

Ca den za

Processo investigativo para concepção e fabricação de família de luminárias

Trabalho Final de Graduação
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Universidade de São Paulo
Dezembro/2022

Fábio Bellucci Figueiredo Dada
Profª Drª Myrna de Arruda Nascimento



Ca den za

Processo investigativo para concepção e fabricação de família de luminárias

Trabalho Final de Graduação
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Universidade de São Paulo
Dezembro/2022

Fábio Bellucci Figueiredo Dada
Profª Drª Myrna de Arruda Nascimento

RESUMO

O presente Trabalho Final de Graduação tem como objetivo central conceber, projetar e fabricar uma família de luminárias, identificadas por uma linguagem comum. A escolha do tema baseia-se em aspectos diversos da trajetória pessoal do aluno ao longo dos 6 anos de graduação.

Um aspecto importante é o desenvolvimento de repertório projetual com foco na experimentação. Para tanto, é imprescindível contato íntimo e interação intensa com as diversas questões colocadas pela vasta gama de materiais e técnicas de fabricação conhecidas.

A atuação profissional no campo de design paramétrico e análise de desempenho ambiental das edificações forneceu as bases técnicas necessárias e despertou profundo interesse de investigação, o qual encontra neste trabalho merecido espaço para desdobramento.

Com vistas a fundamentar a concepção autoral dos modelos, desenhou-se a estrutura do trabalho de modo a incluir significativo esforço de pesquisa (de referências conceituais, didáticas e projetuais), concomitante a minuciosos exercícios de experimentação (nos ambientes físico e virtual).

A experimentação é adotada como parte fundamental do processo de projeto e implica documentação fotográfica e compilação de avaliações. A partir da reprodução de modelos disponíveis do mercado e dos aprendizados decorrentes desse exercício, foi elaborado um modelo computacional paramétrico, pensado de modo a articular as características desejadas com os requisitos de desempenho ergonômico.

Por meio de aprimoramento com base no modelo virtual, são produzidos os arquivos destinados às partes fabricadas digitalmente. Por fim, são feitas considerações a respeito do produto final em contraste com a intenção colocada no início do processo.

As considerações tem como objetivo somar ao repertório de raciocínio projetual e servir de base para trabalhos de abordagem alinhada à deste TFG.

Palavras-chave: Luminária, design, materialidade, prototipagem, experimentação

ABSTRACT

The main goal of this Final Work is to conceive, design and manufacture a family of light fixtures, identified by a common language among them. The choice of theme is based on different aspects of my personal academic path over the 6 years of studies.

An important aspect of the motivation is the development of a design repertoire with a focus on experimentation. Therefore, intimate contact and intense interaction with the various issues posed by the wide range of materials and manufacturing techniques available are essential.

My professional experience in the field of parametric design and analysis of the environmental performance of buildings provided the necessary technical bases and sparked deep research interest, which finds in this work due space for unfolding.

With a view to supporting the authorial conception of the models, the project was structured to include a significant research effort (conceptual, didactic and project references), concomitant with detailed experimentation exercises (both in physical and virtual environments).

Experimentation is adopted as a fundamental part of the design process and involves photographic documentation and compilation of evaluations. Based on the reproduction of models available on the market and the lessons learned from this exercise, a parametric computational model was created, designed in such a way as to articulate the desired characteristics with the ergonomic performance requirements.

Through improvement based upon the virtual model, files are produced for the digitally manufactured parts. Finally, considerations are made about the final product in contrast to the intention placed at the beginning of the process.

These considerations aim to add to the repertoire of design thinking and serve as a basis for work with an approach aligned with this project.

Keywords: Light fixture, design, materiality, prototyping, experimentation.

AGRADECIMENTOS

À Luz que me ilumina o caminho;

à minha família amada, que acompanha de perto minha trajetória desde antes da FAU, e aos que, felizmente, a ela se juntaram nos últimos anos;

à família com que a FAU me presenteou, pessoas queridas que tão profundamente conquistaram meu respeito e admiração;

aos mestres Thiago Ferreira e Leonardo Gindri, pelo suporte em pontos cruciais do trabalho;

à equipe do Centro Universitário Senac, sem a qual este trabalho não seria possível;

aos professores Adriano e Giorgio, pela gentileza de participarem da banca de defesa deste TFG e pela disposição em compartilhar e ensinar;

e à minha querida orientadora, professora Myrna, pelo privilégio da convivência ao longo deste 2022, pelo entusiasmo sempre presente em nossas conversas e pela sua amizade tão especial.

ÍNDICE

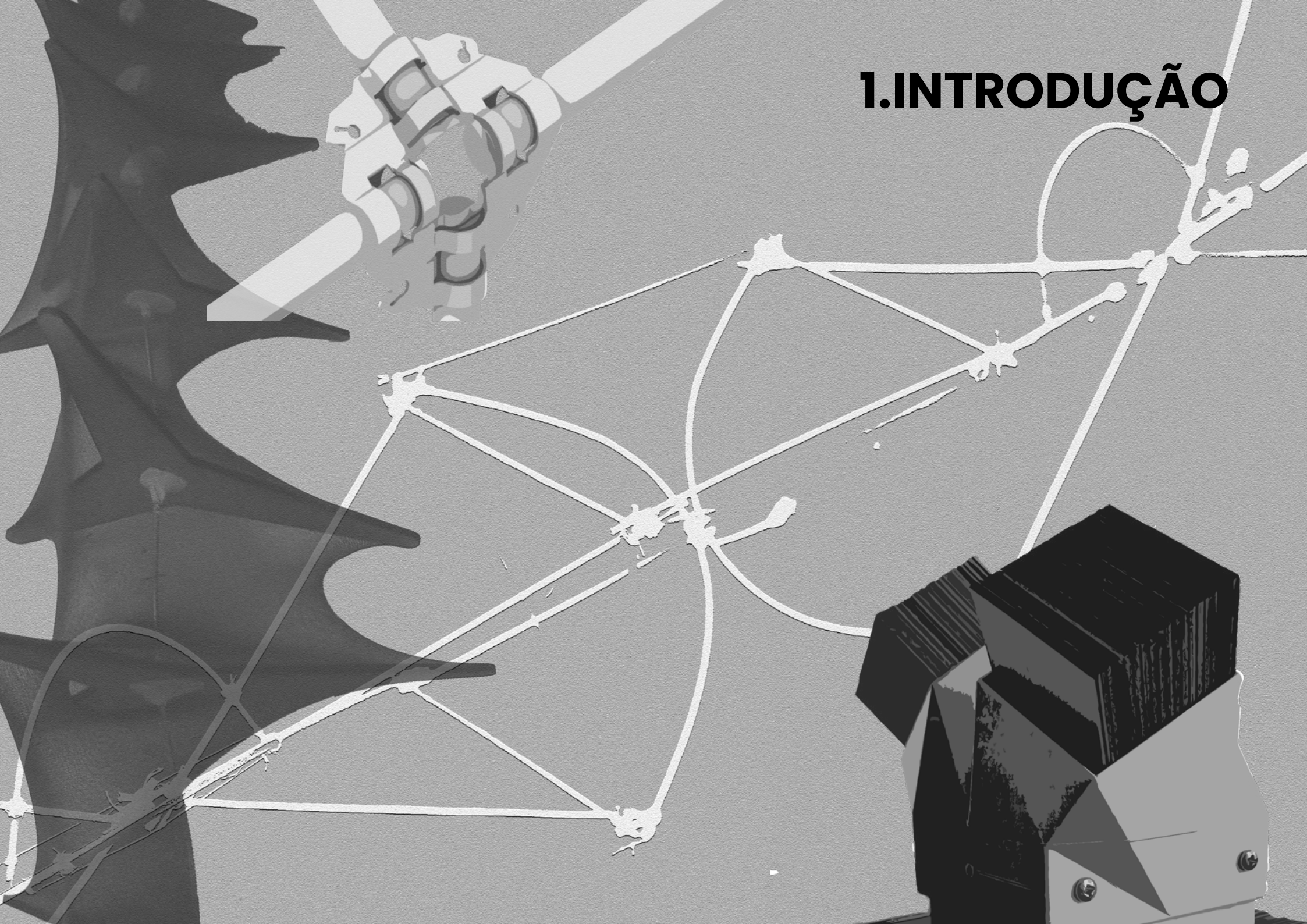
1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Escolha do tema	12
1.2 Experiências anteriores	14
1.3 Experimentação como processo de projeto	18
2. REFLEXÕES	20
2.1 A mão	22
2.2 A luz	23
2.3 Forma (orgânica)	26
2.4 Projeto de luminárias: referências	33
3. MÉTODO	48
3.1 Reprodução de projetos existentes	50
3.2 Modelo computacional paramétrico	52
3.3 Dança como form-finding	54
4. O PROCESSO	58
4.1 Experimentação: releituras de projetos existentes	60
4.2 Evolução do modelo computacional	71
4.3 Form-finding definitivo: a dança	72
4.4 Produção	76



5. MODELOS AUTORAIS	80
5.1 Luminárias de mesa: A113 e T-Rex	82
5.2 Luminárias de teto: DISCO	90
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	108
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110



1.INTRODUÇÃO



“Turn thinking \rightarrow doing”

Olafur Eliasson

1.1 Escolha do tema

A opção por explorar o design de luminárias surgiu, de certa forma, naturalmente, tendo em vista os caminhos percorridos de 2017 até aqui, desde o diverso repertório adquirido através de exercícios destinados a sensibilizar à riquíssima e inesca-pável visão integrada que potencializa o fazer projetual, até os trabalhos apresentados em disciplinas mais especiali-zadas, cursadas durante o intercâmbio na Universidade de Nottingham.

Muito do que há de fascinante na atividade dos projetis-tas reside na habilidade de – não apenas – inovar, mas de encontrar soluções criativas e eficientes para materializar suas ideias em elementos esteticamente belos e funcionais.

Com efeito, esse processo instigante se dá nas mais diversas escalas, do puxador da gaveta à volumetria do arranha-céu. No contexto deste trabalho final, que se desenvolveu durante nove meses, a escolha de seguir pela escala dos objetos, ao invés de propor um projeto arquitetônico, cumpre o papel de equilibrar a proposta de profunda investigação formal-volu-métrica à necessidade de fabricação em tamanho real.

Por que, então, luminárias? Do ponto de vista da Arquitetu-ra, as luminárias tem papel de destaque, talvez até mesmo precedente ao da mobília e da marcenaria. Nas palavras de Michele de Lucchi (2003)¹, as luminárias-objetos ajudam a **criar microambientes** (MAB-FAAP, 2004, p. 224).

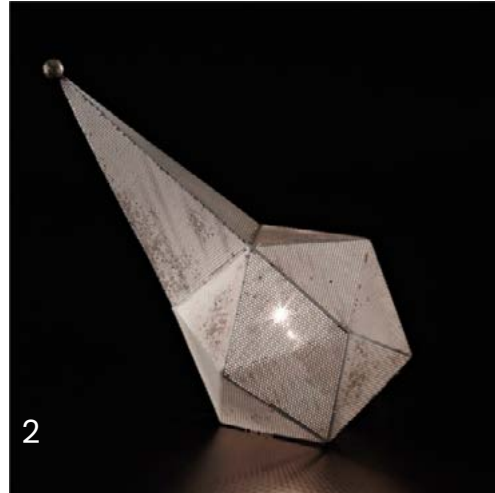
A maneira como a luz interage com determinado espaço cons-truído tem relação direta com a percepção dos ocupantes, e isso significa interferir desde em questões mais essenciais, como o **conforto ambiental, até ao nível de bem-estar** exper-imentado no ambiente.

A qualidade que qualquer espaço proporciona ao bom de-sempenho das tarefas a que se destina resulta, de forma clara, de um bom projeto de iluminação. “Quando nossa percepção diz respeito à caracterização do espaço, à sensação por ele causada, dois fatores mostram-se fundamentais – iluminân-cia e cores” (GONÇALVES, VIANA, 2003).

Nesse sentido, pode-se dizer que o domínio sobre os elementos fundamentais da iluminação proporciona ao arquiteto a oportunidade de **projetar espaços mais confortáveis, efi-cientes, agradáveis** e – por que não – **emocionantes**.

¹ Entrevista de Michele de Lucchi concedida em 2003, publicada no catálogo da Exposição Iluminar: Design da Luz 1920-2004, do Museu de Arte Brasileira da Fundação Armando Álvares Penteado.





1 Pierre Guariche: Equilibrium (fonte: Phillips auctioners); 2 Mathieu Mategót: Bagdad (fonte: Phillips auctioners); 3 Verner Panton: Spiral SP3 (fonte: Phillips auctioners); 4 Gae Aulenti: Pipistrello (fonte: Finnish Design Shop);

Na perspectiva do Design de objeto, o “desenho de luminárias é uma atividade a tal ponto particular que alguns designers tem consagrado a ela sua vida inteira” (CORRÉAD; VIGNON, 2003 *in* MAB-FAAP, 2004), como o fizeram, por exemplo, Gino Sarfatti e Ingo Maurer.

Como “objetos-máquina”, as luminárias têm sua história e a própria essência indissolavelmente integradas à da sociedade industrial, da qual somos herdeiros diretos. Nesse sentido, sua participação inequívoca na experiência humana desde o fim do século XIX foi marcada por processos de ressignificação e descobertas, continuamente despertando na contemporaneidade fascínio e instigação.

Em suma, as luminárias proporcionam vasto espaço de livre **investigação de forma e materialidade**, em torno de um elemento tão presente em todos os espaços onde a vida acontece.

Em razão da sua **escala** e certo grau de **simplicidade programática**, descortinam um rol imenso de possibilidades conceituais a explorar, além da tão almejada prototipagem, que é pilar fundamental deste trabalho.



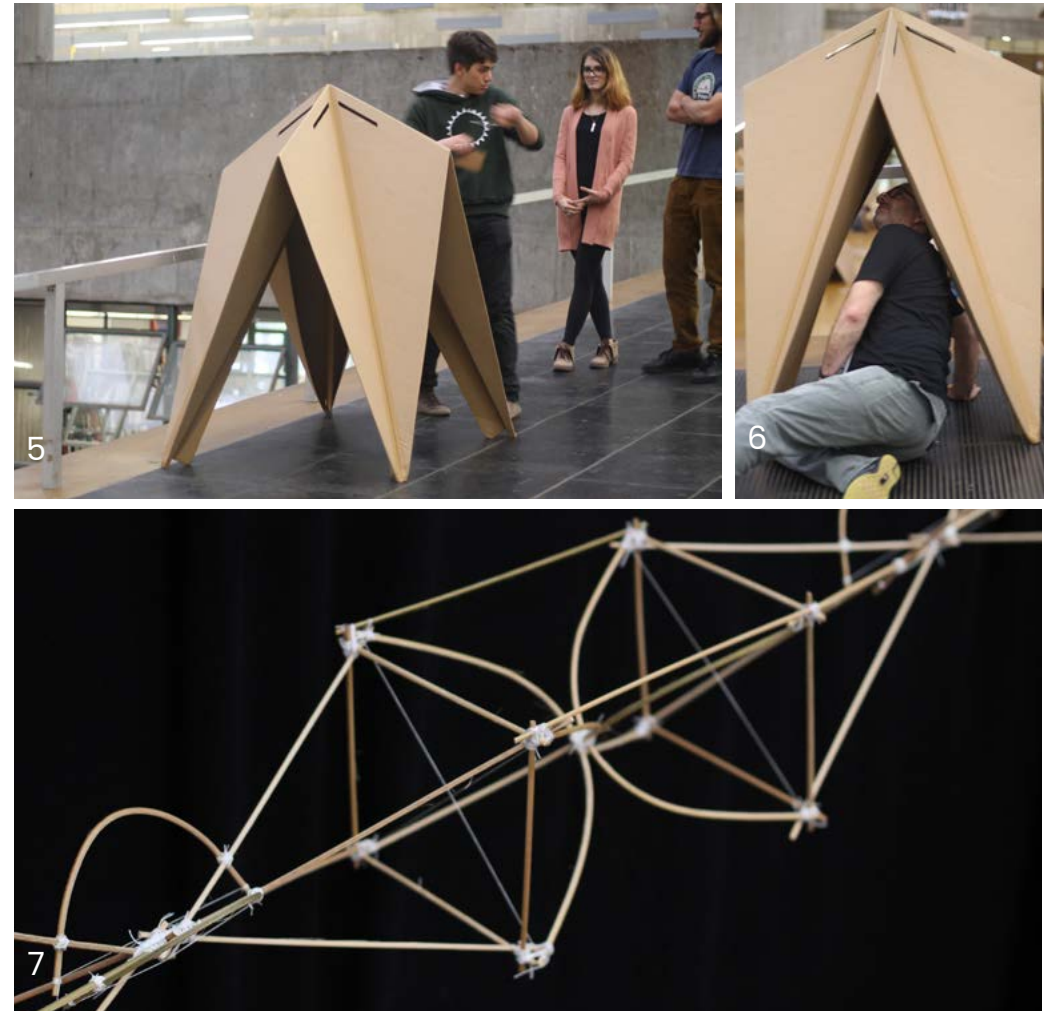
1.2 Experiências anteriores

Este TFG é, de certa forma, o resultado de todas as experiências vivenciadas ao longo da graduação. Há três marcos importantes, no entanto, que se destacam deste percurso, em razão da relação direta com a abordagem deste trabalho e as motivações fundamentais que o sustentam.

A disciplina **AUP0446 (Design do Objeto)**, oferecida no terceiro semestre do curso, convida o aluno a trabalhar em íntimo contato com diferentes materialidades. Os exercícios iniciais (invólucro, habitáculo e ponte) demandam várias iterações no manuseio dos materiais, de modo a cumprir requisitos mínimos de **desempenho com as materialidades obtidas**.

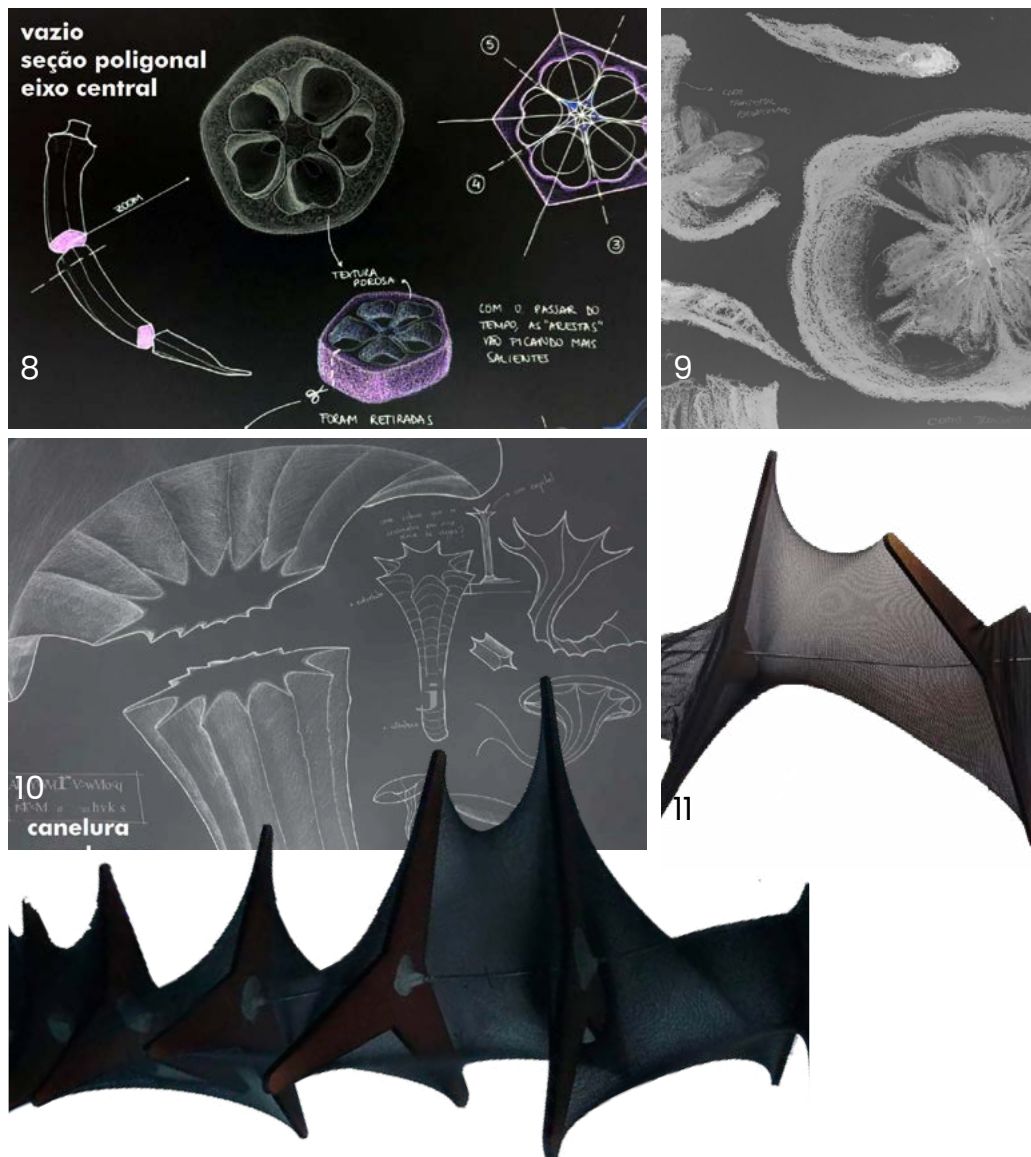
É uma das primeiras disciplinas que tem na **experimentação física e na prototipagem** a essência do processo, em contraste a disciplinas de projeto de arquitetura, nas quais o fazer concreto reside na concepção de maquetes de estudo.

O exercício final de *Design do Objeto* é o momento, efetivamente, da criação de um novo objeto. Sem requisitos funcionais quaisquer, exigidos na apresentação da proposta, os alunos tem liberdade de enveredar por uma miríade de caminhos de **exploração material, formal e sensorial**, cada equipe assumindo maior ou menor compromisso com alguma



5 e 6: *Habitáculo* (2018); 7: *Ponte* (2018). Fonte: acervo da disciplina AUP0446 no Google Drive.





Imagens 8, 9 e 10: Estudos dos elementos naturais; Imagem 11: Tentáculo em execução, com destaque aos pontos de tensão (acima) e tentáculo finalizado (abaixo). Fonte: acervo do autor.

função específica que, porventura, o objeto venha a desempenhar. Esse processo oferece espaço aos questionamentos próprios do esforço de concepção de um objeto totalmente original. Nesse sentido, as aulas discutem desde técnicas práticas de experimentação com os materiais à sutileza da formação das ideias, a partir de materialidades distintas, e oferecem suporte para aquilo que é, para a maioria dos alunos, a primeira experiência de desenho de um objeto.

No exercício final, em 2018, o grupo do qual eu fiz parte desenvolveu **Tentáculo 120**. Embora desprendido de função específica a priori, **Tentáculo** propiciou um importante esforço de investigação formal, a partir de elementos da natureza (pimenta, lula, quiabo e shimeji). Prática recorrente e inteligente no Design, a **Biomimética** permite enriquecer o repertório de soluções a partir da releitura de formas-estruturas da natureza, e da compreensão de sistemas e princípios que organizam, e acompanham a evolução, destes seres vivos.

A estrutura em estrela, da lula e da pimenta, encontrada também em outros elementos, foi reproduzida em conceito nas peças de MDF, unidas por um arame contínuo ao longo de todo o comprimento. Esse esqueleto, foi, então, revestido por um tecido preto fino, que conferiu ao objeto sua definição enquanto volume no espaço, e expressou áreas de **tensão material e visual** nos contatos entre a “pele” externa e a estrutura central.



Além da referência formal, o objeto expressa, por meio de seu volume e texturas, qualidades que remetem aos elementos naturais estudados. Vale notar que a partir dele não é difícil imaginar intervenções de modo a torná-lo uma luminária decorativa, por exemplo, afinal ele já contava com uma estrutura rígida, e suportes para a(s) fonte(s) de luz, além do tecido servindo como um **abat-jour**².

A disciplina seguinte, **AUP0448 (Arquitetura e Indústria)**, do quinto semestre do curso da FAUUSP, debruça-se sobre a concepção de soluções práticas passíveis de serem aplicadas no contexto do desenho industrial. Apesar de os projetos desenvolvidos serem da escala da Arquitetura, o foco se dirige para a proposta de soluções específicas do contexto do artefato industrial, de modo a garantir o desempenho estrutural e a fácil montagem do produto criado.

Antes de criar sua própria estrutura, os estudantes devem reproduzir (digital e fisicamente) soluções existentes de projetos consagrados. Meu grupo, na ocasião, dedicou-se a estudar o IKEA Better Shelter. O esforço de reproduzir, sem o acesso a fontes originais confiáveis, uma das peças elementares da estrutura, nos deu uma nova dimensão sobre as complexidades e o nível de sofisticação que podem estar contidos na concepção de uma única peça metálica.

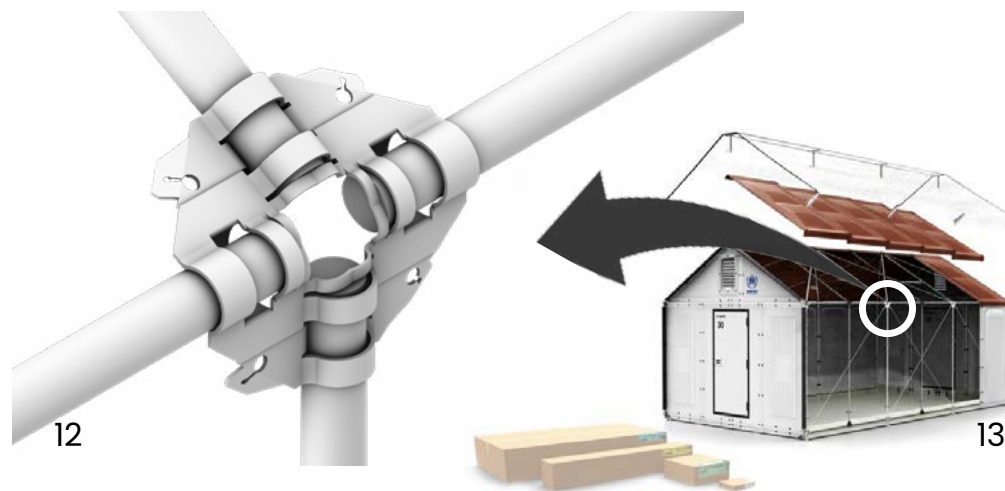


Imagem 12: Peça de junção reproduzida digitalmente (fonte: o autor); Imagem 13: Tentáculo em execução, com destaque aos pontos de tensão (acima) e tentáculo finalizado (abaixo). Indicação da peça no conjunto da estrutura do Better Shelter. Fonte da imagem de base: <https://www.dezeen.com/2017/04/27/ikea-unhcr-refugee-better-shelter-redesign-safety-fears-flaws/>, acesso em dezembro/2022

Para o projeto final, foram criadas soluções específicas que nos demandaram atenção para a tarefa de garantir que o objeto fosse desmontável, de modo a caber em caminhões VUC. Nesse processo, pode-se dizer que tal experiência acrescentou um nítido interesse no campo do desenho industrial, que culminaria na escolha do tema do presente TFG.

2 Expressão aparece no texto de 1985 intitulado *O pesadelo de Edison*, de autoria de Ingo Maurer, que compõe o catálogo da exposição *Iluminar: Design da Luz 1920-2004*, (MAB-FAAP, 2004). “Abat jour!” teria sido insistentemente repetida pelo pai da lâmpada durante o sono e, segundo conta a anedota, o episódio foi responsável por sensibilizar Edison à necessidade de “matar o dia”, ocultar de alguma forma a fonte luminosa para reduzir a intensidade da luz. Este conceito fundamental de abajur será central para a construção da abordagem de *Cadenza*.



Durante o intercâmbio na Universidade de Nottingham (Reino Unido), a disciplina **ABEE4007 (Design Fabrication)** despertou, por sua vez, interesse profundo na exploração de técnicas diversas de fabricação digital. Os prazos dinâmicos daquele curso obrigaram, naturalmente, a busca de **soluções bastante práticas do ponto de vista da execução**, sem que isso representasse prejuízo às qualidades estéticas ou à funcionalidade.

O projeto desenvolvido foi uma **peça conectora impressa em PLA** utilizada para montagem de pequenas vigas a 45°. Apesar de ser um protótipo em escala reduzida (devido ao tamanho da impressora 3D disponível), cumpre destacar, no processo de desenvolvimento da proposta, o interesse pelos aspectos estéticos, além do bom desempenho da forma. Todas as experiências citadas tem em comum a curiosidade crescente e insistente sobre o design de soluções, na escala dos objetos.

Desenhos inteligentes para encaixes, soluções precisas para usos criativos de texturas e cores, articulação ágil e produtiva das decisões de projeto, alinhadas com as variadas técnicas de fabricação, e recursos para execução, disponíveis.

Resumidamente, o que moveu meu aprendizado nestas experiências acadêmicas foi a busca pelo domínio técnico, e a consolidação de repertório necessário para equilibrar a relação entre o efeito desejado e o resultado alcançado.

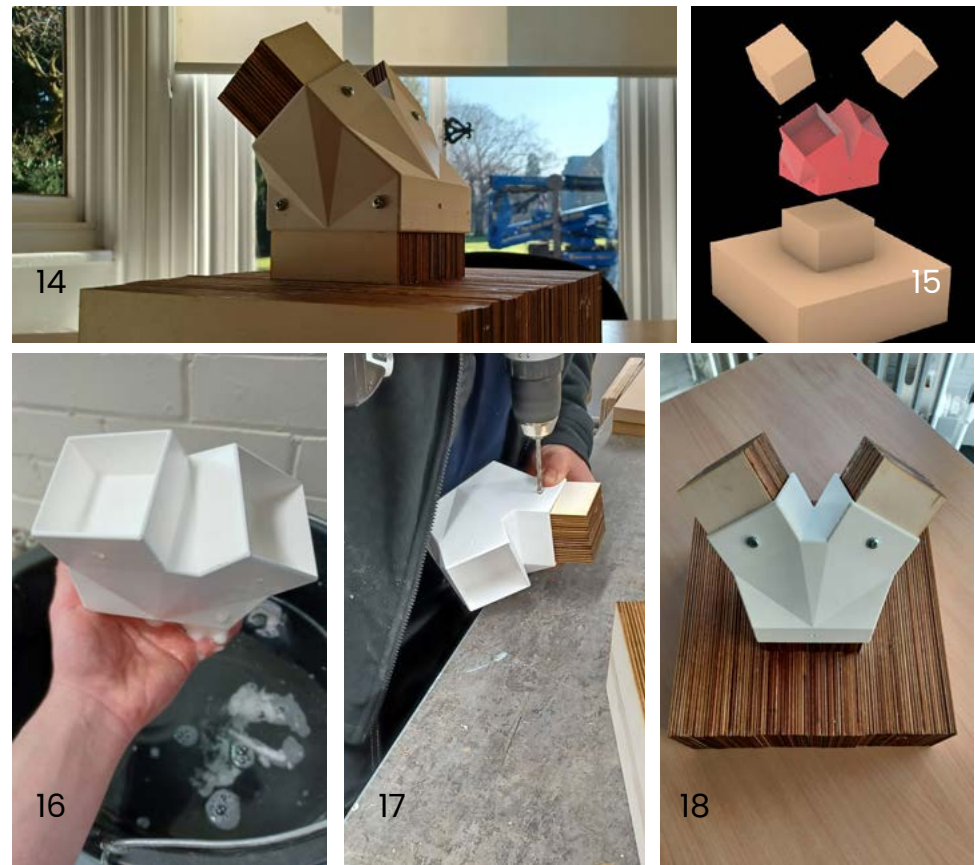


Imagem 14: peça conectora; imagem 15: modelo computacional com visão “explodia”; imagem 16: limpeza da peça após impressão para remoção do PVC de suporte; imagem 17: instalação e fixação com os parafusos; imagem 18: peça conectora finalizada e instalada.

Fonte: o autor.



1.3 Experimentação como processo de projeto

Em **O artífice**, Richard Sennet discorre a respeito do papel da experimentação, posicionando-se em contraponto à visão de David Hume sobre este. É verdade que este trabalho acolhe e se fundamenta sobre a ideia, introduzida por Hume, de que “tropeçar no inesperado” soma ao processo de projeto. Entretanto, a observação de Sennet é, em si, inescapável.

O autor argumenta que a mente do artífice funciona de maneira diferente, no sentido de que “**práticas específicas preparam o terreno**” onde se pode tropeçar. Com efeito, a experimentação apenas se justifica quando balizada por critérios claramente definidos (embora em nenhuma hipótese rígidos), desde o início.

Em sendo este TFG também um trabalho de pesquisa, é natural que haja descobertas ao longo do processo e que elas informem as etapas seguintes, em um ciclo espiral ascendente. Como demonstrado em maiores detalhes adiante neste caderno, o **processo investigativo** foi incessantemente moldado e adaptado à luz das novas descobertas e caminhos que se descortinaram a partir da própria investigação.

Existe, portanto, um paralelo importante entre a abordagem investigativa mais próxima à forma do método científico e a experimentação livre. Esta é balizada por critérios definidos, mas traz em sua essência o espaço do exercício da intuição, apontada por Sennet (2008, p. 213) como um dos elementos que molda a imaginação do artífice, ou seja, a criatividade do designer.

O valor da curiosidade (neste contexto entendida como a intuição mencionada por Sennet) é igualmente central no processo artístico do dinamarquês **Olafur Eliasson**, no qual, segundo Madeleine Grynsztejn (2007, p. 26), é constante a **exploração e a experimentação**. A autora acrescenta: “sua abordagem fundamental ao fazer artístico não é declarativa, mas especulativa; em vez de assumir uma postura específica, ele segue sua curiosidade em um processo de atenta investigação que faz voar faíscas intelectuais e emocionais” (tradução livre).

Corroboram essas reflexões as abordagens de vários designers de substantiva referência a este trabalho. Nas orientações aos alunos da **AUP0446**, por exemplo, o professor **Giorgio Giorgi** demonstrou a riqueza de possibilidades investigativas de forma-estrutura com materiais tão acessíveis e familiares quanto papel.



Não só a escolha da materialidade a ser trabalhada, mas a sensibilidade do designer é fundamental para que, **ao intervir após “dialogar” com o material**, produza resultados sintéticos, elegantes e que atendam ao propósito e aos efeitos almejados.

A respeito do papel, o projetista Ingo Maurer o considera perfeito para compor suspensões, por ser “duro e macio ao mesmo tempo” (MAB-FAAP, 2004, p. 148). Todos os designers trazidos como referências de destaque neste trabalho expressam muito claramente em suas obras a relação íntima de **domínio da materialidade com seus objetos finais**, explorando diversas famílias de materiais e realizando combinações com objetivos claros a respeito dos efeitos a serem alcançados.



Imagem 19: Experimentações da linha de luminárias Willydily, na oficina de Ingo Maurer. Fonte: www.ingo-maurer.com (acesso em dezembro/2022).



2.REFLEXÕES



Light Space Modulator, de Moholy-Nagy. Fonte da imagem de base: <https://curious.com/curios/11236#date> (acesso em dezembro/2022).

**“Die Hand ist
das Fenster zum Geist”**

2.1 A Mão

“A mão é a janela da mente.”

Essa sintética frase atribuída a Immanuel Kant contribui para ilustrar a estrutura que este trabalho adotou e aprimorou ao longo do seu desenvolvimento. A partir dela, enfatiza-se o papel, nada banal, que essa parte do corpo assume na criação, na manipulação do mundo tal qual se apresenta, e também na forma como interfere na matéria.

Neste trabalho, a metonímia se expande para outros membros do corpo, o que será mais elaborado adiante. Entretanto, a ideia central se mantém. **Cadenza** traz um olhar sobre o corpo humano em si como meio mais direto de irradiação e materialização das ideias e sensações sobre o espaço, ou seja, é **a partir da ação corpórea**, que se dá a transformação desses elementos abstratos em matéria inteligível.

Não convém ignorar o olhar sobre a mão a partir da expressividade característica que confere aos objetos. Segundo Stephanie D’Alessandro (Art Institute of Chicago, 2016) o envolvimento do espectador (ou, no caso das luminárias, também usuário) com **qualidades típicas do fazer manual** permite uma experiência mais “íntima” e “direta”, relações qualitativas de atenção especial no desenvolvimento de **Cadenza**.

Embora fortemente ligado à fabricação digital, é imprescindível a integração de técnicas manuais, embasada na abordagem **high-low**, detalhada adiante neste caderno.

Sennet (2008, p. 120) convenientemente destaca que, entre todos os membros humanos, as mãos são capazes dos mais variados movimentos, que **podem ser controlados “at will”** (a bel-prazer). O autor complementa a reflexão lembrando o papel da mão na própria evolução humana enquanto espécie, dado o entendimento da ciência de que tanto a mobilidade, quanto às várias formas de segurar e manipular objetos, além do próprio tato, **afetam a maneira como pensamos**.

A partir daí, se constrói a imagem clara e instigante da relação dialética entre a ação das mãos (operando o design) e as ideias e soluções aplicadas ao fazer projetual. É esse processo de retroalimentação constante que constitui as bases metodológicas deste trabalho, melhor detalhadas adiante.

A visão da mão como a **escala natural do corpo** merece também ser explicitada. Uma das sete ***lamps of beauty*** de Ruskin (SENNET, 2008, p. 115) é a da beleza. Segundo ele, a beleza – o britânico explica – pode ser mais facilmente encontrada no detalhe (***the ornament-hand-sized beauty***), do



que no design em sua totalidade. Sendo a mão o meio de comunicação primário do projetista, ao manipular qualquer material, ela cumpre o papel de **convocar a sensibilidade aos detalhes**, desde a investigação e familiarização com o material aos ajustes finais de qualquer obra.

Para além do tátil, essa sensibilidade contamina o plano intelectual do processo, informando decisões importantes mesmo na etapa computacional. Hoje, a exemplo da abordagem *high-low*, utiliza-se substancialmente o arsenal digital. A experimentação em essência (a linha mestra) é, no entanto, conduzida por traço fluido à mão.

2.2 A Luz

Como se pode apreender da literatura, a ação das mãos esteve intimamente ligada à luz. Desde as novas perspectivas conhecidas com o advento do fogo na pré-história às sofisticadas técnicas dos pintores impressionistas do século XIX.

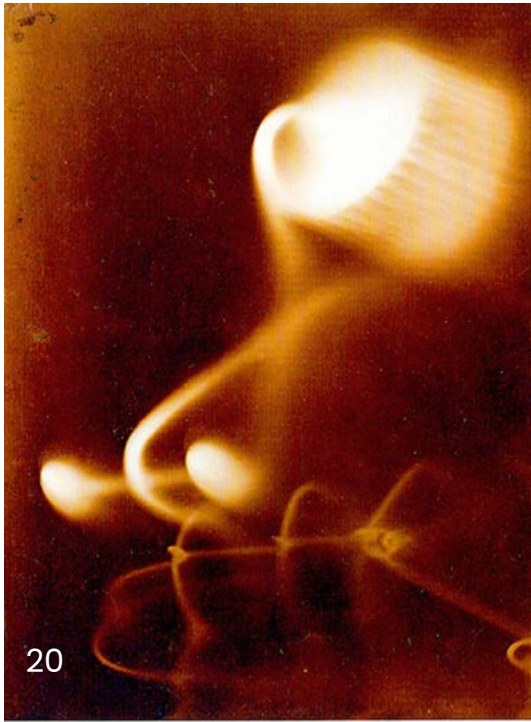
Sob a perspectiva histórica, o aprimoramento na **domesticação da luz**, “potência elétrica, força telúrica que fascina e amedronta” (MAB-FAAP, 2004) levou a mudanças na sua relação com o fazer artístico em suas diversas frentes.

Do ponto de vista prático e funcional, a lâmpada proporcionou liberdade inclusive sobre o modo de orientar os ateliês, tornando desnecessário voltar as janelas ao norte para garantir iluminação uniforme, embora mais fraca, como ocorria nos países do norte da Europa, porque havia os tubos fluorescentes ou de neon.

A partir dessa visão mais objetiva, **Marshall McLuhan** (1964) avança a ponto de observar que luz e força elétricas eliminam os fatores tempo e espaço, mas são muitas vezes separadas dos seus usos (TV, comunicações, iluminação artificial em suas inúmeras aplicações).

Pode-se dizer que o advento da luz elétrica descortina uma nova frente de exploração artística, e seu protagonismo ganha materialidades diversas através do amplo rol de técnicas desenvolvidas, principalmente no início do século XX. Um exemplo por excelência é o dos fotogramas de Moholy-Nagy. Os fotogramas precisam da luz elétrica para serem produzidos pois são “produtos” obtidos no laboratório, quando se sensibiliza papel fotográfico com luz branca, projetada através dos **elementos que “desenham” a imagem**.





20



21



22

Imagem 20: Fotograma fgm_422 (Moholy-Nagy, 1923) ; imagem 21: Fotograma fgm_426 (Moholy-Nagy, 1931). Fonte: Moholy-Nagy Foundation. imagem 22: Letreiros luminosos em Fremont Street (Las Vegas, 1952). Fonte: ArchDaily

“The electric light is pure information.” (McLUHAN, 1964). McLuhan chama atenção a essa qualidade tão substantiva da luz em contraponto à sua percepção muitas vezes como apenas um meio, a exemplo de sua aplicação em neon nos letreiros das grandes cidades ocidentais a meados do século XX. O autor aprofunda seu raciocínio ao afirmar que as atividades humanas, como uma “cirurgia ou jogo de baseball são o conteúdo da luz elétrica, porque só existem graças a ela” (McLUHAN, 1964). **Os fotogramas de Moholy, inclusive, só existem graças a ela.**

O valor desta provocação está em dizer que o **conteúdo** (as atividades humanas, no caso) nos cega para o **meio em si** (a luz). Antes de ser meio, no entanto, a luz é, em si, conteúdo, ou seja, informação. A luz é, segundo McLuhan, o meio que **“molda e controla a forma e a escala”** da associação e ação humanas.

Projetar luminárias é, portanto, se aventurar na manipulação desse elemento tão singular e influenciar, por consequência, não só o espaço material, como também **níveis diversos de percepção subjetiva**. Vale completar essa reflexão com a afirmação de Michele de Lucchi: **“Luz é vida e ao mesmo tempo tecnologia”** (MAB-FAAP, 2004, p. 52).

Por outro lado, o designer também lembra que “uma luminária apagada é [...] como uma noite que não cede lugar ao dia. É quando está apagada que sua presença como objeto se torna mais marcante” (MAB-FAAP, 2004, p. 222).



É importante enfatizar que a luz “influi profunda e diretamente no humor, e nos **toca de modo muito emocional**. Manipulá-la, portanto, nunca é anódino” (CORRÉARD; VIGNON *in* MAB-FAAP, 2004, p. 52). Nesse sentido, tratar a luz como informação pura, antes de ser mero suporte à reprodução de efeitos diversos (de comunicação tanto verbal quanto não verbal), é o que dá origem à ideia de **usinar a luz**, expressão atribuída ao professor Giorgio Giorgi, segundo mencionado informalmente pelo professor Adriano de Luca . Corrobora essa abordagem a noção de corpo, uma **dimensão tangível conferida à luz**, tão necessária na visão do designer Olafur Eliasson (2012).

Usinar a luz, quase tal como se fizesse a um material sólido, é parte fundamental do processo de projeto adotado neste trabalho. Essa abordagem permite investigar diferentes aspectos do comportamento da luz, com maior liberdade, além de aproximar a noção de **consciência do material** (SENNET, 2008) à experimentação desenvolvida. Este olhar proporciona exploração da “materialidade” da luz, a qual assume posição protagonista no processo e inclusive contribui para a definição das premissas básicas do projeto final.

A partir do raciocínio de Olafur Eliasson (2012, p. 68), cumpre elucidar que, tal qual as obras de arte, os **objetos não são estáticos**. Sua existência – neste caso específico, a das luminárias – se dá em múltiplas relações instáveis que dependem tanto do contexto onde são instaladas quanto das respostas à sua presença, por parte dos usuários. Aspecto bastante rico do fenômeno do design da luz, as **sombras** ilustram de maneira interessante essa relação.

As sombras podem ser tratadas através de diversos prismas no projeto de uma luminária. Suas **qualidades tonais**, por exemplo, podem exercer mais ou menos destaque em detrimento da percepção, enquanto **volume** que se projeta no espaço. Este trabalho, portanto, buscou **equacionar esses dois potenciais aspectos** no projeto final. Segundo Olafur (2012, p. 68), as obras de arte, e por extensão, as luminárias são sistemas experimentais e as experiências que promovem se baseiam para além da obra em si, em uma qualidade **ativada** pelos usuários.

O artista acrescenta (2012, p. 69), sobre a concepção do espaço estático e claramente definível, a compreensão de que este passa a ser insustentável e indesejável. É nessa lógica que se fundamenta a **premissa de interatividade** no projeto, de tal sorte que os usuários possam exercer relação mais direta nos efeitos produzidos pelo objeto.

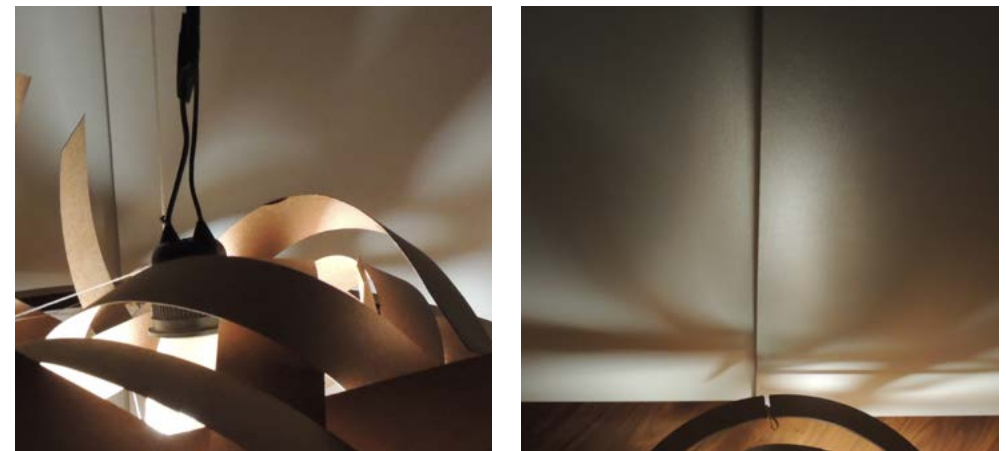


Imagem 23: Estudos de projeção de sombras. Fonte: o autor.



2.3 Forma (orgânica)

“Art Nouveau presented a refreshing, modern solution that broke the stranglehold of established traditions and offered **exciting new forms of expression**”. (MILLER, 2004)

A investigação da materialidade está entre as principais motivações deste trabalho, o qual representa um campo de experimentação especialmente dedicado a ela. A escala do objeto permite maior liberdade em oposição à rigidez imposta pelo programa de um projeto arquitetônico. Nesse sentido, o aspecto formal em **Cadenza** orbita o campo das formas orgânicas e da biomimética, buscando declaradamente atributos instigantes e característicos desse universo.

Por tratar de iluminação elétrica, **Cadenza** encontra no Art Nouveau a principal referência de integração entre formas orgânicas e desenhos de instigante tensão visual ao projeto de luminárias. Com efeito, é nesse contexto da segunda metade do século XIX que germinam todas as **rupturas do século XX**. Por isso, se justifica, neste TFG, um olhar direto ao Art Nouveau para embasar a perspectiva histórica que subsidia o projeto em questão.

Inequivocamente conectada com as novas tecnologias da indústria e os liceus de artes e ofícios, a produção deste período incorpora os valores discutidos até aqui, integrando uma forte **consciência do material com as inovações tecnológicas**.

É, de certa maneira, para onde convergem Ruskin, Edison e todos os designers que os sucederam na sociedade industrial. Para além do aspecto visual, buscar os atributos do Art Nouveau alimenta significativamente a dimensão sensorial do projeto. Como bem observam Eliel, Vail e Witkovsky a respeito da obra de Moholy-Nagy, “o biomorfismo sugere uma fusão escultural da arte com o design a uma experiência sensorial imediata” (The Art Institute of Chicago, 2016, p.17).

É interessante notar a identificação do material principal deste trabalho – a Luz – com a **fluidez e plasticidade** das formas orgânicas, evidenciadas nos seus variados efeitos. A obra do artista húngaro incorporou aceleradamente “curvas e distorções de vários tipos [...], notadamente nas formas elípticas” dos Fotogramas da fase-Chicago (The Art Institute of Chicago, 2016).





Para além de atender a uma notável inquietação que impulsiona este trabalho, a exploração do orgânico é, também, uma escolha que permite **forte identificação com a própria luz** e seus fenômenos.

A respeito da forma no Art Nouveau, Miller (2004, p. 17) aponta que várias obras ecoaram a “assimetria arrebatadora, as curvas e os **movimentos oscilantes encontrados na natureza**”. Destaca também que até hoje se mantém identificado com o movimento “o motivo da mulher lírica com cabelos longos e esvoaçantes”.

Apesar de apropriada de maneiras diferentes após seu desenvolvimento na França e Bélgica (MILLER, 2004, p. 18), a linha sinuosa se estabelece como um fio condutor entre as produções do período.

Imagem 24: Monograma de Moholy-Nagy. Partes do corpo incorporadas como elementos do design. Fonte: Moholy-Nagy Foundation (moholy-nagy.org/photograms/).



Segundo Miller, a natureza como fonte de inspiração para o Art Nouveau foi se ressignificando. Formas naturais eram torcidas e moduladas em formas “quixotescas e com apelo peculiar.” Mais adiante, no século XX, se aprimora a ideia de biomimética.

Em **Analogías arquitectura animal**, Bahamón e Pérez (2007) destacam, no entanto, que a análise da anatomia e morfologia dos animais, para posterior materialização em utensílios, ferramentas e estruturas, acompanha o ser humano desde os tempos mais primitivos até a complexa organização socio-cultural dos dias de hoje.

Cumprе apontar que a biomimética não é o único meio de desenho de estruturas orgânicas. A matemática também avançou no sentido de permitir rica exploração no campo da **geometria espacial**. Uma das referências de projeto, ilustrada adiante neste caderno (**Unsolid**, da equipe de Mauro del Santo), baseia-se essencialmente em fórmulas matemáticas para desenvolver a forma final.

O destaque ao natural visa a sustentar a argumentação do processo de form-finding desenvolvido em **Cadenza**, lastreado essencialmente no corpo humano. A matemática, nesse contexto, é coadjuvante, embora indispensável para os próprios processos tecnológicos que tornam este trabalho possível.



25



26

Imagem 25 Luminária de mesa (W.A.S Benson, 1900). Fonte: MILLER, 2004, p. 95.

Imagem 26: Vaso com borda franzida. Fonte: MILLER, 2004, p. 86.



O Art Nouveau é sobretudo, **dinâmico**. **Cadenza** tem como objetivo incorporar e manifestar, ainda que com adaptação, muitos dos atributos que marcam as obras produzidas no contexto daquele movimento artístico, notadamente: **assimetria harmônica, tensão suave, curvaturas e desmaterialização das formas**.

O que chamamos assimetria harmônica é representada de forma bastante eloquente em estruturas espaciais, como as célebres coberturas dos acessos do metrô parisiense e as volutas nos guarda-corpos das escadas. Também nos motivos bidimensionais (de parede e piso) se encontram formas assimétricas e tensionadas.

Ao buscar essas formas, é fundamental garantir a harmonia a partir da elaboração de uma lógica clara por trás da concepção geométrica. É esse esforço de garantir que **cada elemento seja parte do todo** o responsável por manter a coerência do design.

Imagens 27 e 28: Acessos do metrô de Paris. Simetria na visão frontal contraposta ao marcante movimento dos elementos da estrutura em sua totalidade. Fonte: <https://www.conexaoparis.com.br/metro-de-paris-historia/> e [gabrielekalmbach.de](https://www.gabrielekalmbach.de), respectivamente (acesso em dezembro/2022).



As curvas marcantes dos *coups de fouet* são representativas da tensão significativa, porém suavizada das curvaturas no Art Nouveau. Nesse sentido, **Cadenza** visa a manter os **elementos curvos** que respeitem a **lógica organizadora** do projeto, ao mesmo tempo em que busca imprimir a tensão devida, de modo a produzir formas interessantes.

Por fim, a desmaterialização representada pelos componentes delgados e de desenho fluido é um atributo explorado neste trabalho, que ganha clareza com a inclusão da obra de Meda e Rizzatto entre as referências. Sua luminária **Titania** (notadamente a versão que leva aletas coloridas) incorpora o elemento cromático à desmaterialização e fragmentação do elemento de controle da luz.

As aletas de material translúcido e disponíveis em cores diferentes compõem um todo contínuo, percebido como um **volume coeso**, ainda que se possam identificar as peças.

Imagem 29: Varanda com guarda-corpo metálico. Fonte: <https://moholy-nagy.org/photograms/>.

Imagem 30: Varanda com guarda-corpo metálico e motivos florais característicos do Art Nouveau na parede. Fonte: *The World Art Nouveau* (Facebook).

Imagem 31: *Zodiac, La Plume*, do artista Alphonse Mucha. Fonte: MILLER, 2004, p. 210.

Imagem 32: Escadas do Petit Palais. Contraste harmônico entre formas robustas e elementos delgados no guarda-corpo. Fonte: <https://live.apto.vc/estilos-arquiteticos-art-nouveau/> (acesso em dezembro/2022).

Imagem 33: Escadaria do Hotel Tassel. Destaque à expressividade e assimetria das linhas curvas. Fonte: <https://live.apto.vc/estilos-arquiteticos-art-nouveau/> (acesso em dezembro/2022).



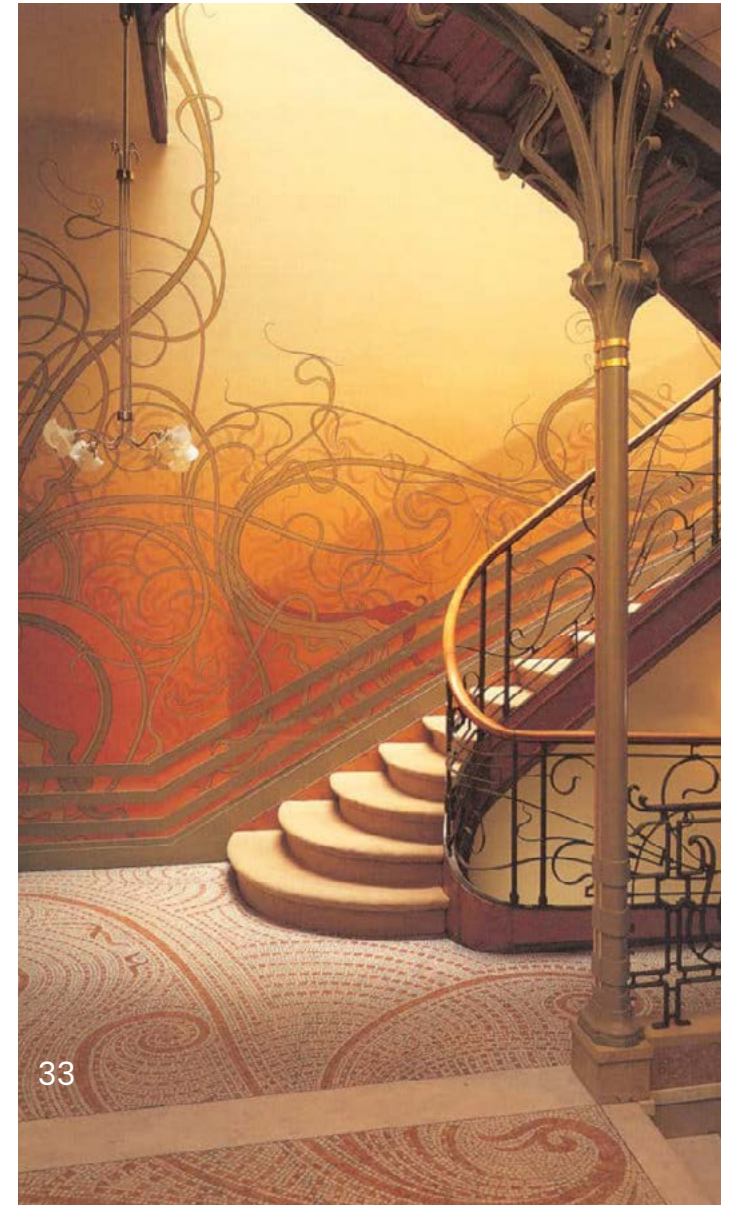
29







32



33



2.4 O projeto de luminárias: referências

“A luz (significa para mim) **conhecimento, prazer, calor...**” declarou Ingo Maurer em entrevista em 1985 (MAB-FAAP, 2004).

Na busca por reproduzir nos níveis mais sutis as sensações destacadas por Maurer, o projeto de uma luminária deve dispendar muito cuidado em relação ao **abajur**. Tal qual no ambiente construído, a relação entre o dentro e fora é extremamente importante à escala deste tipo de objeto. A intensidade e a cor da luz variam de acordo com o clima (efeito direto da latitude), e se percebe um desejo de “**reproduzir internamente as condições do externo**” (Marie-Laure Jousset, in MAB-FAAP, 2004).

A francesa menciona, ainda (MAB-FAAP, p. 12), nos países do norte da Europa, **velas** (fontes de luz múltiplas e fracas, porém criam espaço íntimo, acalentador), e abajures translúcidos feitos com **materiais naturais**.

A partir do advento da lâmpada elétrica pelas mãos de Thomas Edison em 1879, logo se fez necessário criar um elemento que cumprisse essa **transição** entre a fonte de luz

e o ambiente iluminado. Como coloca Maurer (MAB-FAAP, 2004), “talvez tenha sido realmente necessário **domar a luz**, torná-la mais suave...”

É nesse sentido que se afirma o conceito de **abat-jour** (*abater o dia*, ou nesse caso, a luz), o qual aparece em uma anedota a respeito de um pesadelo de Edison, que o teria levado a tal percepção. De qualquer forma, o abajur assume papel de destaque na medida em que se torna a principal parte do corpo da maioria das luminárias. **Cadenza** acolhe a máxima de que “todos os objetos, até os mais racionais, **desencadeiam sentimentos**”, dentro da condição de que as pessoas tem “sede de beleza e harmonia” (MAB-FAAP, 2004).

Um abajur, nessa perspectiva, pode servir de “tela sobre a qual projetamos nossas emoções, e por que não, o *Zeitgeist*”, como bem aponta Ingo Maurer (MAB-FAAP, 2004). O grande desafio aos desenhistas de luminárias, segundo Corrêard e Vignon (MAB-FAAP, 2004) é **mostrar a luz e esconder a fonte**. A partir dessa premissa, colocam-se inúmeras soluções de design possíveis, a depender do efeito esperado e das técnicas disponíveis.



O dinamarquês Poul Henningsen (1894-1967), por exemplo, consagrou a esse desafio a maior parte de sua produção. Sua abordagem envolvia “fragmentar a luz de uma única fonte central por intermédio de uma miríade de **elementos minúsculos que a dicotomizam**”. (MAB-FAAP, 2004)

É dentro do infinito universo de soluções viáveis que o alerta do designer alemão Kostantin Grcic se faz tão coerente. O projetista estabelece um **contraponto** fundamental à **noção utilitária** (Philippe Starck ecoando as ideias de Malraux) do Design: **conceber objetos os mais simples possíveis, mas nunca mais simples que isso**. (MAB-FAAP, 2004, p. 57).

A esse respeito, Michele de Lucchi avalia que, “a verdadeira contribuição do design à indústria de hoje é, sem dúvida, oferecer uma razão para a criação de um novo objeto que não seja simplesmente uma razão comercial” (MAB-FAAP, p. 233). Essa reflexão do designer italiano desperta interesse na incorporação do **ready-made** neste trabalho, aprofundando o diálogo com o **desenho industrial** e com a abordagem de muitas vanguardas do século XX, hoje ressignificadas no nicho de mercado dos produtos *do-it-yourself* (faça você mesmo).

Em razão da disponibilidade finita de ferramentas e tempo para execução, a escolha de peças prontas acessíveis no mercado foi essencial para a execução dos protótipos.



2.4.1 Fernando Prado



As luminárias da família **Bossa 22** (imagens 34 e 35) tem como aspecto marcante o mecanismo de regulagem da posição da cúpula em relação à fonte. O formato curvo da estrutura que abriga a lâmpada confere, por si só, efeitos potentes sobre a luz e sua distribuição no entorno imediato. É exemplo nítido do equilíbrio entre esconder a fonte, sem, no entanto, eliminar por completo sua expressividade, e **mostrar a luz**.

Além dos traços curvos e da interatividade, aspectos buscados em **Cadenza**, a particularidade da orientação principal da luz (para cima, e não para o plano de trabalho) encontrará paralelo nos modelos resultantes deste trabalho.

O destaque às luminárias **Mobi** se dá pelo sucesso na incorporação de diferentes materialidades em uma mesma família, sem qualquer prejuízo à identificação dos aspectos elementares entre os diferentes exemplares. Apesar da clara semelhança, o produto da imagem 37 sugere mais massa e aspereza, enquanto 36 parece significativamente mais leve e lisa.

Imagens 34 e 35: Luminária Bossa. Destaque ao mecanismo de ajuste da altura e efeitos de sombra que dele resultam Fonte: fernandopradodesign.com. Imagens 36 e 37: Luminária Mobi. Diferentes materialidades e cores. Fonte: fernandopradodesign.com



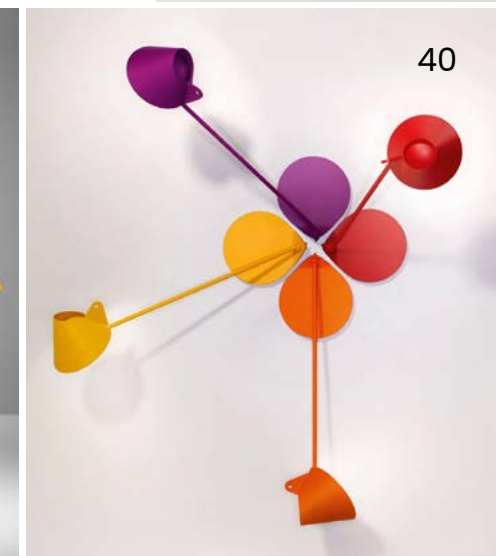
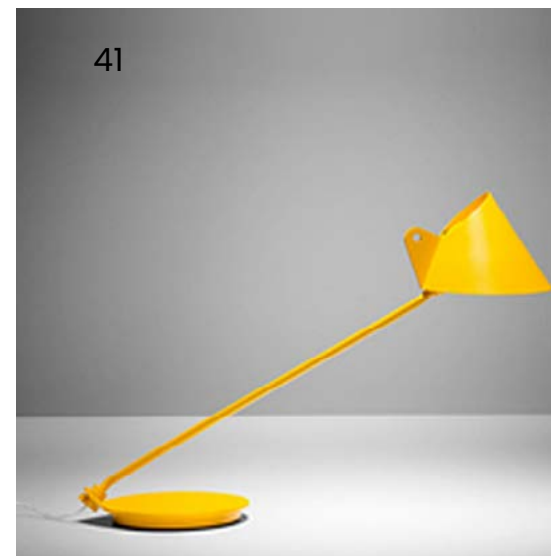
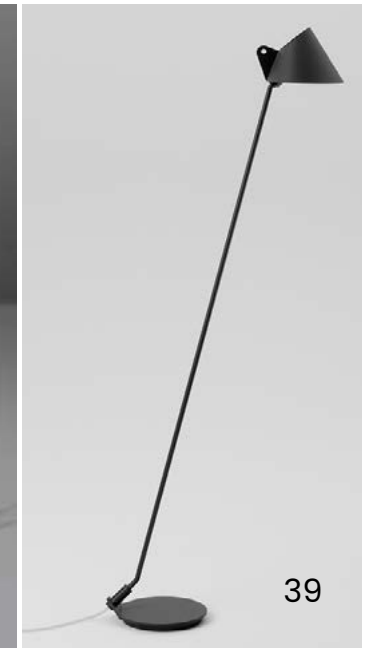
2.4.2 Giorgio Giorgi

O marcado rasante da luminária **Ginga** expressa de maneira eloquente um atributo almejado em **Cadenza**. Em consonância com a tensão mencionada anteriormente, o objeto tem no próprio nome afinidade com um dos pilares deste trabalho. Afinal, o método proposto e detalhado adiante constrói-se necessariamente no movimento do corpo, na dança.

Além do elemento cromático, os exemplares de mesa e piso manifestam a linguagem comum, apresentando as variações proporcionais necessárias para o bom desempenho às respectivas demandas. Outro aspecto a considerar é o acabamento conferido pelo metal pintado, bastante alinhado com a ideia – pode-se dizer – da necessidade de “criar objetos tão simples possível, mas não mais que isso”. Elegante, coesa e sintética, Ginga é expressão de um raciocínio projetual fluente e de pleno domínio técnico.

O destaque à Floppy lettura se dá em razão, principalmente, das proporções do desenho. Com uma base robusta e cúpula discreta, a luminária cumpre com seu desempenho funcional e articula materialidades diversas. Além disso, as frestas da estrutura que abriga a fonte luminosa servirá de inspiração para os modelos de mesa em **Cadenza**.

Imagens 38, 39, 40 e 41: Modelos de mesa e piso da Luminária Ginga (Giorgio Giorgi e Fabio Falanghe). Fonte: respectivamente, casavogue.globo.com, Lumini ([lojavirtual.lumini](http://lojavirtual.lumini.com)), Lumini (Facebook), <http://arquicarolina.com/>





42



43



44



45

Imagem 42: Luminária Sidecar Floppy Lettura (Giorgio Giorgi e Fabio Falanghe).

Imagem 43: Detalhe da articulação. Materiais poliméricos com perfil tubular metálico flexível.

Imagem 44: Detalhe do suporte. Integração de elementos retangulares (acionamento e vão central) e as formas cilíndricas e cônicas.

Imagem 45: Detalhe do abrigo da lâmpada. Destaque à fresta que permite vaziar a luz. Fonte: catawiki.com (acesso dezembro/2022)



2.4.3 Ingo Maurer



Imagem 46: Porca Miseria! (Ingo Maurer). Fonte: moma.org

Imagem 47: Porca Miseria! (Ingo Maurer) com simulação de reflexo projetado.

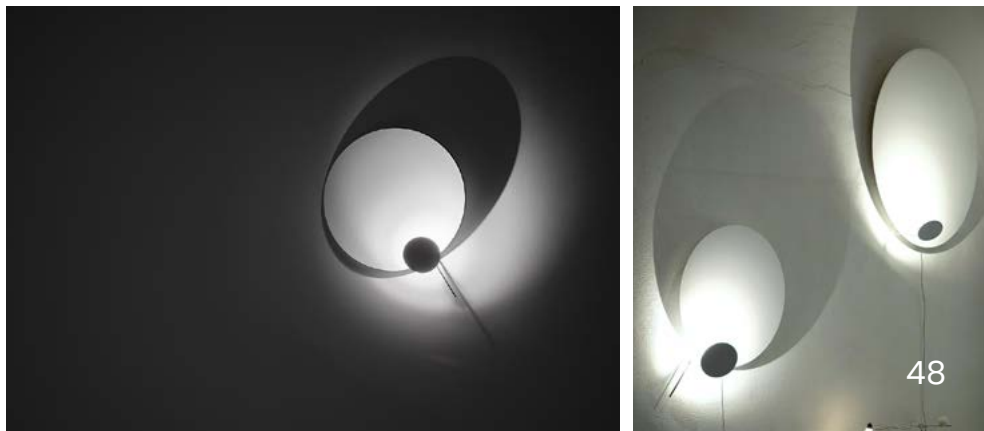
Fonte: fasiluminacao.com.br

Imagem 48: Eclipse Ellipse. Fonte: ingo-maurer.com

Imagens 49 e 50: Willydilly (Ingo Maurer) com simulação de sombra projetado.

Fonte: ingo-maurer.com

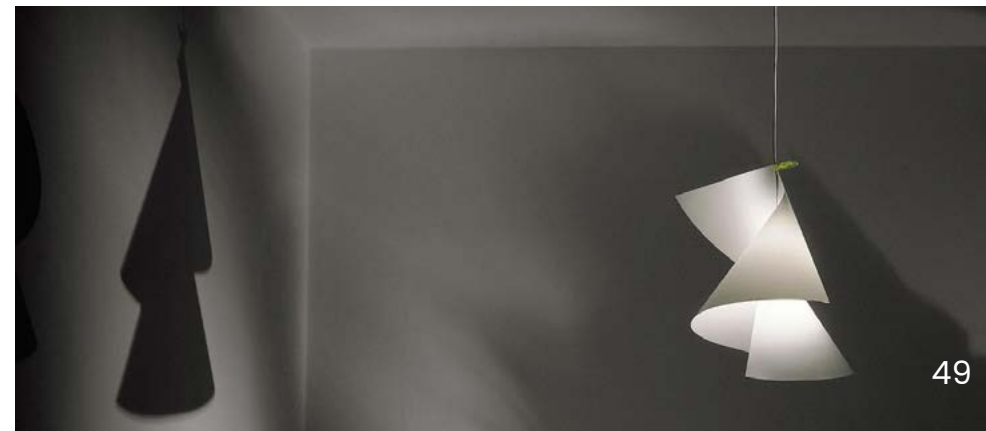




O principal aspecto que chama atenção em **Porca miseria!** é a ideia de caos absoluto. A composição cria a impressão de uma explosão, congelada em um único instante, na iminência de se concretizar a qualquer momento. Qualidades muito importantes, também notadas em Ellipse (imagem 48) é a das sombras marcadas do objeto em si ou no entorno mais imediato.

Ellipse ganha destaque por sua concisão e convite à interação, facilitada pelo design inteligente e sintético. As suspensões Willydilly atestam o apreço de Maurer pela experimentação com papel, uma vez que sua própria forma deriva das respostas do material à manipulação do artista.

As três famílias manifestam, em maior ou menor grau, a atenção do projeto às sombras projetadas, ponto importante em **Cadenza**



2.4.4 Mathieu Matégot

A seleção de projetos de Matégot reforça o interesse, sim, no desenho das sombras projetadas, mas confere destaque ao fenômeno da fragmentação da luz. Enquanto **Santiago** reproduz traços do Light Modulator de Moholy-Nagy, por exemplo, usando tal fragmentação para criar projeções mais definidas, **Satellite** se vale do mesmo recurso para desmaterializar a fonte.

A luminária da imagem 52 não oculta completamente a lâmpada por meio de superfícies contínuas e opacas. Em vez disso, garante a apreensão do volume do abajur por uma espécie de malha densa, que permite a passagem da luz mas acaba por borrar os contornos da lâmpada.

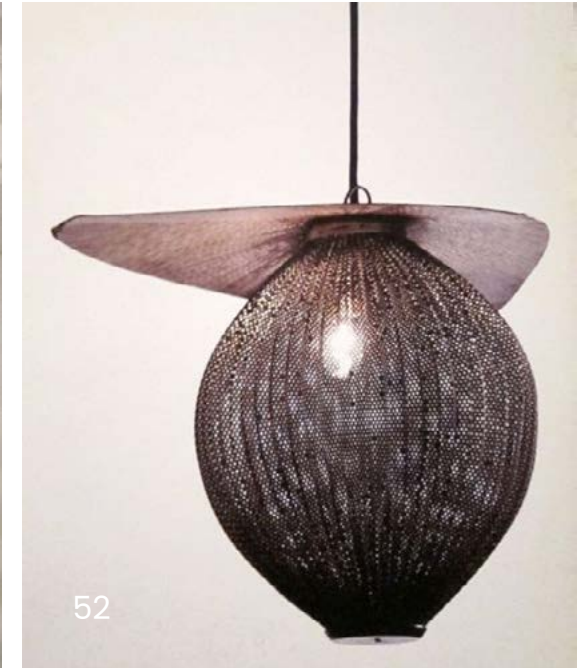


Imagem 51: Santiago (1954). Fonte: mondo-blog.blogspot.com (acesso em dezembro/2022).

Imagem 52: Satellite (1953). Fonte: mondo-blog.blogspot.com (acesso em dezembro/2022).



2.4.5 Mauro del Santo

Os designer italiano demonstra através da linha de luminárias UnSolid o uso habilidoso da matemática na criação de elementos orgânicos. Com a mesma materialidade e princípios construtivos, a aplicação de diferentes fórmulas matemáticas consegue gerar formas bastante diversas.

Embora haja clara semelhança entre os modelos, nota-se a nítida diferença de movimento sugerida pelos volumes. Ao passo que Math One mantém uma ideia de gravidade mais densa e um campo de atração, Math Two expressa expansão, ou um campo magnético repulsivo. O esforço de interlocução entre a linguagem matemática e as sensações subjetivas abstratas que se buscam encontra ressonância neste trabalho.

Por fim, uma qualidade importante desta seleção está no uso de elementos totalmente planos, o que facilita a racionalização e fabricação dos objetos em sua totalidade, sem prejudicar sua apreensão enquanto volume contínuo.

Imagem 54: UnSolid Math One. Fonte: maurodelsanto.com

Imagem 55: UnSolid Math Two. Fonte: maurodelsanto.com

Imagem 56: UnSolid Math Two instalada. Fonte: maurodelsanto.com

Imagem 57: UnSolid Enneper. Fonte: maurodelsanto.com

Imagem 58: UnSolid Enneper acesa. Fonte: maurodelsanto.com

Imagem 59: Exercício *la forma liquida*. Fonte: maurodelsanto.com (acesso em dezembro/2022).



54



55

41



2.4.6 Michele de Lucchi



Em Sinerpica, de Lucchi equilibra a simplicidade compositi-
va (são basicamente 4 elementos além da lâmpada) com o
desatque a cada um dos elementos com uma cor diferente.

Vale notar também a expressividade da curva ascendente
que, como se buscasse continuar a subida, sustenta o soquete
em ângulo intermediário entre os planos horizontal e vertical.
A valorização da ideia de movimento no design, ainda que
os objetos estejam, de fato, parados, é um dos aspectos que
provoca interesse pelas formas curvas.

Por fim, a fonte diminuta em relação ao objeto completo
indica que a proposta de Sinerpica não tem foco em desem-
penho funcional como iluminação de tarefa, mas sim como a
expressão da luminária como objeto em si.

Imagem 60: Sinerpica (1979). Fonte: collections.vam.ac.uk (acesso em dezembro/2022).



2.4.8 Meda e Rizzatto



A adição das luminárias Titania e Queen Titania, de Meda e Rizzatto, às referências principais de **Cadenza** representa, de certa forma, um ponto de inflexão na investigação formal. O conceito estrutural corrobora o aspecto de desmaterialização abordado nas reflexões sobre Art Nouveau.

Além disso, Titania convida à interação dos usuários e participação destes no design em si, premissa adotada neste TFG.

Imagens 61: Luminária Queen Titania. Fonte: luceplan.com (acesso em dezembro/2022).

Imagens 62: Luminária Titania. Fonte: luceplan.com (acesso em dezembro/2022).



2.4.9 Modelos comerciais diversos





As luminárias da linha **Circus**, com diversas variações dimensionais, proporcionais e, até mesmo, de materialidade, compartilham entre si um movimento característico de retração e expansão, construído a partir de fragmentos soltos e unidos por anéis. Essa estrutura topológica se provaria base promissora para as experimentações e para o design final.

Movimento parecido ocorre em **The Wave** (imagem 69), a qual também expressa elementos de textura marcante. As Luminárias **New Wave** destacam o potencial de variação cromática dentro de um mesmo rol de materialidade e estrutura topológica. Têm como qualidade destacada, ainda, os veios da madeira, com notável efeito sobre a experiência dos usuários em relação ao ambiente.

Os modelos 68 e 70, mais geométricos e fragmentados que os demais despertam interesse sobre a possibilidade de apostar em irregularidades e tensão visual produzida a partir de elementos essencialmente bidimensionais.

Imagens 63 a 67: Luminária Circus. Fonte: etsy.com (acesso em dezembro/2022).

Imagem 68 e 70: *Título desconhecido*. Fonte: etsy.com (acesso em dezembro/2022).

Imagem 69: *The Wave*. Fonte: etsy.com (acesso em dezembro/2022).

Imagem 71: Luminária Circus em materiais e cores variados. Fonte: etsy.com (acesso em dezembro/2022).

Imagens 72 e 75: Luminária New Wave. Fonte: lightingspain.com (acesso em dezembro/2022).

Imagem 73: *Título desconhecido* (Denis Homyakov). Fonte: behance (acesso em dezembro/2022).

Imagem 74: *Título desconhecido* (Denis Homyakov). Fonte: behance (acesso em dezembro/2022).





3. MÉTODO



“The **mind** enlarges its
frame of reference
by *stumbling* on the
unexpected”

Hume

3.1 Reprodução de projetos existentes

A primeira etapa do trabalho se deu a partir da escolha, entre os modelos de interesse, da família de **luminária Circus**, e da reprodução dela em escala real, em MDF. A escolha da Circus foi pautada pelas **oportunidades de experimentação** que oferecia, tendo em vista as variações que estimulava testar.

O esforço de reprodução cumpriu com o objetivo de sensibilizar aos desafios impostos pelo material, bem como permitir analisar o **desempenho estrutural** e aprimorar as soluções de desenho, explorando **encaixes e proporções**, bem como ritmos e frequências que resultaram em distintas materialidades.

Resolvidas as questões estruturais, os primeiros protótipos foram o suporte à experimentação da forma do abajur, da(s) superfície(s) que cumprem a função de “mostrar a luz e esconder a fonte”. Foram realizados cortes em padrões estratégicos no MDF de modo a acomodar diversas combinações de curvas de papel kraft, os quais, em conjunto, induzem à percepção de um volume contínuo.

Além disso, essa experimentação foi motivada por tentativas de materializar os efeitos obtidos com “obstáculos” à passagem da luz, operação que corresponde à ideia de usar a Luz.





Imagem 76: Reprodução de versão da luminária Circus (escala 1:2).

Imagens 77 e 78: Experimentações mais livres em relação ao projeto original, com base na mesma estrutura de MDF (escala 1:2).

Imagem 79: Experimentação utilizando as tiras de papel e um dos anéis da Circus (escala 1:1).

Imagem 80: Experimentação utilizando as tiras de papel e a estrutura da **ponte** (capítulo 1).

Fonte: o autor

A reprodução de modelos existentes no mercado com atributos característicos à linguagem desejada para a família autoral foi parte fundamental do processo. Além de propiciar a valiosa interação com a materialidade, este exercício estabeleceu um campo fundamental de experimentação, no âmbito do qual o encontro com **o inesperado** rendeu ideias importantes.

Agregando ao repertório de raciocínio projetual, essas **ideias foram posteriormente incorporadas** aos protótipos autorais apresentados ao fim deste trabalho. Nota-se que, logo a partir das primeiras experimentações buscando reproduzir releituras próximas à(s) Circus original(is), outras frentes de possibilidades foram investigadas, seguindo a premissa fundadora deste trabalho. A estrutura de investigação ilustrada na imagem 79, por exemplo, não avançou no plano concreto, mas informaria experimentações importantes no modelo computacional e é, portanto, válida na medida em que confere mais robustez ao repertório interno de **Cadenza**.

Vale ressaltar, também, a contribuição deste exercício ao ganho de agilidade na elaboração célere de soluções simples. Isso se evidencia frente à necessidade de elaborar soluções para reproduzir obras existentes, na impossibilidade de acesso a todos os documentos e arquivos de fabricação digital. Por fim, esse esforço de reprodução é importante para antecipar os possíveis desafios de um projeto semelhante.



3.2 Modelo computacional paramétrico

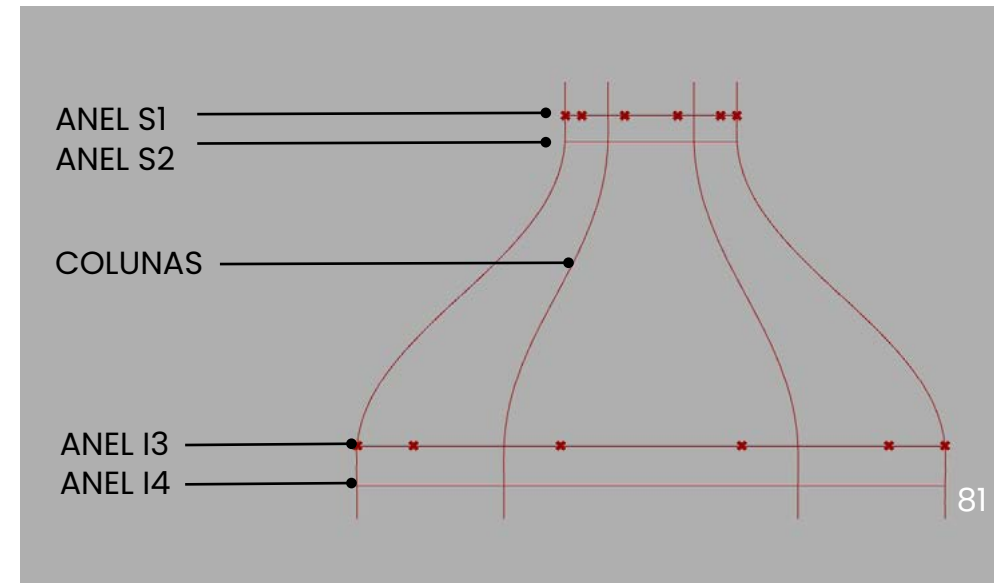
A partir dos aprendizados com a reprodução da Circus e sua muitas derivações, foi desenvolvido um modelo computacional paramétrico conservando a **mesma topologia da luminária**, e tendo vários parâmetros variáveis, como o diâmetro dos anéis internos e externos, bem como suas posições relativas, a frequência e o intervalo com que as lâminas (até esse ponto representadas pelas folhas de kraft nos modelos físicos) se ancoram nos anéis, entre outros.

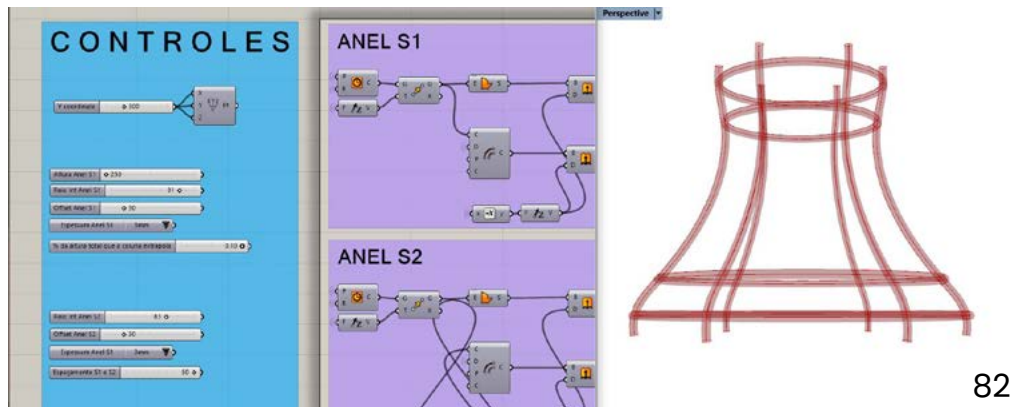
A vantagem do modelo virtual é fornecer um suporte confiável a experimentações adicionais, com destaque ao algoritmo de simulação das sombras. Além disso, ter um arquivo unificado favorece a preparação para a fabricação digital das partes de MDF e, como se definiu posteriormente, de acrílico.

Viando à fácil reprodutibilidade dos modelos, para fins de experimentação e, sob a perspectiva do design industrial, para possibilitar produção em massa, foi definido que todos os elementos estruturais seriam peças planas de MDF. Isso impôs especial atenção aos encaixes e calibragem das suas dimensões, informada pela resposta do material à manipulação.

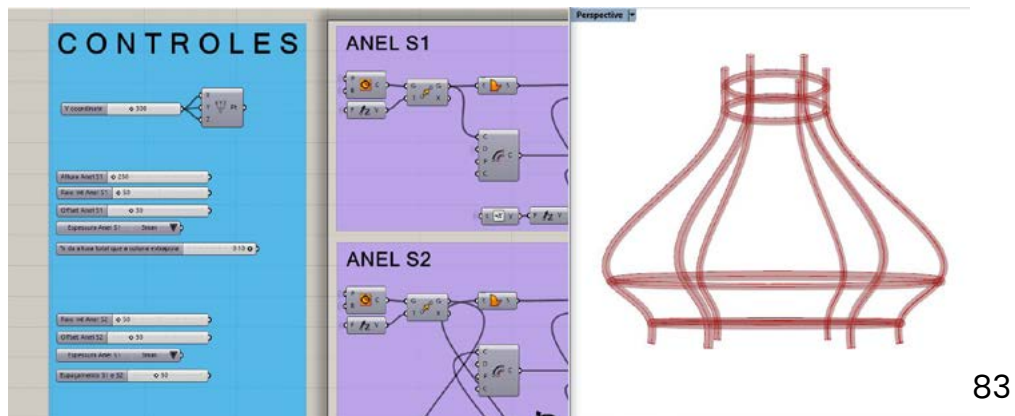
Afinal, uma estrutura desmontável deve garantir o atrito suficiente, sem que haja danificação significativa do material após alguns ciclos de montagem e desmontagem.

O modelo, que incorpora os aprendizados das primeiras experimentações (cujas peças estruturais foram modeladas de forma mais intuitiva), serve tanto como uma base sólida para diversos processos de *form-finding* que fossem eventualmente definidos como uma reprodução suficientemente fiel do aspecto final do objeto em desenvolvimento.

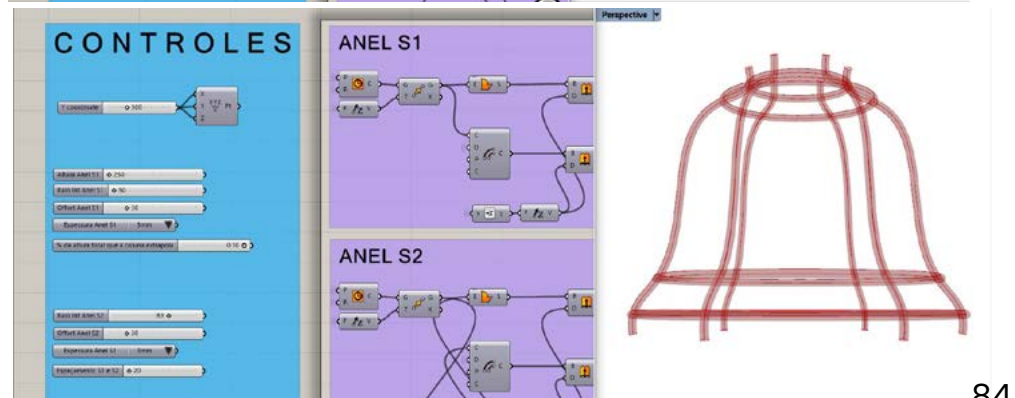




82



83



84



85

Imagem 81 Modelo paramétrico original, desenvolvido com base no esqueleto da Circus
 Imagens 82 a 84: Experimentações mais livres em relação ao projeto original, mantendo a topologia, na busca de formas mais tensionadas.
 Imagem 85: Experimentação com a quantidade de colunas a partir de uma das topologias derivadas. Fonte: o autor



3.3 A dança como *form finding*

Em 1923, Moholy-Nagy “introduziu a ideia de **compor com a luz como um novo meio plástico**. Os efeitos da luz quase sempre se mostram em movimento” (Art Institute of Chicago, 2016, p. 201, tradução livre). Ao longo de toda a sua carreira, o húngaro buscou **materializar a luz** e usá-la para **desmaterializar a matéria**. Para isso, trabalhou com meios que permitiam a ele transformar a luz em **presença mais tangível**, ao manipular os fenômenos de refração, reflexão, espelhamento e produção de sombras, como revelam Barten, Pénichon e Stringari (p.201).

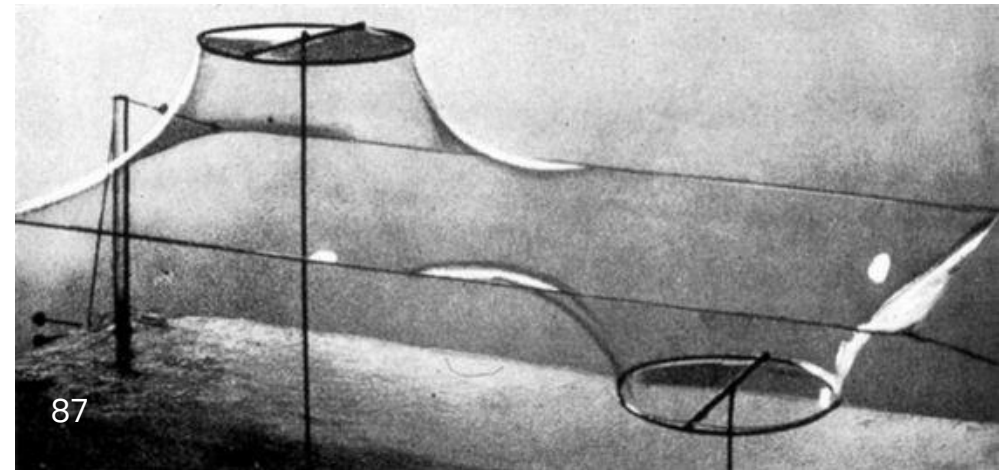
As investigações de Moholy com o fotograma, quando professor na Bauhaus, davam-se buscando a diversidade de possibilidades. Os fotogramas se tornaram registros de performances orquestradas em salas escuras, uma vez que “a foto-sensibilidade maior dos papéis lá utilizados permitiam capturar movimentos rápidos de objetos e luz” (Art Institute of Chicago, 2016).

Imagem 86: Modelo de concepção de Gaudí. Fonte: weebly.com (acesso em dezembro/2022)

Imagens 87: Experimentações de Frei Otto com superfícies mínimas. das bolhas de sabão. Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Frei-Otto-Experimenting-with-Soap-Bubbles_fig2_318103333 (acesso em dezembro/2022)

Imagem 88: Casa Milà (Gaudí) Fonte: Wikipedia

Imagem 89: Pavilhão Alemão da Expo67 (Frei Otto). Fonte: ArchDaily





A partir desta constatação, perguntamo-nos por que não considerar e incluir, também, possibilidades de mudança a partir de performances produzidas pela presença do corpo humano no espaço?

Afinal, as formas captadas nos fotogramas davam origem a motivos na pintura. De forma semelhante, **Cadenza** se vale de **formas instantâneas da dança e as cristaliza nas linhas de força** que fazem o volume das luminárias.

Inspirados no paradigma high-low, sistematizado pelos arquitetos Franklin Lee e Anne Beaurecueil (in BODE; GONÇALVES, 2015), buscamos integrar de forma indissolúvel processos de design generativo (*high-tech*) com a experimentação manual com materiais e “tecnologias muito simples”. O conceito de *form-finding* é comumente associado ao processo de projeto de formas estruturalmente otimizadas a partir do uso de ferramentas e estratégias experimentais.

No contexto do design generativo e das ferramentas computacionais, as mesmas lógicas (que podem ser consideradas *low-tech*) utilizadas por mestres consagrados como **Gaudí e Frei Otto** são reproduzidas digitalmente e largamente aplicadas a projetos de arquitetura e design.

Com a sofisticação das simulações que ampliam a gama de possibilidades e conferem celeridade à experimentação, sem dispensar, evidentemente, a manipulação do material durante o processo, se estabelece sua a dimensão *high-tech*.



No contexto deste Trabalho Final de Graduação, a grande contribuição da tecnologia está em permitir a manipulação da matéria quase como um artesão molda a argila e pode modificar a forma durante a concepção. Com efeito, não há argila real a moldar, mas essa referência fundamenta o método proposto neste trabalho.

À luz das reflexões a respeito do fazer artesanal e do papel da mão (inclusive simbólico) na produção do design, este trabalho assume a expressão corporal em si, como materialidade, como a moldura da investigação formal (o form-finding). Essa decisão ocorre em alinhamento com o anseio em criar objetos que incorporam e expressam qualidades de sensações humanas.

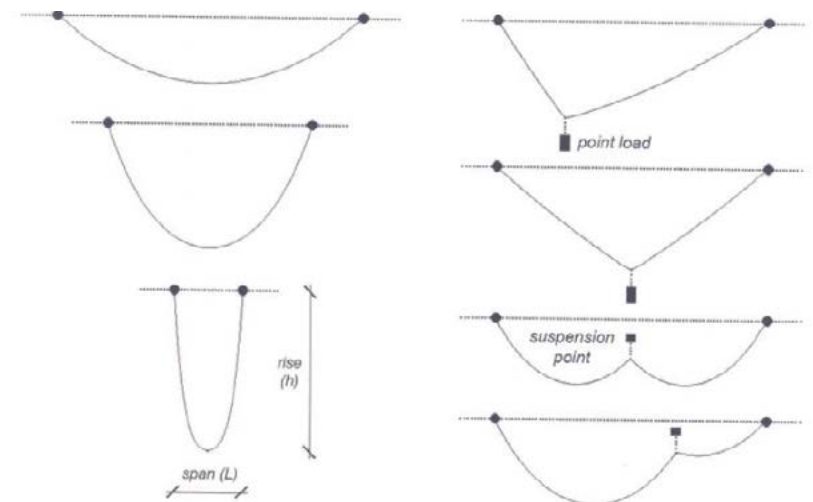
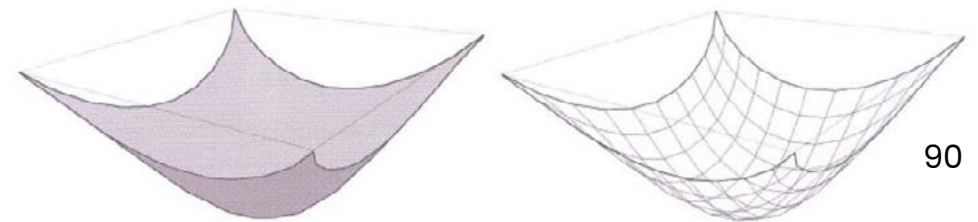
Nesse sentido, um caminho natural para materializar elementos tão abstratos é o registro do corpo humano em diálogo com o ambiente que o envolve.

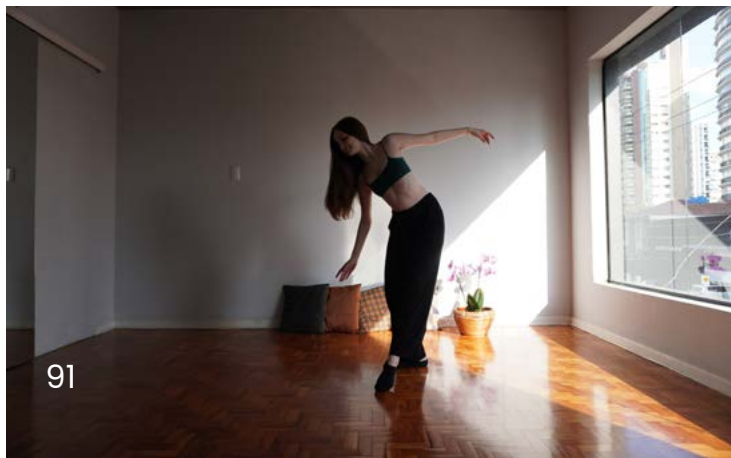
Essa proposta relaciona-se fortemente com o conceito de simultaneous grasp, fundamental para a obra do húngaro Moholy-Nagy, que “usava seu próprio corpo para manipular a luz.

A presença do artista permanece em traços deixados por suas bochechas ou dedos” (Art Institute of Chicago, 2016). Desse conceito deriva a necessidade de capturar os fenômenos em sua íntegra, uma vez que é assim que funciona a percepção humana, o que é aplicado em Cadenza.

A contribuição da dança entra em uma segunda etapa de investigação e fornece os inputs que originam as peças do abajur, ou seja, os elementos que definem a relação entre dentro e fora, que direcionam e coreografam a luz no espaço.

Sobre uma estrutura pré-definida na primeira etapa, foram estabelecidas as referências paramétricas no espaço tridimensional a serem “perturbadas” diretamente pelos movimentos. Nesse sentido, os objetos finais são produto da elaboração do projetista, mas simplesmente não existiriam sem a atuação da bailarina.





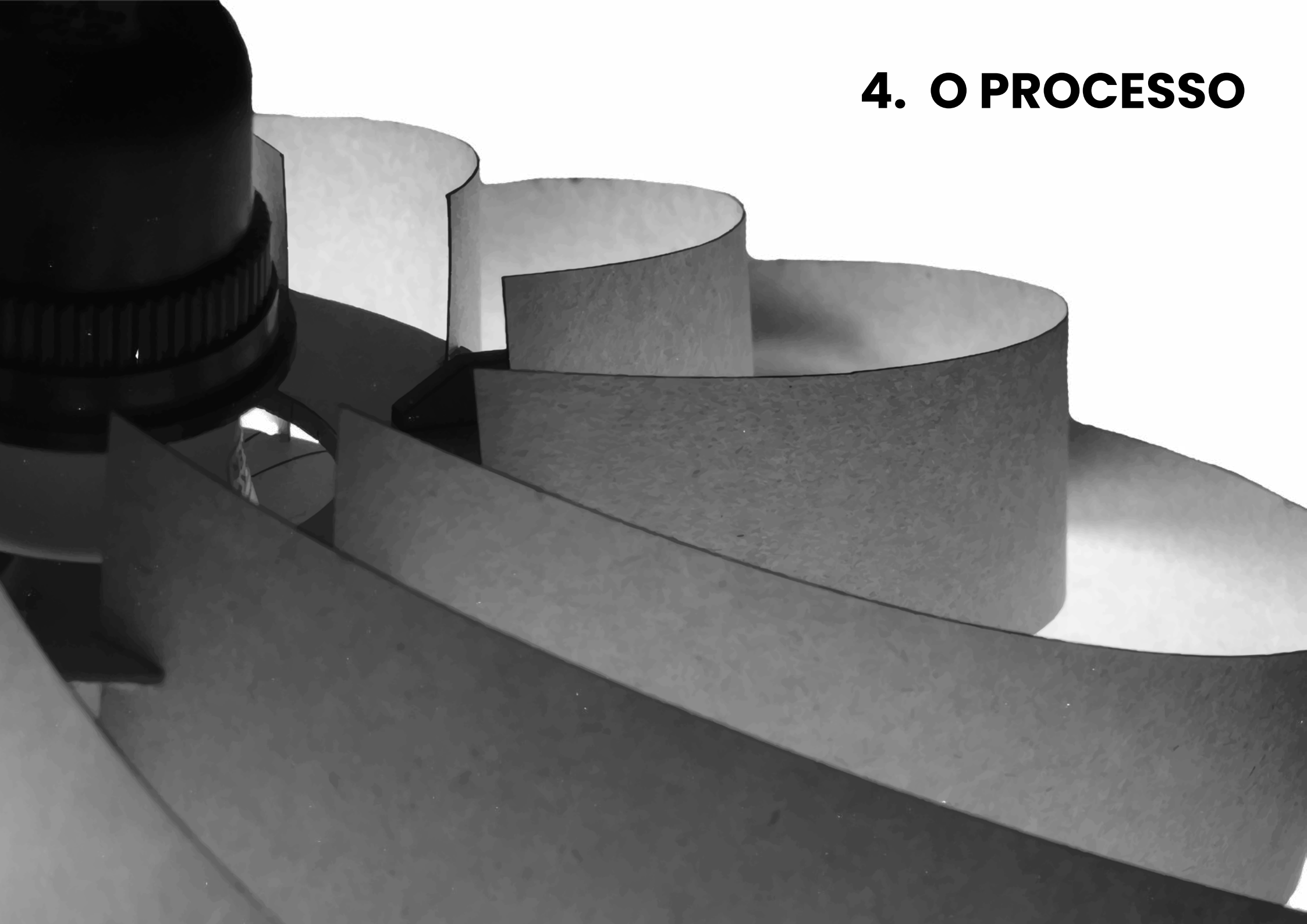
Partindo da escolha da dança como instrumento de investigação, foram desenhadas diversas hipóteses a respeito do desenvolvimento a partir da coleta dos dados. Para propiciar experimentações futuras, optou-se pela captação da dança em sua integralidade. Além dos registros audiovisuais em foto e vídeo, usou-se o Kinect para armazenar as posições de partes específicas do corpo.

Isso permitiu selecionar os frames mais adequados quando fosse definido, mais adiante, os detalhes do processo de *form-finding*.

Imagem 90 Exemplos de estratégias de form-finding. Fonte: researchgate.net/publication/271522160_Digital_Form-finding (acesso em dezembro/2022)

Imagens 91: Sequência de frames da performance da bailarina. Fonte: o autor

4. O PROCESSO



“Complexity that works
is built up of **modules**
that work perfectly,
layered one over the other”

Kevin Kelly

4.1 Experimentação: releituras de projetos existentes

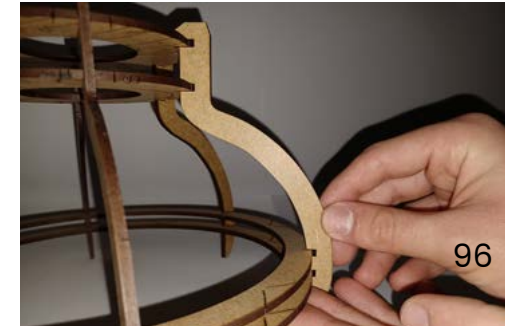
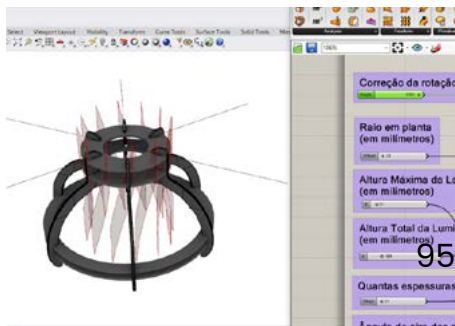
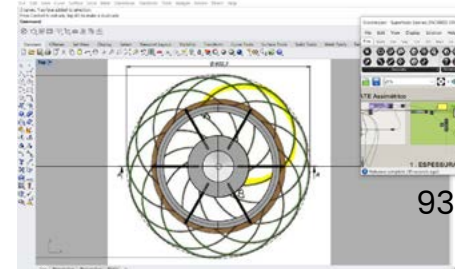
Este capítulo apresenta o registro documental dos exercícios de experimentação em maior detalhe e com considerações aprofundadas, que contribuem à construção do processo até os protótipos finais.

Naturalmente, houve experimentação até na fase de fabricação dos exemplares definitivos. Entretanto, esta se dá em qualidade mais pragmática do que especulativa.

4.1.1 Luminária Circus: estrutura

A primeira tarefa foi definir, de forma semelhante ao processo da AUP0448 (capítulo 1) o desenho da estrutura da cúpula. Com base nas informações disponíveis na internet, foi possível, após alguns testes, chegar a um modelo suficientemente parecido para fabricação por corte laser. Optou-se pelo MDF 3mm em caráter experimental, mas seu bom desempenho nos testes avançados garantiu sua posição como material definitivo.

O primeiro corte apresentava problemas sensíveis. Os anéis contínuos não garantiam estabilidade às colunas, que rotacionavam com facilidade em torno do eixo.



Vale notar que, apesar das lacunas em relação ao desempenho da estrutura, o primeiro modelo já estimula estudo das sombras projetadas (destaque à imagem 92).

Em uma segunda tentativa, foram projetados novos encaixes, com subtração de material tanto nas colunas quanto nos anéis. O material também mudou, mais espesso (6mm). Embora tenha alcançado a rigidez necessária, o peso excessivo (físico e visual) motivou a busca por melhoria na forma de modo a permitir elementos mais delgados.

Ao mesmo tempo, eram pensados os encaixes para as lâminas (ou lamelas, pelo olhar da biomimética). Com o propósito de servir como uma base versátil a diversas experimentações, fabricou-se um anel com múltiplos slots, tanto para peças mais espessas quanto para folhas de kraft, mas apropriadas para uma etapa de experimentação dinâmica e vasta.

Apesar da espessura 0,2mm maior que a folha de kraft, os slots curvos não permitiam a inserção das lâminas, tornando o anel pouco vantajoso. Os testes seguiram, entretanto, em modelos em escala 1:2, dadas as dimensões consideráveis da Circus original (cerca de 30cm de raio no anel inferior maior). Nesses modelos em escala reduzida, foram feitos testes para aferir a espessura ideal aos encaixes do kraft.

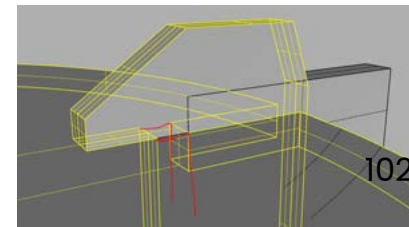
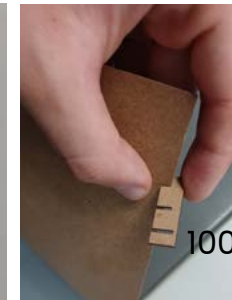
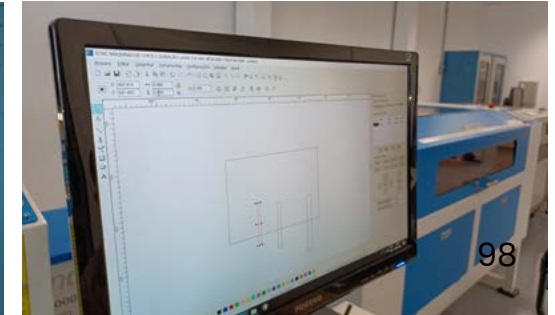


Imagem 91: Preparação para o corte laser

Imagem 92: Primeiro protótipo do esqueleto releitura de Circus.

Imagens 93 e 95: Estudos para ajuste da forma no Grasshopper.

Imagens 94 e 96: Testes dos novos encaixes MDF-MDF (modelo 1:2)

Imagens 97 a 100: Testes de espessura para encaixe das folhas de kraft

Imagem 101: Anel com slots diversos.

Imagens 102 e 103: Estudos dos encaixes MDF-MDF e fabricação de coluna. Fonte: o autor



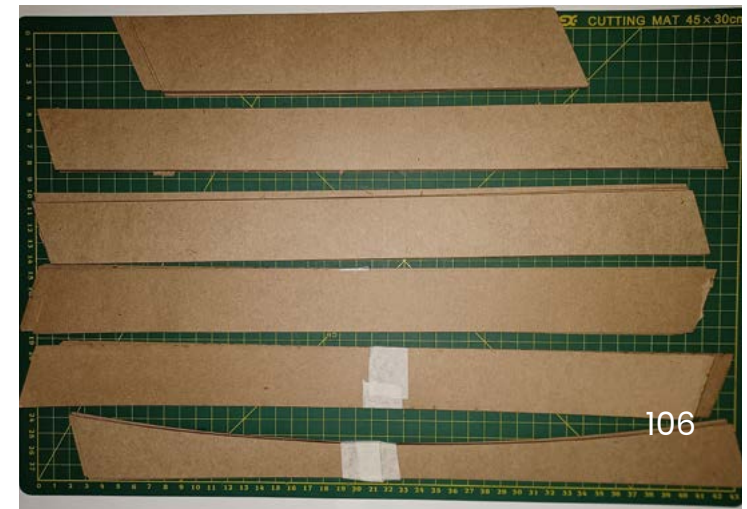
4.1.2 Luminária Circus: lamelas

Para **usinar a luz**, utilizamos os esqueletos em mdf (3 variações) e lâminas de papel kraft (outros 3 grupos, com graus diferentes de variação da largura). O sistema de iluminação consistiu de um soquete E27 e uma lâmpada bulbo LED Black&Decker 15W (temperatura de cor 3000K).



Imagem 104: Primeira reprodução computacional da Circus.

Imagens 105 e 106: Materiais para experimentações com modelo físico. Fonte: o autor



4.1.2.1 Luminária Circus: lamelas na disposição original

Mesmo na disposição original das lamelas, variações como interrupções no ritmo permitem efeitos significativamente diferentes. Vale chamar atenção às sombras projetadas. As imagens a seguir são todas de autoria própria e fazem parte do registro da experiência de usar a luz.



Um ponto importante deste exercício foi o registro da relação entre o arranjo das folhas de kraft e os efeitos produzidos em termos de sombra projetada.

Também se prestou atenção especial à vista inferior de cada composição e ao movimento sugerido pelas peças.







4.1.2.2 Luminária Circus: lamelas na disposição radial

As imagens a seguir são registro das experimentações com anéis de slots radiais. Vale chamar atenção à diferença notável em relação ao grupo anterior.

A disposição radial impôs restrições adicionais no âmbito do material e produziu um novo paradigma formal.





4.1.2.3 Luminária Circus: lamelas espelhadas

As imagens a seguir são registro das experimentações com anéis de slots espelhados. Vale chamar atenção à diferença notável em relação ao grupo anterior à necessidade de produzir cortes nas folhas para acomodá-las na posição almejada .

A disposição em slots espelhados impôs restrições adicionais no âmbito do material e produziu um outro paradigma formal.





4.2 Evolução do modelo computacional

O imaginário geral remete “abajur” a uma estrutura que Bahamón e Pérez (2007), classificariam como tegumento, ou seja, uma estrutura contínua, com graus variados de transparência.

No entanto, o desenrolar das experimentações em Cadenza engendrou a fragmentação em elementos estruturalmente desconectados, mas que permitem apreensão do modelo como um todo coerente, a exemplo da abordagem de Poul Henningsen, que envolvia “fragmentar a luz de uma única fonte central por intermédio de uma miríade de elementos minúsculos que a dicotomizam”. (MAB-FAAP, 2004)

No prisma da biomimética, cabe observar o paralelo entre o papel dos tecidos que encerram do corpo dos animais e o abajur. Enquanto aqueles protegem de agressões externas, o abajur age no sentido oposto. Podem variar em propriedades químicas e respostas de desempenho da materialidade, mas ambos são, em essência, essa superfície de interface.

No contexto das luminárias, essa camada de transição se volta a deixar comunicar fonte e espaço externo, com a proteção conveniente. Conveniente tanto no sentido de produzir os efeitos almejados, quanto de garantir o conforto visual.

As primeiras hipóteses sobre a manipulação dos pontos estruturaram-se no desenvolvimento de um algoritmo baseado em campos magnéticos virtuais gerados em torno dos pontos manipulados pela dança, livremente no espaço.

Embora tenha produzido resultados interessantes, todas as simplificações da forma original visando à fabricação se mostraram demasiadamente custosas em termos de processamento computacional. Isso acabou por consolidar a desmaterialização do abajur, iniciada desde as primeiras experimentações com modelo físico.



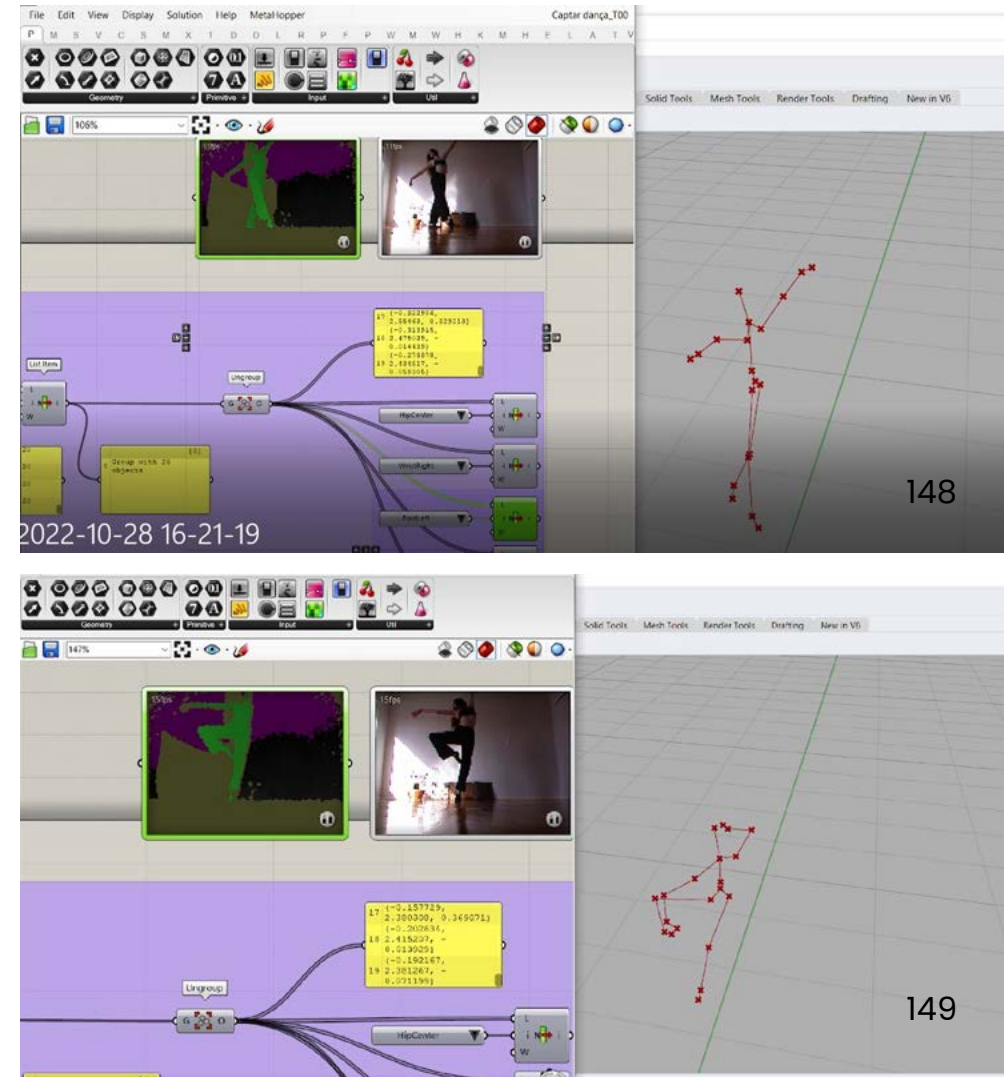
4.3 Form-finding definitivo: a dança

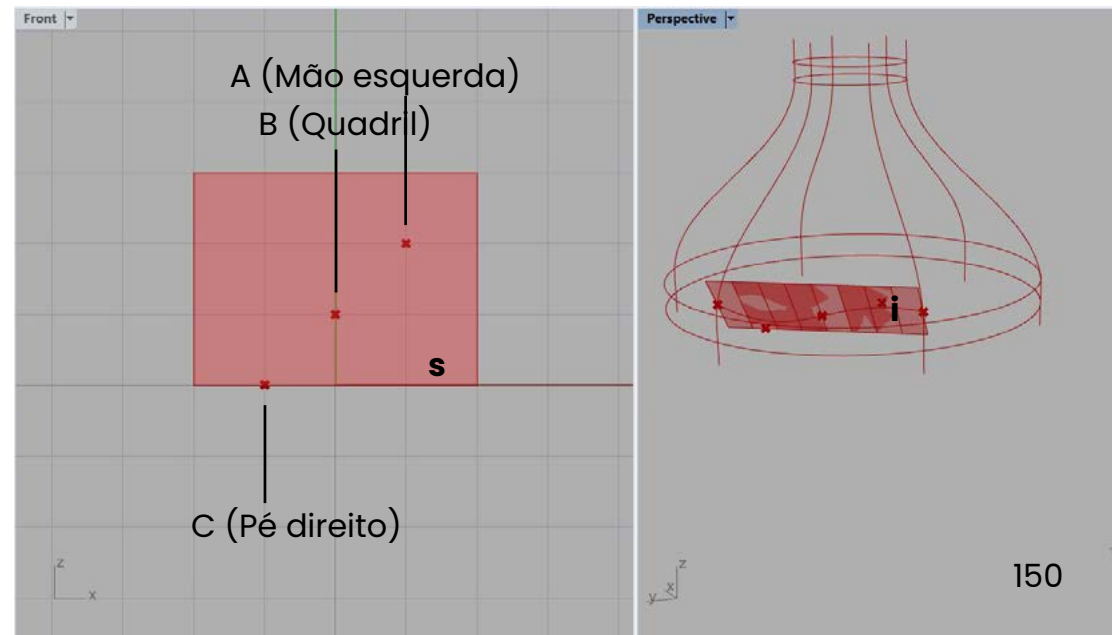
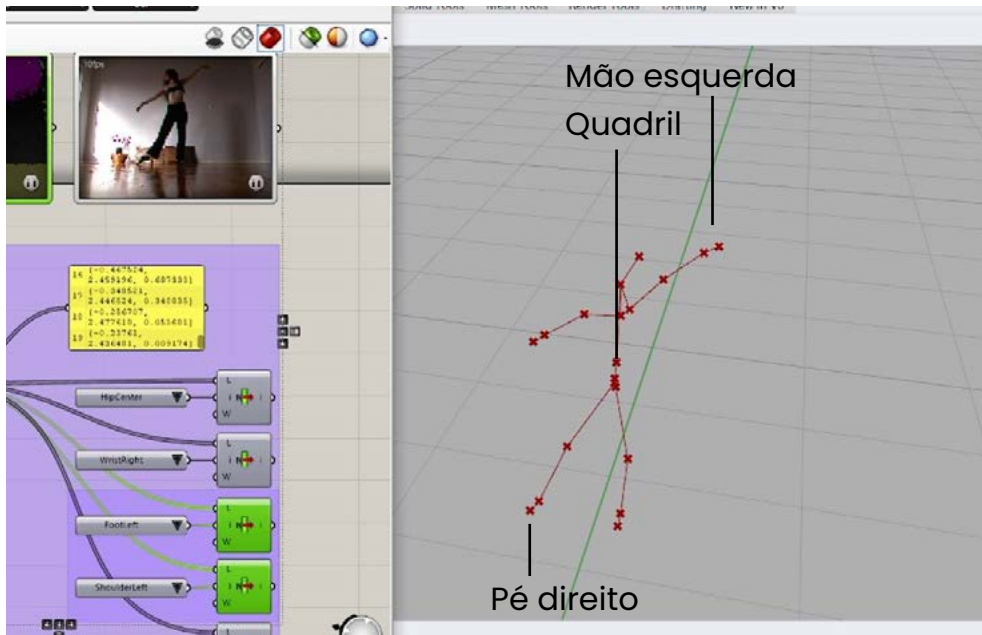
A base do volume final do objeto é definido, além da estrutura de MDF, pelas linhas de força produzidas pelos movimentos da dança, em sequências selecionadas, captados pelo sensor Kinect[®].

Por meio do software Firefly (plug-in que roda nos programas Rhinoceros 6 e Grasshopper), é possível selecionar partes específicas do corpo, as quais são, por sua vez representadas por pontos (articulações, mãos, pés e cabeça) e linhas (membros, coluna e pescoço) no espaço tridimensional virtual. O movimento desses pontos, por fim, altera a posição dos pontos de controle de curvas bezier que dão origem às linhas que, por sua vez, serão a linha central das aletas planas.

A premissa da dança como enquadramento de investigação formal apresenta várias possibilidades. Considerou-se importante construir um método capaz de contemplar e registrar a dimensão do encadeamento das posturas do corpo em tempo real. É por esse motivo que se optou por não limitar o registro a frames específicos, por exemplo.

É importante garantir o máximo de fluidez no processo de form-finding de tal sorte a proporcionar ambiente fértil à parcela de atuação da sensibilidade do projetista.





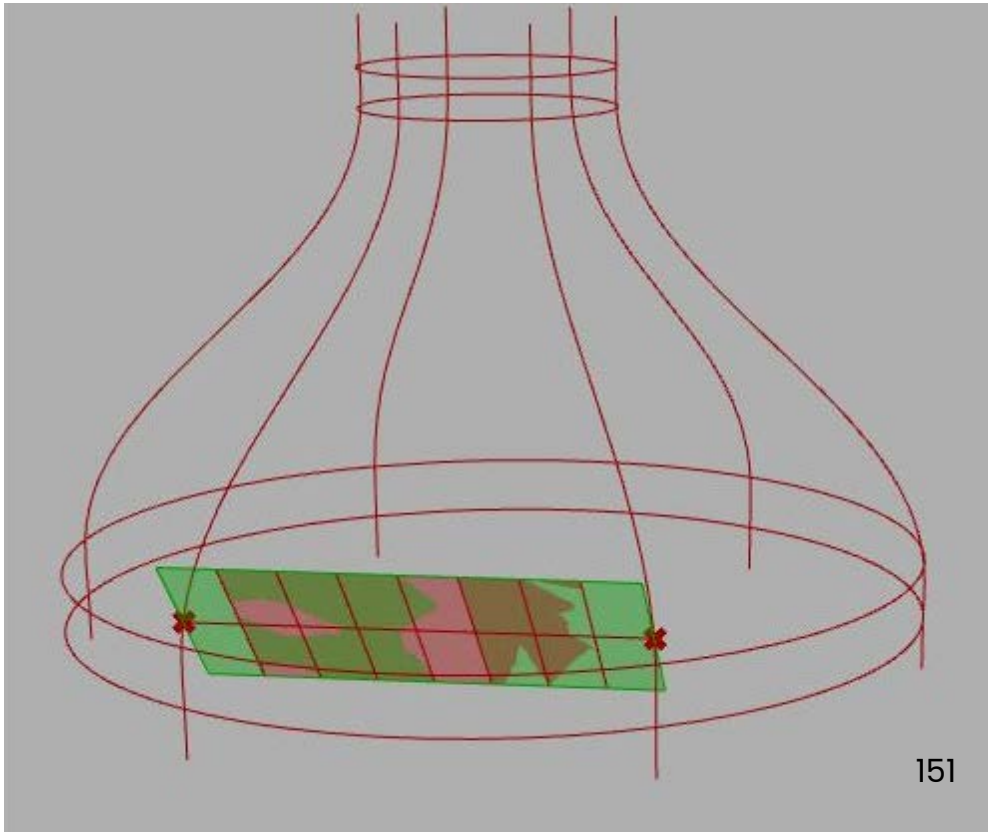
Os pontos selecionados são projetados em um plano vertical (s) posicionado próximo ao avatar no Rhinospace. As coordenadas paramétricas (u,v) dos pontos projetados A, B e C são utilizadas para reproduzir pontos equivalentes nos planos (i) que darão origem às aletas.

Os planos que darão origem às aletas são divididos em 8 partes, sendo os 3 pares centrais destinados à movimentação livre de cada ponto de controle, respectivamente.

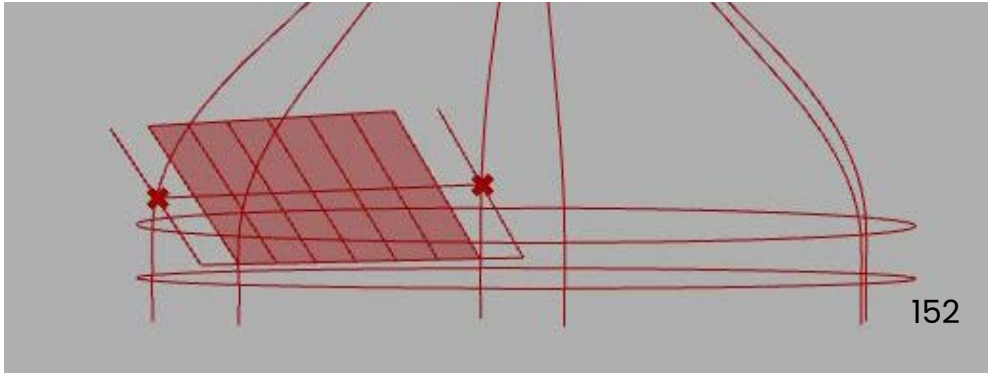
Imagens 148 e 149: Capturas de tela mostrando a bailarina, a captação do sensor de profundidade e o avatar que se reproduz no Rhinospace.

Imagem 150: Articulação entre o avatar da bailarina e a curvatura das aletas. Fonte: o autor

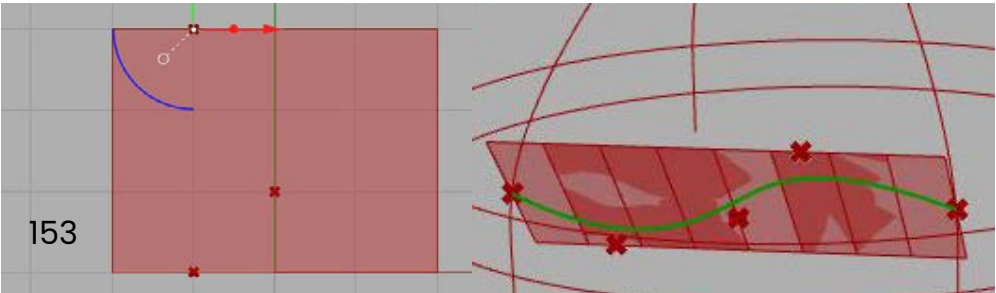
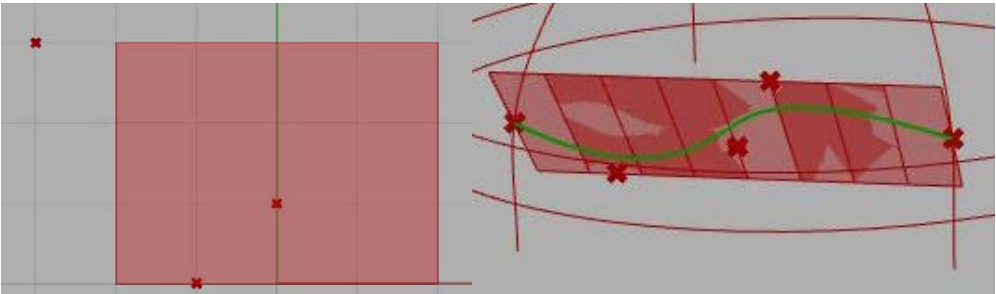




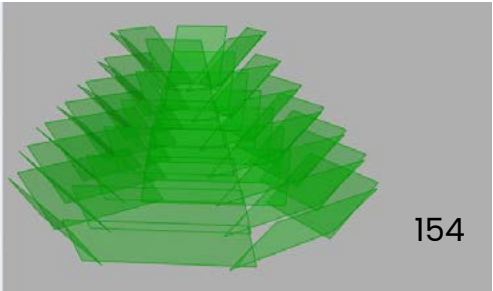
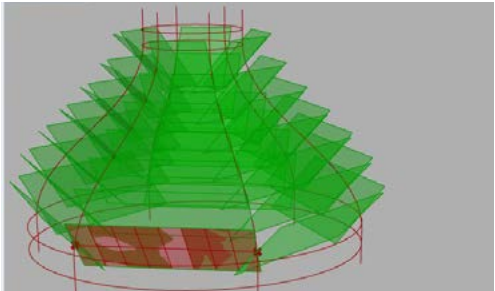
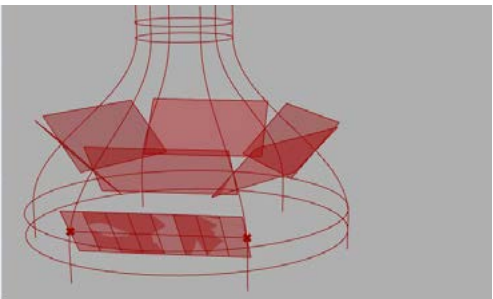
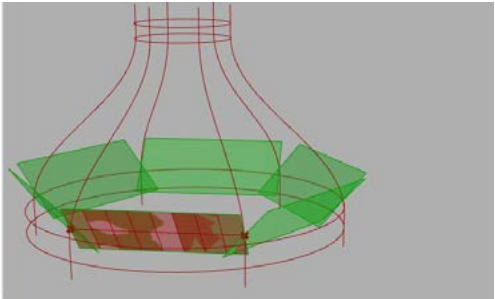
151



152



153



154



O uso de coordenadas paramétricas em vez dos próprios pontos do avatar da bailarina funciona para garantir que as curvas repeitem os limites das áreas destinadas às aletas e conservem a expressividade da sequência de movimentos.

As imagens 153 demonstram uma situação em que um a das partes eventualmente sai do campo de projeção. O ponto de controle A' simplesmente se mantém na linha onde o valor de v é máximo (dentro da superfície i).

As imagens 154 atestam o êxito da aplicação das ferramentas de design paramétrico para o método desenvolvido em **Cadenza**, notadamente facilidade de visualizações diversas e adaptabilidade do modelo a novos inputs. As imagens 155 tem os mesmos pontos de origem, mas apresentam curvas diferentes em razão da mudança do esqueleto da luminária. Essa qualidade é essencial para garantir a mesma estrutura morfológica comum a todas os modelos da família **Cadenza**.

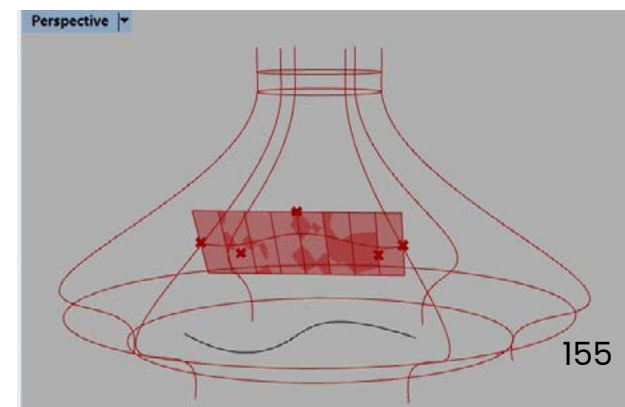
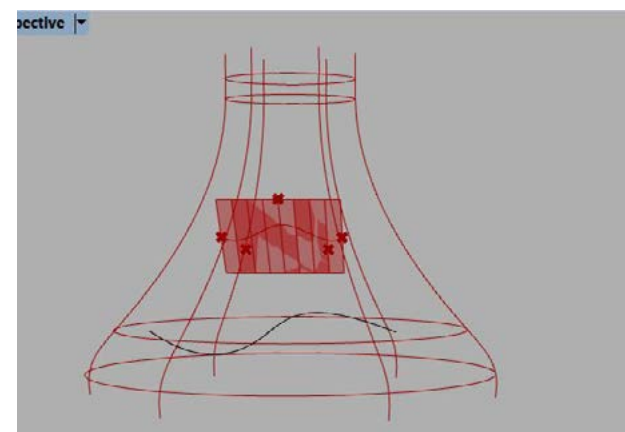
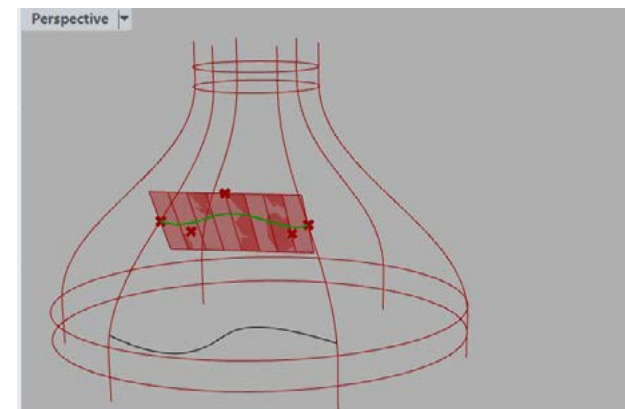
Imagem 151: Divisão em oitavas no plano que dará origem às aletas.

Imagens 152: Três pares centrais utilizados para pontos de controle.

Imagem 153: Exemplos das respostas das curvas à movimentação dos pontos (partes do corpo).

Imagem 154: Visualização das diversas superfícies que darão origem às aletas.

Imagem 155: Diferentes curvas resultantes de alterações dos parâmetros numéricos do esqueleto. Fonte: o autor



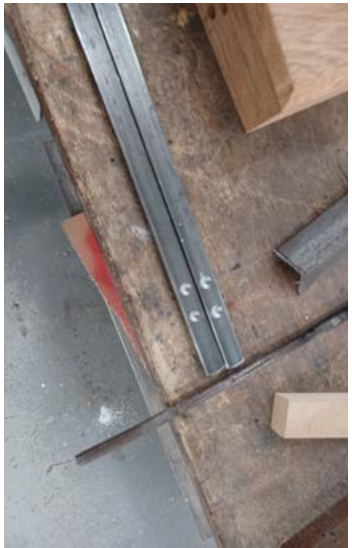
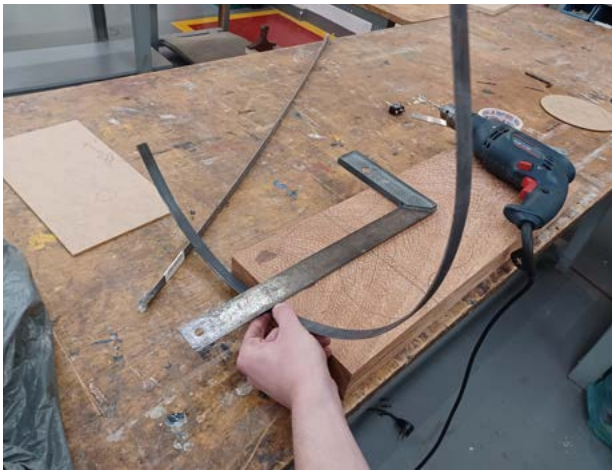
4.4 Produção

Para Michele de Luchhi, a luminária é o “objeto-máquina mais simples que existe. **Basta uma tomada elétrica, um interruptor...**” (MAB-FAAP, p. 227), e já se tem à máquina de produzir luz à sua disposição.

As imagens que seguem são todas de autoria própria e registram o processo de produção dos protótipos finais. São **duas luminárias de mesa e uma de teto**. A luminária de teto, DISCO, foi produzida em máquina de corte a laser quase em sua totalidade. Apenas o conjunto do soquete com o cabo de força, que também é estrutural, e as peças de fixação foram adquiridas prontas do mercado.

Já as luminárias de mesa mobilizaram variação maior de processos. Os perfis de aço foram dobrados com a ajuda de gabaritos simples cortados em material compensado. Neles são realizados os furos necessários para fixação na cúpula do soquete (feita de pinus).

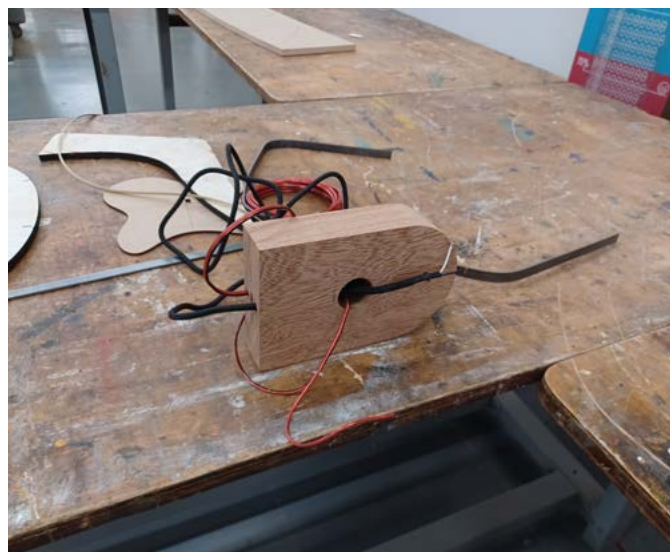




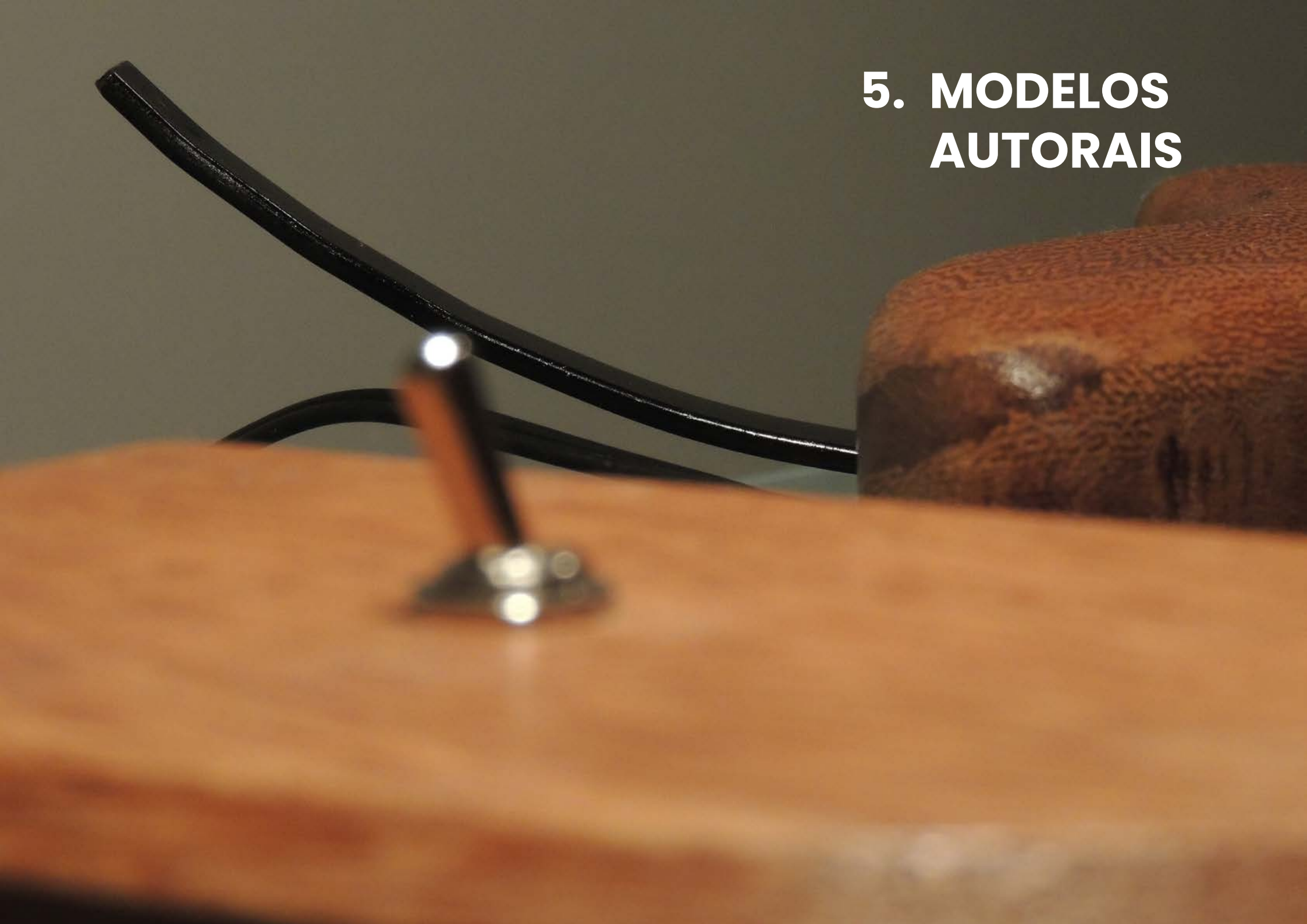
Em relação à cúpula externa (cortada em MDF), foi realizada uma melhoria no design de modo a garantir melhor fixação junto à cúpula de pinus que envolve o soquete. Com a tico-tico, foi subtraída uma porção dos anéis de MDF em formato complementar ao corte realizado na cúpula de pinus.

Os pés das luminárias **A113** e **T-Rex** foram produzidos em angelim pedra (Hymenolobium) em razão de sua textura expressiva. Foram feitos os furos para passagem da fiação, bem como as cavidades para fixação dos perfis metálicos e dos mecanismos de acionamento.

Antes da instalação definitiva, as peças da base foram lixadas e fresadas de modo a conferir o acabamento curvo. Por último, 4 demãos de seladora garantiram o acabamento brilhoso.



5. MODELOS AUTORAIS



**“Ah!
Quel plaisir!
La lumière!”**

Marie-Laure Jousset

5.1 Luminárias de mesa: **A113** e **T-Rex**

Estruturas delgadas, porém firmes, se ancoram em pés robustos, de madeira maciça. **A113** (à esquerda na imagem) tem caráter mais funcional e sóbrio. As proporções e o ângulo da cúpula visam propiciar boas condições para a execução de tarefas cotidianas.

T-Rex, por sua vez, demonstra maior liberdade plástica e tem traços mais experimentais. A continuidade do perfil metálico para a parte de trás da base intensifica a noção de movimento ascendente.

A cúpula de MDF deriva da mesma estrutura topológica mostrada no capítulo anterior, apresentando adaptações específicas no sentido de facilitar a interface com o soquete e o perfil metálico.

Na peça central da cúpula, slots angulados 45° em relação ao eixo da lâmpada permitem a fixação das aletas coloridas em acrílico, cuja forma original deriva do *form-finding* da dança.

As imagens a seguir, todas autorais, apresentam detalhes e exemplos dos dois modelos em uso.

















5.2 Luminárias de teto: **DISCO**

Mantendo a estrutura topológica comum à cúpula de A113 e T-Rex, o esqueleto de **DISCO** é formado por quatro anéis de MDF e seis colunas distribuídas igualmente a cada 60°. O anel da posição S2 (superior de baixo, como demonstrado na imagem 81, p.52), o qual transfere todo o peso do objeto para o soquete, foi fabricado em MDF 6mm de modo a garantir a segurança.

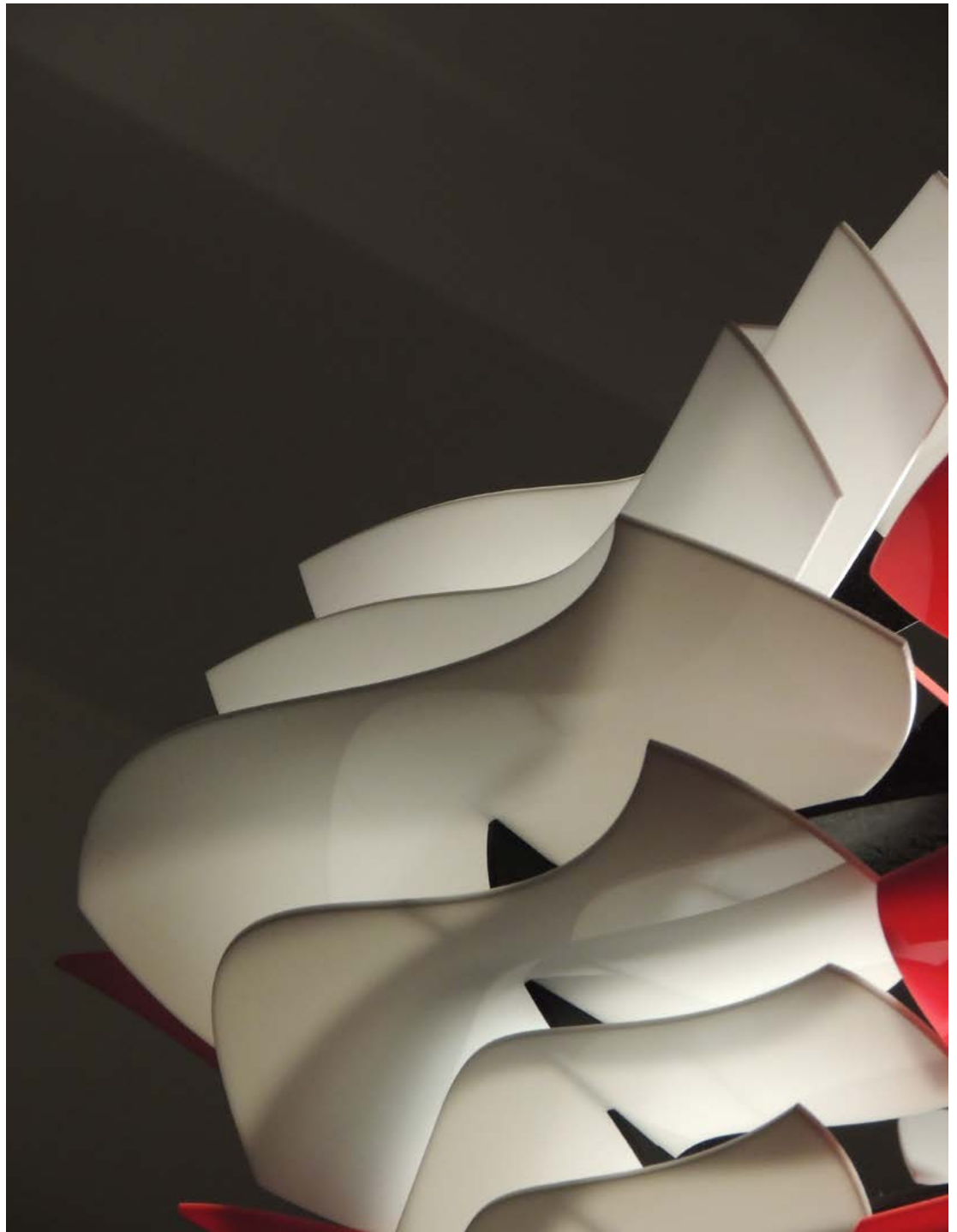
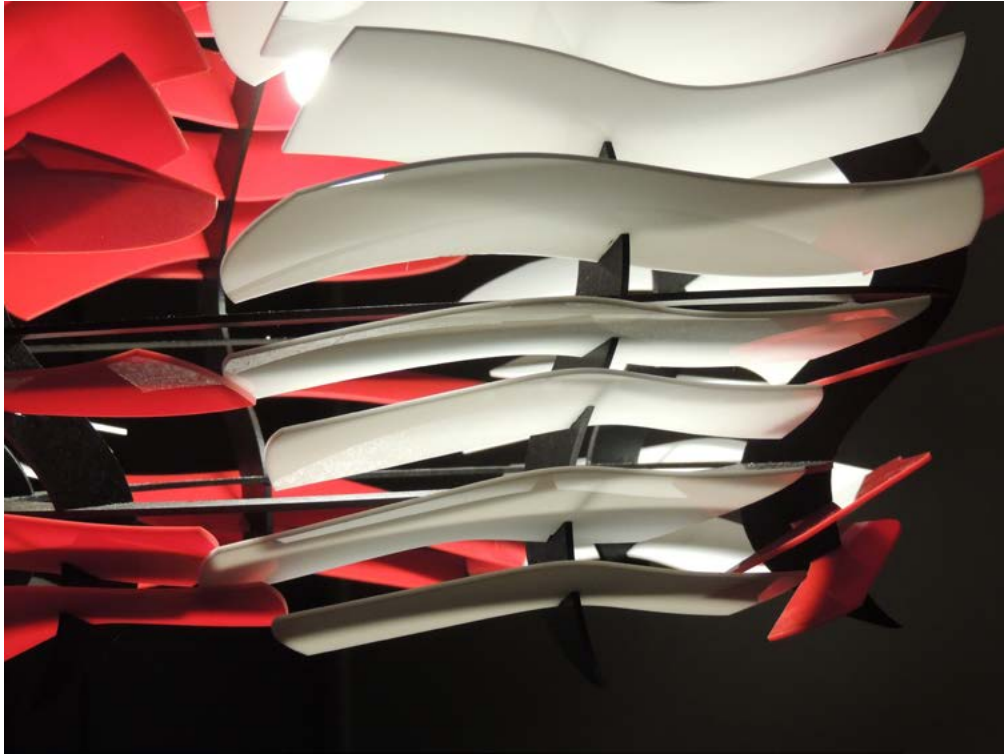
As aletas foram fabricadas em acrílico 2mm e em 4 cores: branco, preto, vermelho e azul. A disponibilidade de cores é no sentido de convidar o usuário a fazer parte do design, interferindo sobre a cadência do volume ao trocar posição de aletas e misturar cores diferentes.

Inclinadas 45° para cima, em relação à horizontal (e, por consequência, aos que estiverem sentados sob luminária), as aletas produzem a ilusão de volume contínuo, intencionalmente fragmentado em alguns pontos para revelar partes do contorno da lâmpada. Essa mesma disposição contribui para a projeção das sombras (cuja nitidez varia de acordo com a cor do acrílico) sobre teto e nas paredes.

As imagens a seguir, todas autorais, apresentam detalhes e exemplos dos diferentes modelos em uso.











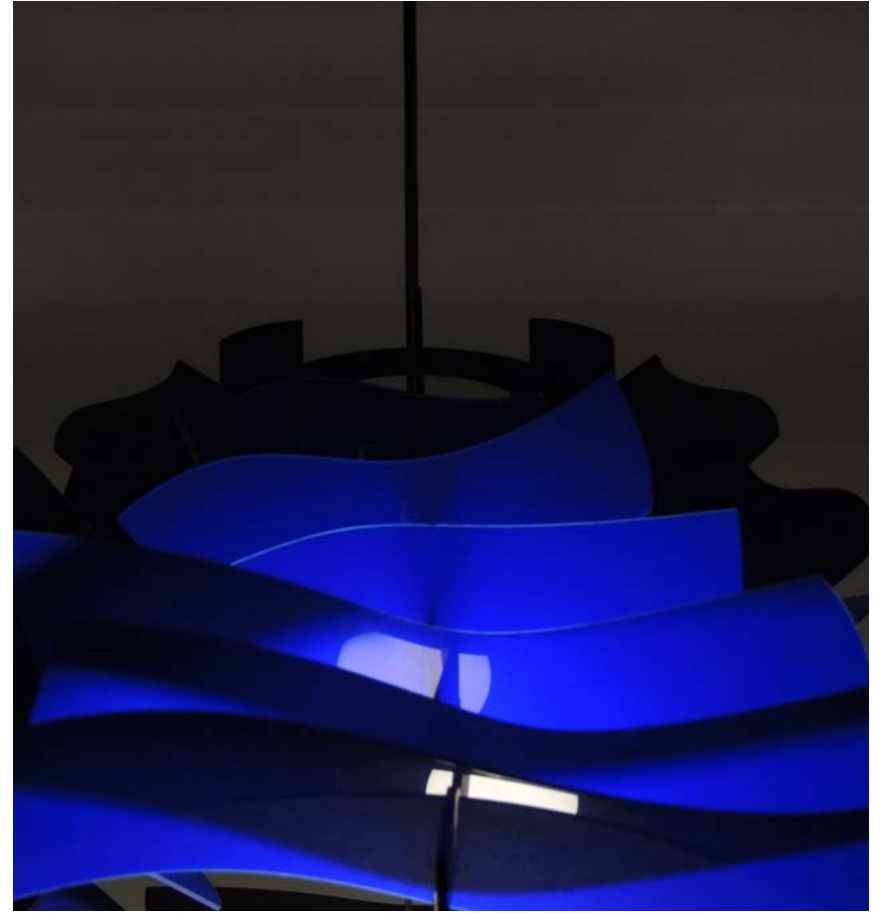


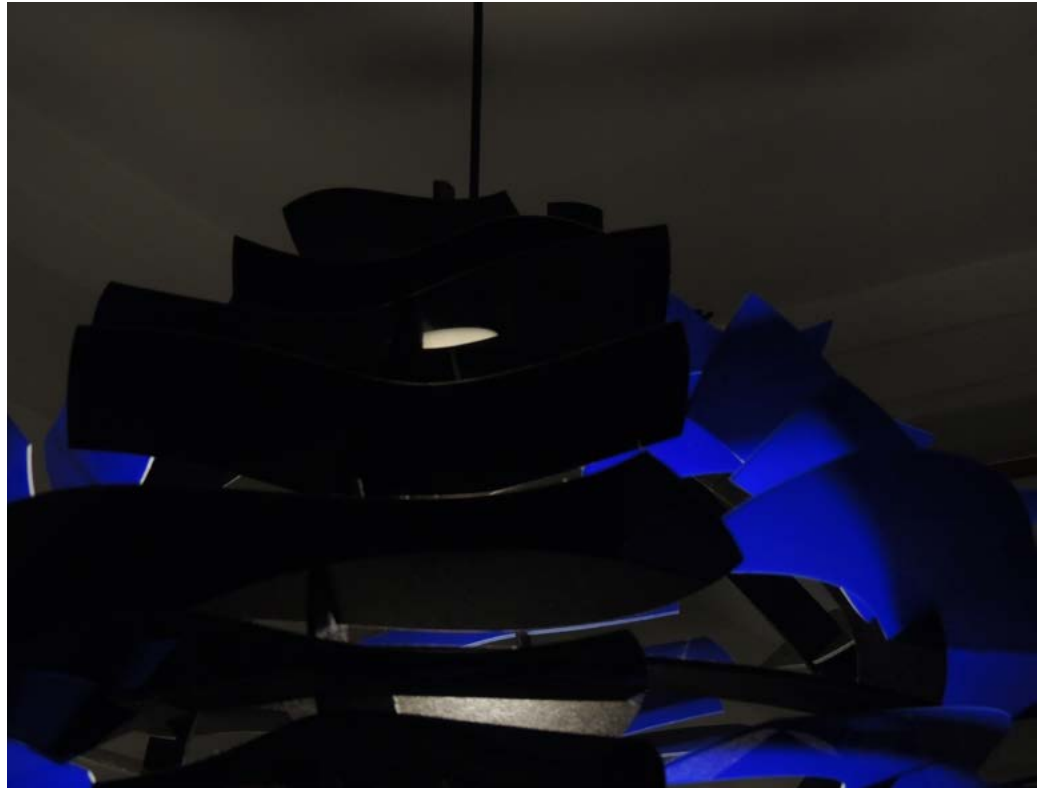


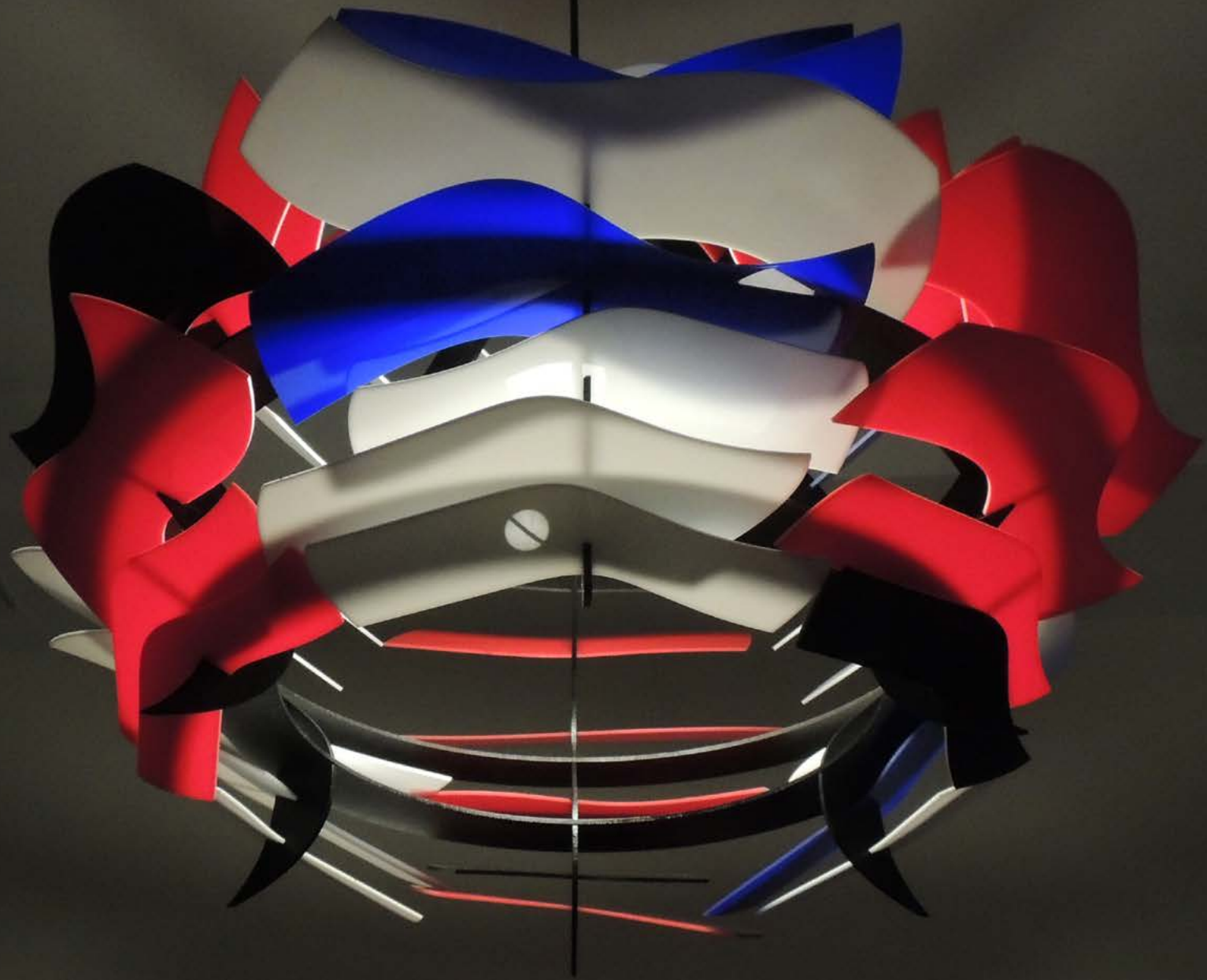


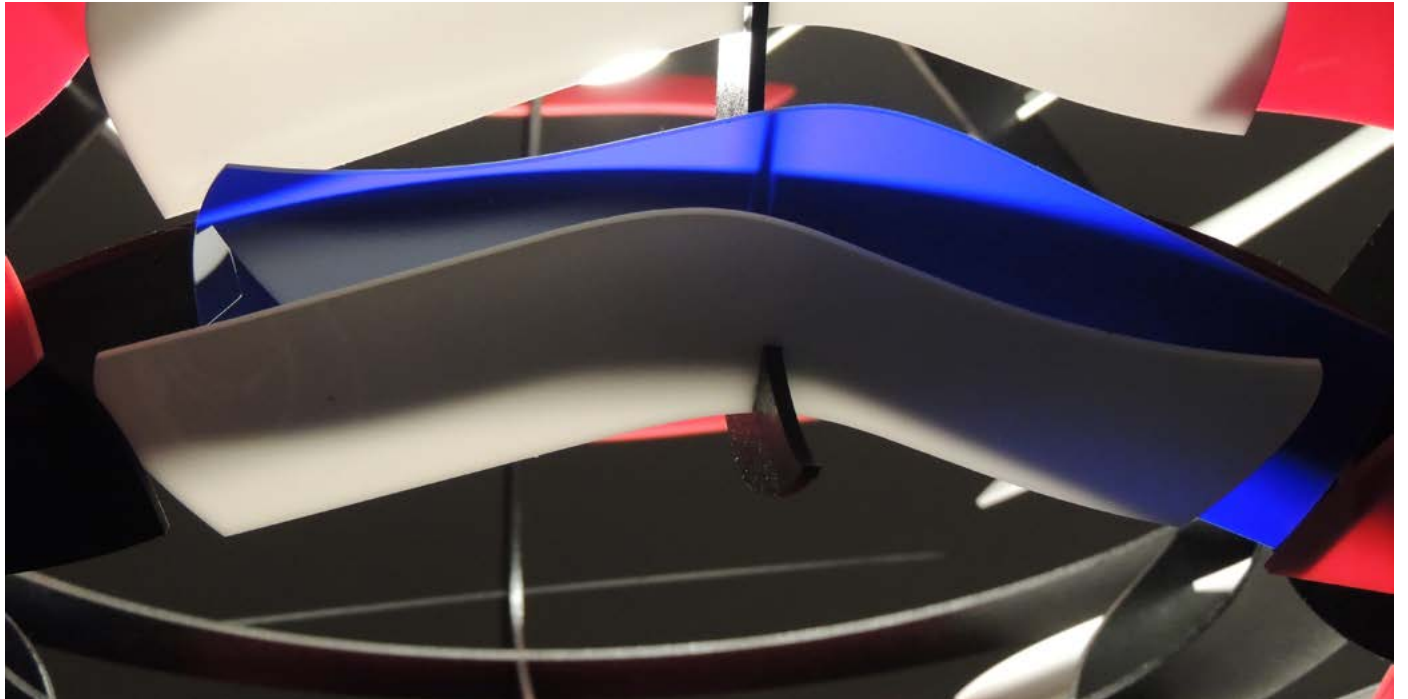




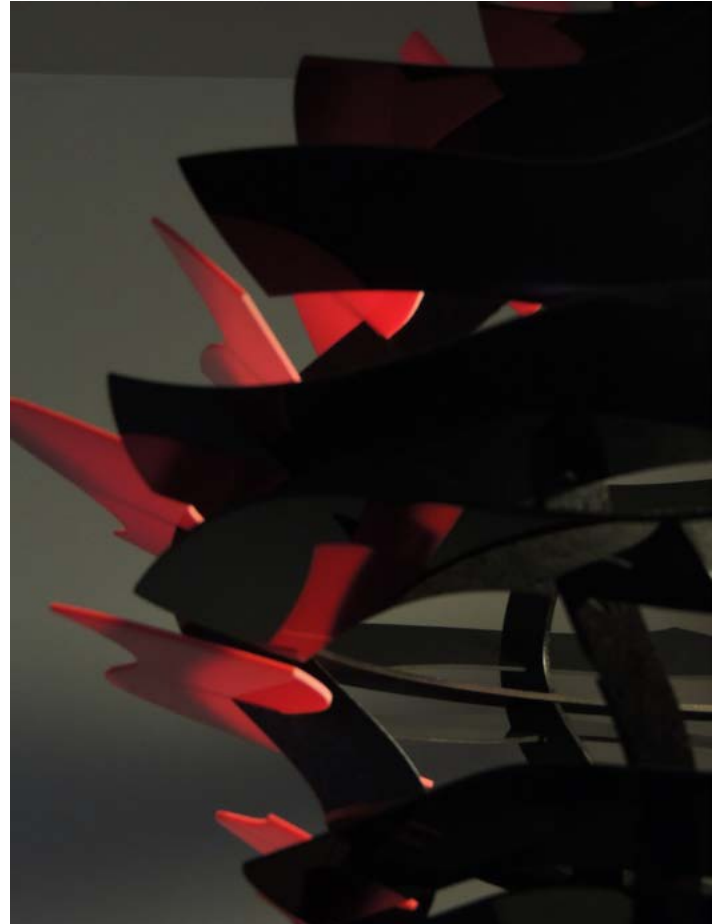




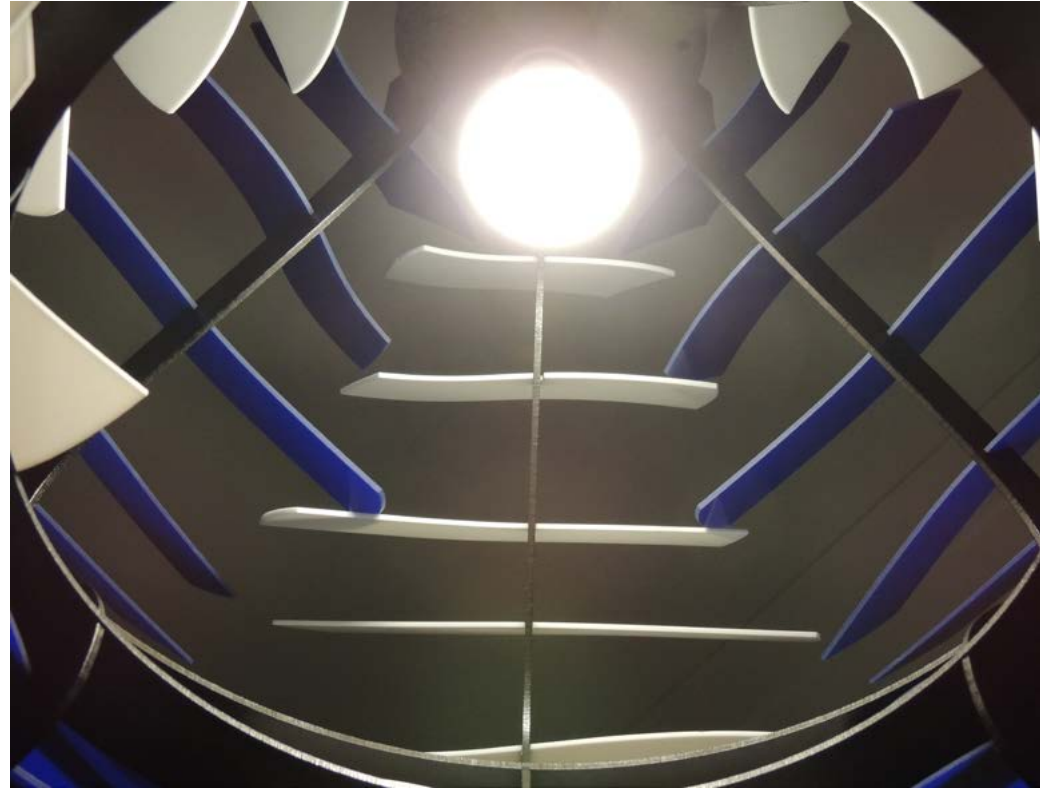














6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O olhar retrospectivo, dos primeiros croquis aos modelos já construídos, dá a dimensão dos muitos aprendizados que este trabalho proporcionou. Em sendo este, antes de qualquer coisa, um trabalho de pesquisa, é extremamente positivo que tantas “correções de rumo” tenham ocorrido, já que isso demonstra o papel concreto que as experimentações desempenharam sobre o próprio projeto, que em nenhum momento se pretendeu imune a ela. Pelo contrário...

Como esperado, no entanto, a materialidade, de fato, se impôs. Em relação aos protótipos finais, vale apontar que a baixa confiabilidade nos processos de produção do acrílico tornaram alguns dos encaixes das aletas mais frágeis que o esperado, o que será, evidentemente, corrigido em avanços futuros. Com efeito, é muito positivo atestar que os atributos listados no início deste trabalho estão incorporados a DISCO, T-Rex e A113.

Do ponto de vista do autor, os desafios enfrentados ao longo desse Trabalho Final de Graduação descortinaram novos patamares de sensibilidade, tão caros ao trabalho do projetista e consolidaram o interesse em seguir praticando na área do design de objeto.

Em outras palavras, este trabalho propiciou acúmulo substancial de “horas de voo”, cruciais para navegar de forma competente no campo do design. Nesse sentido, **Cadenza** foi exitosa em seu propósito central, de contribuir à construção de um saber projetual sólido, a embasar experiências mais avançadas no futuro.



7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(vários autores) **Moholy-Nagy: Future Present**. Chicago: Art Institute of Chicago, 2016

BAHAMÓN, Alejandro; PÉREZ, Patricia. **Analogías Arquitectura Animal. Analogías Entre EL Mundo Animal Y La Arquitectura Contemporánea**. Barcelona: Latinta, 2007.

BODE, Klaus (org.); GONÇALVES, Joana Carla S. (org.). **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015

DONDIS, Donis A. **Sintaxe da linguagem visual**. São Paulo: Martins Fontes-selo Martins, 2015.

DREYER, Kevin. **Dance and light: the partnership between choreography and lighting design**. New York: Routledge, 2020.

ELIASSON, Olafur. **Leer es respirar, es devenir; Escritos de Olafur Eliasson**. Barcelona: Gustavo Gili, 2012

ELIASSON, Olafur. **Take your time**. Nova York: Thames & Hudson, 2007

FERRARA, Lucrécia d'Alesio. **Comunicação e Semiótica: das mediações aos meios**. Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Semiótica - PUCSP

GONÇALVES, Joana Carla S.; VIANNA, Nelson Solano. **Iluminação e Arquitetura**. São Paulo: Geros Arquitetura Ltda, 2003.

Iluminação manual OSRAM

Iluminar: design da luz 1920-2004. São Paulo: Museu de arte brasileira, 2004

MCLUHAN, Marshall. **Understanding media; the extensions of man**. Massachusetts: MIT Press, 1964

MILLER, Judith. **Collector's Guide art nouveau**. Londres: Dorling Kindersley Limited, 2004

PANERO, J., ZELNIK, Martin. **Dimensionamento Humano para Espaços Interiores**. Barcelona, Gustavo Gili, 2001.

SENNETT, Richard. **The craftsman**. London: Yale University Press, 2008

TEDESCHI, Arturo. **AAD Algorithms-Aided Design: Parametric Strategies using Grasshopper**. Brienza: Le Penseur, 2018



Trabalho Final de Graduação
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Universidade de São Paulo
Dezembro/2022

Fábio Bellucci Figueiredo Dada
Profª Drª Myrna de Arruda Nascimento