

Após o briefing, partiu-se para o desenvolvimento: propor uma luminária equilibrada e aberta, com cantos arredondados. Assim, optou-se por um modelo no qual a base seria menor que o corpo, com sua frente vazada. Logo em seguida, definiu-se as medidas iniciais básicas para melhor relacionar a proporção e conexão das peças.

Como etapa de experimentação, foram desenvolvidos modelos testes em escala reduzida das três principais ideias iniciais. Cujo objetivo foi fazer o planejamento dos cortes, dobraduras e vincos, para o plano material, ajudando na visualização das ideias. Assim, pode-se observar os pontos fortes e fracos de cada conceito, suas limitações e possíveis áreas de ajustes, bem como o planejamento de recursos de estruturação da luminária.

A estética geral do projeto foi pautada aos moldes retrô futurista dos anos 80, com imagens relacionadas à exploração do espaço, criação de mundo e galáxias. Nos objetos, notou-se cores mais primárias, assim como presença de brancos e pretos, formas mais simplificadas, retilíneas, porém que se complementam, aludem a ideia de complexidade, tecnologia. A paleta deu-se pelas cores apresentadas no painel de conceito e associadas com a estética do personagem central escolhido como inspiração: *Darth Vader*. Como conceitos, optaram-se por expressar as ideias de minimalista, sombrio e industrial (Figura 2).

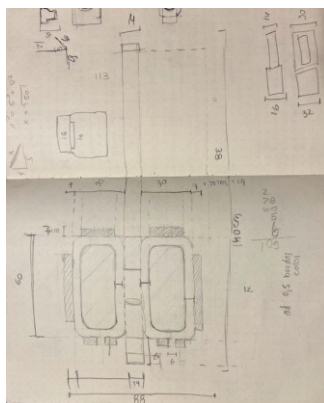
Figura 2 : Moodboard de inspiração.



Fonte: dos autores (2023).

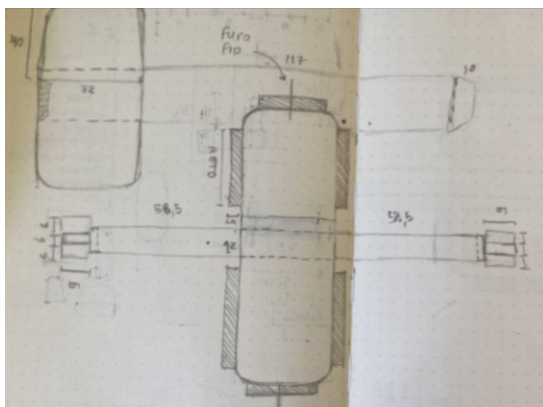
Para a viabilização da ideia (Figura 3 e 4), levando em consideração os requisitos e a estabilidade do produto, dividiu-se a luminária em duas estruturas maiores, planificando-as objetivando maior conectividade e praticidade. Aqui também foram definidas as medidas finais de todos os componentes. Após essa etapa, segue-se para a segunda fase de testes, onde buscou-se validar a viabilidade do projeto por meio físico.

Figura 3: Sketch físico da peça superior da luminária.



Fonte: dos autores (2023).

Figura 4: Sketch físico da peça inferior da luminária.



Fonte: dos autores (2023).

O modelo (Figura 5) criado em escala de 1:10, foi desenvolvido para verificar os encaixes e as possibilidades de arredondamento da forma. A conclusão desta etapa consistiu em possíveis ajustes como: mudança da altura dos elementos, tamanho das curvas e melhor estratégia para vincar o material sem quebrá-lo ou rasgá-lo.

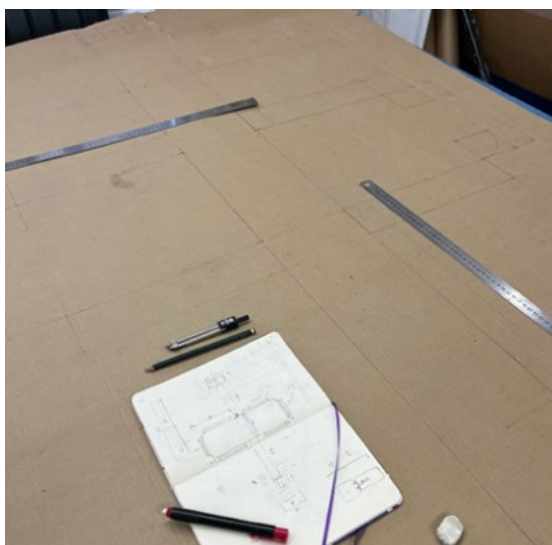
Figura 5: Modelo da ideia final de papelão, em escala.



Fonte: dos autores (2023).

Sequencialmente iniciou-se a terceira fase do projeto: de montagem e acabamentos. A primeira etapa no processo de montagem foi a transposição dos sketches das peças em papelão (Figura 6), demarcando o local dos cortes, vincos e dobraduras, diferenciando-os por meio de hachuras.

Figura 6: Papelão demarcado conforme os moldes.



Fonte: dos autores (2023).

Em seguida, as peças foram cortadas com estilete e testadas. Para garantir o controle das medidas e encaixes, as peças foram montadas (Figura 6) sem encaixe fixo, brevemente mantidas em pé com fita crepe, para sustentação.

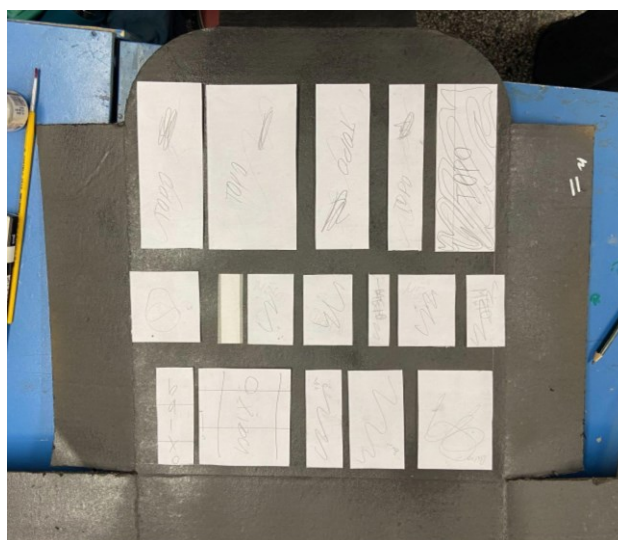
Figura 7: Peças já cortadas e coladas com fita crepe.



Fonte: dos autores (2023).

Assim que a forma e encaixes foram aprovados, passou-se para a etapa de acabamento, no qual as partes foram pintadas completamente (Figura 6 e Figura 7) com tinta spray grafite preto. Logo após, foram desenvolvidos os decalques necessários para a criação da estampa do produto, inspirada pelo moodboard do tema, especificamente o padrão cibernético da Estrela da Morte, objeto icônico do filme.

Figura 8: Decalques para pintura.



Fonte: dos autores (2023).

Figura 9: Processo de pintura com tinta spray do produto final.



Fonte: dos autores (2023).

Por fim, pintou-se de grafite cinza ambas as peças, tendo a base com os moldes de pintura e finalizada com caneta posca branca. Como resultado, (Figura 8) obteve-se uma luminária diferenciada e que atende todos os requisitos do projeto.

Figura 10: Luminária obtida como resultado final.



Fonte: dos autores (2023).

Ao final da atividade foi possível verificar a facilidade e agilidade no processo de materialização utilizando um material simples como o papelão e ferramentas de baixo custo como o estilete e uma escala graduada. Para o projeto a construção de

um modelo em escala reduzida trouxe experiência indicando possíveis problemas na produção da peça.

4.2 Projeto de superfície de assento

Como proposta de projeto para o segundo método de produção definiu-se o desenvolvimento de superfícies de assento para serem confeccionados por corte a laser. Como requisito principal, além do modo de corte, exige-se a montagem em interlocking das peças. As dimensões e componentes presentes no banco foram estabelecidas respeitando as tabelas antropométricas. Outro ponto essencial reforçado pelo briefing é a consideração da estabilidade do objeto para ser produzido com papelão.

Logo após, seguiram-se a mesma ordem lógica do projeto anterior descrito, ao realizar-se uma pesquisa visual e sintetizá-la por meio da construção dos painéis imagéticos do projeto, assim como os painéis de conceitos, definidos por: minimalista, fluido e temático (Figura 11). Com base nos conceitos e ideias definidas, optou-se por explorar a forma de uma maneira mais interessante, assim decidiu-se por um banco puff redondo, trabalhando o conceito de diversão.

Figura 11: Moodboards de inspiração.

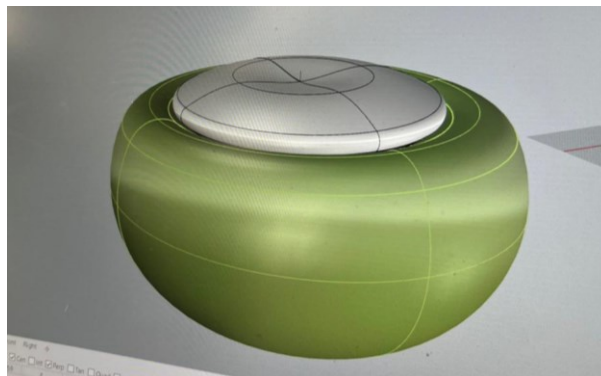


Fonte: dos autores (2024).

Iniciando a modelagem tridimensional, na qual foi utilizado o software Rhinoceros para a criação do produto, optou-se pela forma que cumprisse com o requisito de estabilidade e diversão. O modelo selecionado (Figura 12) explora a forma

de uma azeitona, dividido em corpo e caroço, feito assim em prol do conforto do usuário.

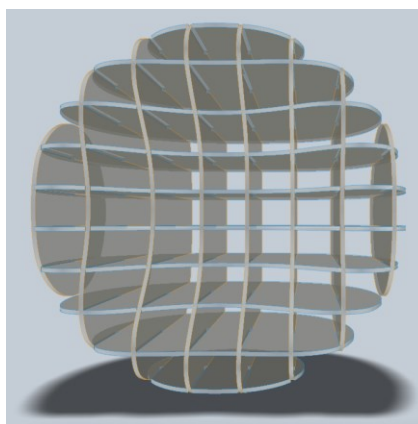
Figura 12: Modelagem digital realizada no Rhinoceros.



Fonte: dos autores (2023).

Pela proposta construtiva do projeto, foi utilizado o software SlicerforFusion360 da Autodesk, responsável por criar os planos de corte (Figura 13) a serem enviados para a Cortadora a Laser. Para o corpo, utilizou-se a técnica construtiva interlock com doze fatias em ambos os eixos, mas para melhorar a experiência e conforto, optou-se por fazer o assento, o caroço, com empilhamento de camadas (papelão).

Figura 13: Modelagem 3D dividida nas peças para o corte à laser.



Fonte: dos autores (2023).

A próxima fase consistiu na preparação do material (Figura 14) de acordo com as especificações da cortadora a laser, por meio da criação de chapas de papelão com tamanho 85x65cm.

Figura 14: Processo de demarcação e corte das chapas basais.



Fonte: dos autores (2023).

Para a validação das dimensões e eficácia dos encaixes planejados, foram criadas duas chapas a mais para a realização do teste. Logo após, cortou-se o tecido escolhido (poliéster, verde musgo) nas mesmas dimensões, unindo os componentes com uma solução diluída de cola branca. Com as pranchas feitas, foram formatados os arquivos do SlicerforFusion360 em DXF e logo após, com o auxílio dos monitores do PRONTO3D responsáveis pela cortadora laser, as peças foram cortadas (Figura 15 e 16). Para finalizar, foi feita a junção das peças (Figura 17) por meio dos encaixes e colagem.

Figura 15: Peças testes cortadas.



Fonte: dos autores (2023).

Figura 16: Peças de interlocking e empilhamento já cortadas.



Fonte: dos autores (2023).

Figura 17: Encaixe das peças prontas.



Fonte: dos autores (2023).

Como resultado, obteve-se um banco Puff Azeitona (Figura 18) com forma orgânica, possuindo dimensões totais de 56x50x35cm. Sua modelagem fez com que seu assento, com entrada arredondada, dispensasse o complemento de empilhamento, pois seu encaixe trouxe conforto por si só. As cores escolhidas remetem à temática de olivas e azeitonas, com a combinação de uma almofada marrom, que representa o caroço do alimento, reforçando os conceitos do projeto.

Figura 18: Assento final desenvolvido.



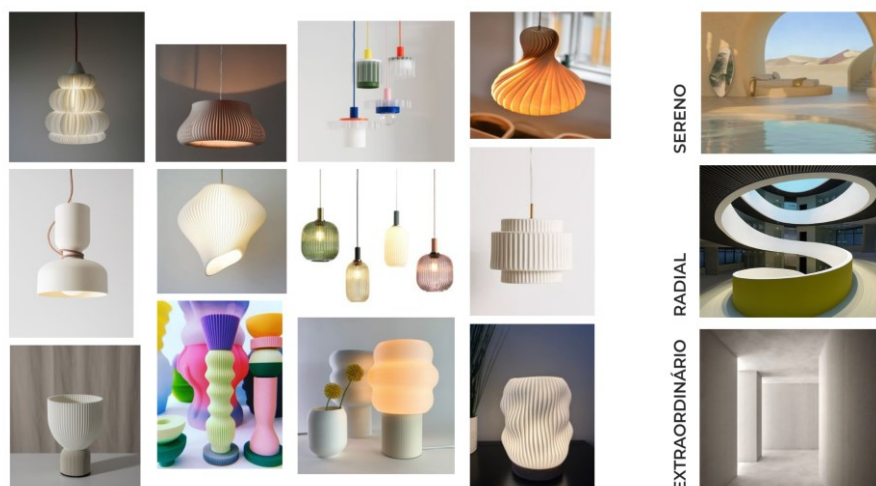
Fonte: dos autores, 2023.

A segunda proposta de atividade, neste caso utilizando os processos de desenvolvimento e materialização por meios digitais, demonstraram eficientes quando se evidencia o acabamento e precisão do corte. No ambiente virtual também pode-se gerar diversas alternativas tanto na modelagem como na preparação dos planos com o software SliceforFusion360, demonstrando flexibilidade no processo criativo.

4.3 Projeto de cúpula de luminária pendente

A terceira atividade proposta teve como objetivo desenvolver uma cúpula para luminária pendente, visando ser materializada com o processo de impressão 3D. Como requisitos de projeto tem-se as seguintes especificações: medir até 180x130mm, com uma temática visual livre para cada aluno. Com isso, inicialmente foi feita uma pesquisa sobre pendentes e logo construído o *moodboard* (Figura 19) de inspiração e referência, a fim de ajudar na geração de ideias e no processo criativo.

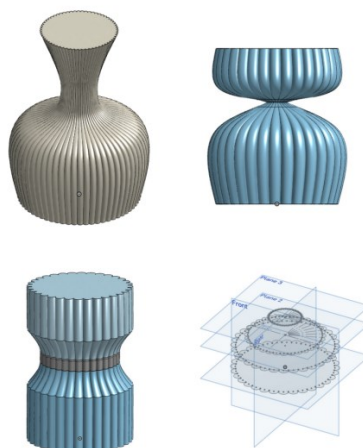
Figura 19: Moodboard de inspiração.



Fonte: dos autores (2024).

Optou-se por adotar uma estética mais minimalista, com formas fluidas, radiais e orgânicas, priorizando a organização dos elementos formais, a fim de criar uma textura sofisticada e complexa. A paleta de cores deu-se pelas referências apresentadas no moodboard e associadas a uma estética mais sóbria. Assim, os conceitos selecionados refletem os resultados obtidos na pesquisa visual: radial, sereno e extraordinário. Na ideação desenvolveu-se uma cúpula para uma luminária pendente com características fluidas e bordas irregulares, que remetem a uma flor. Como exercício criativo, foram desenvolvidas variações diretamente no ambiente virtual (Figura 20). Desta maneira obteve-se como resultado da experimentação uma proposta que mais expressava a junção da estética com os conceitos e funcionalidade, essa alternativa (Figura 21) também tinha o propósito de melhor proveito da técnica aditiva.

Figura 20: Modelagem experimentais.



Fonte: dos autores (2023).

Figura 21: Alternativa da modelagem escolhida.



Fonte: dos autores (2023).

A etapa de validação e teste de alternativas também ocorreu de maneira digital, ao ser importado a modelagem virtual para o aplicativo Ultimaker Cura, software responsável pelo fatiamento do objeto e gerar o código a ser enviado para a impressora 3D. A proposta definitiva da cúpula deu-se de maneira que as curvas radiais se encontram dentro das limitações de impressão, dispensando assim a necessidade de impressão por partes ou até mesmo de suporte, elemento necessário quando a geometria fica em balanço.

Com o auxílio do monitor do PRONTO3D responsável pelas impressoras, o produto foi produzido com filamento PLA reciclado (Figura 22), material termoplástico biodegradável, semitransparente e com coloração esverdeada.

Figura 22: Impressão 3D da alternativa escolhida.



Fonte: dos autores (2023).

Posteriormente, inicia-se a etapa de acabamento (Figura 23 e 24), que consiste basicamente de: lixar inicialmente para fixação do primer, aplicação do primer, aplicação da massa de poliéster, lixar para nivelar a superfície, segunda aplicação do primer, polimento com lixa d'água e, por fim a pintura da peça. Os materiais utilizados consistem em: primer de uso geral em spray, tinta spray branca e massa plástica de poliéster.

Figura 23: Montagem da luminária coberta com a massa de poliéster.



Fonte: dos autores (2023).

Figura 24: Processo de lixamento para acabamento superficial.



Fonte: dos autores (2023).

Como resultado (Figura 25), obteve-se uma luminária pendente, que expressa os conceitos escolhidos e atende os requisitos de projeto, com acabamento e funcionamento satisfatórios.

Figura 25: Luminária final.



Fonte: dos autores (2023).

Essa terceira ação de materialização buscou explorar a fabricação por meio da impressão 3D. A atividade tenta explorar ao máximo as possibilidades dessa técnica construtiva. Isso influenciou positivamente no processo criativo, gerando formas complexas de fácil produção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notório que a cultura Maker tem apresentado um impacto significativo no aprendizado. Esse movimento visa transformar o formato de aprendizagem incentivando a autonomia, criatividade e inovação. Assim, os alunos são desafiados a identificar problemas, gerar ideias, testar soluções e realizar seus próprios projetos, desenvolvendo habilidades valiosas para sua vida acadêmica e profissional.

A forma de estudo e trabalho em FabLabs se baseia na cultura do "faça você mesmo" - incentivando a criação, construção, modificação e conserto de algo com o uso de ferramentas e máquinas tradicionais ou digitais. Assim, percebe-se o impacto positivo dessa cultura na vida das pessoas, ensinando novos métodos de prototipagem e fabricação, e promovendo experiências inovadoras.

Somado a isso, os equipamentos que encontramos nos FabLabs possibilitam a fabricação de objetos com complexidade, porém com métodos de criação mais fáceis. Ou seja, essa cultura e os processos de fabricar ampliam as possibilidades de criação, produção e compartilhamento de projetos em um ambiente de inovação e colaboração.

As atividades de materialização que foram relatadas demonstraram que a integração dessas práticas no ambiente acadêmico promoveu um engajamento ativo

dos estudantes em seus projetos, além de melhorar a compreensão dos conceitos teóricos e a aplicação prática deles.

A análise da forma/tridimensional desempenha um papel fundamental no processo de Design de Produto, sendo essencial para o aprendizado dos alunos. Ao integrar a análise física ao processo de Design, os discentes têm a oportunidade de aprimorar suas habilidades práticas e ao mesmo tempo aprofundam seu conhecimento teórico.

Por meio desse estudo, os alunos desenvolveram também conhecimentos sobre características de diferentes materiais. Eles aprenderam sobre as características e propriedades específicas de cada material, como resistência, durabilidade, maleabilidade, entre outros. Assim, pode-se compreender como as propriedades dos materiais influenciam na forma, função e estética do produto. Essa compreensão permite que os alunos façam escolhas adequadas de materiais, levando em consideração requisitos técnicos, econômicos, estéticos e sustentáveis.

As atividades de materialização passando pela experimentação da manualidade e depois evoluindo para a precisão dos equipamentos 2D e 3D, procuram contribuir para a formação de designers, desta maneira quando se compreende e explora cada técnica e as suas potencialidades a materialização por meios digitais e manuais servem como incentivadores da criatividade

6 CONCLUSÃO

Em virtude dos fatos e ideias apresentadas, pode-se concluir que a Cultura Maker e os FabLabs têm desempenhado um papel transformador no processo de aprendizado, que incentiva a criatividade e inovação dos alunos.

Essa abordagem prova-se benéfica, uma vez que desafia os estudantes a identificar problemas, gerar ideias, testar soluções e realizar seus próprios projetos, desenvolvendo habilidades valiosas para suas vidas acadêmicas e profissionais. Os FabLabs, por disponibilizarem ferramentas tradicionais e digitais, oferecem um ambiente propício para a criação e construção de objetos.

Além de que, as atividades propostas obtiveram um bom aceite e comprometimento dos discentes. A disciplina optando por projetos curtos e técnicas diferentes de materialização procurou contemplar e maximizar dentro de um semestre conceitos teóricos e práticos importantes para a formação profissional.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F. F. CESCA, R.; MACEDO, M.; TEIXEIRA, C. Desenvolvimento e implantação de um Fab Lab: um estudo teórico. **Revista Espacios**, v.38, n.31, p.1-14, 2017.

Automatisa.com.br. **Quais as vantagens do corte a laser?** Disponível em: <https://automatisa.com.br/blog/corte-a-laser/>. Acesso em: 02 de jul 2023.

Bastos, V. F. **Moda e Fabricação Digital em um Contexto Fab Lab**: equipamentos, métodos e processos para o desenvolvimento de produtos. 2014. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

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

DOUGHERTY, D. **Free to make**: how the maker movement is changing our schools, our jobs and our minds. Berkley: North Atlantic Books, 2016.

MEDEIROS, I. L. **A materialização digital e sua sistematização no processo de desenvolvimento de produtos**. Florianópolis: UFSC 2016. 197p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Design. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

MIKHAK, Bakhtiar et al. **Fab Lab**: an alternate model of ICT for development. In: 2nd international conference on open collaborative design for sustainable innovation. 2002.

PALHAIS, Catarina Bela Cardoso de. **Prototipagem**: uma abordagem ao processo de desenvolvimento de um produto. Universidade de Lisboa, 2015.

PEREIRA, D. D.; LANUTTI, J. N.; PASCHOARELLI, L. C.; PINHEIRO, O. J. Comparação de técnicas de prototipagem tradicional manual e sua importância para o Design. In: **Anais do Congresso Internacional e Workshop Design & Materiais**, 2017. Anais eletrônicos. Campinas, Galoá, 2017. Disponível em: <https://proceedings.science/dm/trabalhos/comparacao-de-tecnicas-de-prototipagem-tradicional-manual-e-sua-importancia-para?lang=pt-br>. Acesso em: 02 jul. 2023.

PINTO, Sofia Lorena Urrutia, et al. O movimento maker: enfoque nos fablabs brasileiros. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, 2018, 3.1: 38-56.

Printit 3D. **Vantagens e benefícios da impressão 3D**. Jan. 2021. Disponível em: <https://www.printit3d.com.br/post/vantagens-e-benef%C3%ADcios-da-impress%C3%A3o-3d>. Acesso em: 30 out. 2024.

PRODANOV, C. C.; DE FREITA, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico** - 2ª Edição. Editora Feevale, 2013.

PUPO, R. T. FABLAB PRONTO 3D: aprendendo com a prática. **Extensio: R. Eletr. de Extensão**. v. 14, n. 26, p.152-164, 2017.

THEIS, M. R. .; DE SOUZA, G. G. A. .; FIALHO, F. A. P. .PEREIRA, R. A importância da prototipagem no processo de design e suas relações como mídia do conhecimento. **Anais do Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação – ciki, [S. l.]**, v. 1, n. 1, 2022. DOI: 10.48090/ciki.v1i1.1058.