RODRIGO DOS SANTOS SOUZA

DESIGN DE SUPERFÍCIES:

INTERCÂMBIOS POSSÍVEIS POR MEIO DOS PROCESSOS ALGORÍTMICOS/PARAMÉTRICOS DE CONCEPÇÃO

BAURU
2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design
Programa De Pós-Graduação em Design

RODRIGO DOS SANTOS SOUZA

Design de Superfícies: intercâmbios possíveis por meio dos processos algorítmicos/paramétricos de concepção

Bauru
2023

Rodrigo dos Santos Souza

Design de Superfícies: intercâmbios possíveis por meio dos processos algorítmicos/paramétricos de concepção

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design do Campus de Bauru, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", para obtenção do título de Mestre em Design no Programa de Pós-Graduação em Design, na Área de Concentração Desenho de Produto.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Marizilda dos Santos Menezes.

Bauru
2023

Souza, Rodrigo dos Santos.
Design de Superfícies : intercâmbios possíveis por meio dos processos algorítmicos/paramétricos de concepção / Rodrigo dos Santos Souza, 2023
149 f. : il.

Orientadora: Marizilda dos Santos Menezes

Dissertação (Mestrado)–Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru, 2023

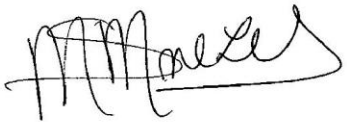
1. design de superfícies. 2. design algorítmico. 3. design paramétrico. 4. inovação incremental. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design. II. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Bauru

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE RODRIGO DOS SANTOS SOUZA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 01 dias do mês de março do ano de 2023, às 09:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de RODRIGO DOS SANTOS SOUZA, intitulada **DESIGN DE SUPERFÍCIES: INTERCÂMBIOS POSSÍVEIS POR MEIO DOS PROCESSOS ALGORÍTMICOS/PARAMÉTRICOS DE CONCEPÇÃO**. A Comissão Examinadora foi constituida pelos seguintes membros: Professora Doutora MARIZILDA DOS SANTOS MENEZES (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Programa de Posgraduacao em Design / FAAC/Unesp/Bauru, Professora Associada CASSIA LETICIA CARRARA DOMICIANO (Participação Virtual) do(a) Programa de Posgraduacao em Design / FAAC/Unesp/Bauru, Prof.ª Dr.ª ISABEL CRISTINA ITALIANO (Participação Virtual) do(a) Programa de Pós-Graduação em Têxtil e Moda / EACH/USP. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final:_APROVADO_ _ _ _ _ . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.



Professora Doutora MARIZILDA DOS SANTOS MENEZES

AGRADECIMENTOS

Agradeço à CAPES-PROEX pelo auxilio e a todos que estiveram comigo nesta trajetória. Em especial, à professora Marizilda dos Santos Meneses que me orientou de maneira tão humana e brilhante; à minha mãe, que sempre me apoiou seja quais fossem as minhas escolhas; à Mariana Laranjeiras, colega de grupo de pesquisa e que se tornou uma amiga pessoal tão especial; aos amigos queridos que aliviaram os momentos de exaustão; e ao meu amado Thiago, por sempre vir de encontro a mim, independentemente da distância. Obrigado!

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

RESUMO

As superfícies podem ser constituídas por uma variedade de combinações dos seus aspectos. Como resultado, existe uma polissemia eminente na ordem das variações. São cores, grafismos, padrões visuais/táteis, texturas e processos de fabricação que atuam em conjunto para constituir este ente. Desse modo, se inserem questões sobre a participação do digital e da programação via *softwares* computacionais, especialmente aqueles que lidam com a construção de código algorítmico e paramétrico. Dito isso, o objetivo deste trabalho é investigar e discutir as potencialidades/viabilidades da simulação virtual bi/tridimensional para a composição de superfícies por intermédio de algoritmos parametrizáveis. Para isso, os procedimentos metodológicos giraram em torno da revisão de literatura e experimentações práticas. Como resultados, foram discutidas as condições teóricas acerca do Design de Superfície como área do design por intermédio de construções práticas e plásticas ao que compete a manipulação da forma dentro dos *softwares* *Rhinoceros* e *Grasshopper*. Na conclusão, ficam destacadas quais são as possibilidades de manipulação da superfície dentro do digital paramétrico algorítmico e perspectivas futuras.

Palavras-chave: design de superfícies; design algorítmico; design paramétrico; inovação incremental.

ABSTRACT

Surfaces can be made up of a variety of aspects. As a result, there is an eminent polysemy in the order of variations. These are colors, models, visual/tactile patterns, fabrication textures that work together, and fabrication processes for these manufacturers. In this way, questions about digital and programming via computer software are inserted, especially those that deal with the construction of algorithmic and parametric code. That said, the objective of this work is to investigate, and contest, the potentialities/feasibility of three-dimensional virtual simulation for the composition of surfaces through parameterizable objects. For this, the methodological procedures revolve around the literature review, case study and practical experiments. As the expected results intend to challenge the theoretical conditions of surface design, while the area of design through constructions and plastic practices competes with the concepts of manipulation and plastic of form within the Rhinocer and Grasshopper software. How to think about how they are considered as digital parameters of the contact surface.

Keywords: surface design; algorithmic design; parametric design; incremental innovation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura da dissertação 19
Figura 2: Tela inicial da comunidade online do Grasshopper 23
Figura 3: Tela inicial do Food 4 Rhino 24
Figura 4: Interface de utilização Rhinoceros/Grasshopper 25
Figura 5: Variação Paramétrica da geometria 25
Figura 6: Estrutura de visualização dos compoentes 26
Figura 7: Padrões Anne Kyyron Quinn da esquerda para direita, Elbac, Loop e Pleat. 58
Figura 8: Ambiente interno com paredes revestidas com as superfícies de Anne Kyyrö Quinn. 59
Figura 9: Módulos tridimensionais para composição de superfícies. 60
Figura 10: Padrão construído a partir dos módulos tridimensionais. 60
Figura 11: Elemento escultórico arte ryijy. 61
Figura 12: Superfície Elbac. 62
Figura 13: Bojagi apresentando a composição de um padrão e transparências. 63
Figura 14: Ferramenta Bojagi. 64
Figura 15: Tear Jacquard apresentando o sistema binário de programação a partir dos cartões perfurados. 69
Figura 16: Ivan Sutherland apresentando o Sketchpad. 70
Figura 17: Arte generativa. 81
Figura 18: Família de elementos parametrizados. 81
Figura 19: Exemplo de código. 88
Figura 20: Exemplo de erro 89
Figura 21: Construção de uma malha no grasshopper/rhinoceros. 91
Figura 22: Algoritmo Square parametrizável. 91
Figura 23: Componente *Random* recebendo como dados de entrada os dados de saída do componente *Square*. 92
Figura 24: Componente *Dispatch* dividindo a malha em dois conjuntos de lista. 93
Figura 25: Componente *Explode* extraindo os pontos das arestas da malha. 93
Figura 26: Arcos gerados pelo algoritmo *Arc Sed*. 94
Figura 27: Offset aplicado no padrão. 94

Figura 28: Offset parametrizado estimulando a variação do modelo. 95
Figura 29: Superfície gerada pelo componente Loft. 96
Figura 30: Superfície tridimensional gerada a partir do algoritmo *Extrude*. 96
Figura 31: Superfície tridimensional parametrizada com variação do volume e altura da peça. 97
Figura 32: Parametrização randômica do padrão nível 1. 97
Figura 33: Parametrização randômica do padrão nível 2. 98
Figura 34: Padrão parametricamente variado a partir de um único modulo. 98
Figura 35: Encaixe dos módulos preservados. 99
Figura 36: Exploração e proposição de formas que transitam entre o bi e o tridimensional. 101
Figura 37: Geometria arbitraria para a experimentação da variação bi/tridimensional de um módulo de superfície. 102
Figura 38: Dobras em papel para visualização 102
Figura 39: Repetição e reflexão dos grupos de linhas 103
Figura 40: Pontos de controle 104
Figura 41: Código completo 105
Figura 42: Pontos possíveis encontrados na geometria inicial 107
Figura 43: Pontos possíveis e linhas associados ao *Grasshopper* 107
Figura 44: Controle deslizantes dos 5 pontos essenciais 107
Figura 45: Pontos integralizados entre *Rhinoceros* e *Grasshopper* 108
Figura 46: Linhas de contorno 109
Figura 47: Primeiro conjunto de linhas de dobra 109
Figura 48: Segundo conjunto de linhas de dobra 110
Figura 49: União dos três grupos de linhas 110
Figura 50: Reflexão das geometrias essenciais 111
Figura 51: *Polar Array da geometria* 112
Figura 52: Código QR para acesso ao vídeo demonstração 113
Figura 53: *Plugin Crane* com a geometria plana 114
Figura 54: Crane Solver executando uma simulação de movimento 114
Figura 55: Componente *Pipe* 115
Figura 56: Variação a partir do componente Pipe 115
Figura 57: Variação preenchida 116

Figura 58: Variação preenchida com espessura maior 116
Figura 59: Quadrilátero inicial que irá orientar a replicação do módulo..... 117
Figura 60: Resultado da integralização do quadrilátero ao módulo desenvolvido... 118
Figura 61: *Rebuild* do quadrilátero inicial 118
Figura 62: Resultado das subdivisões..... 119
Figura 63: Superfície mais orgânica..... 120
Figura 64: Variação da quantidade de elementos na superfície mais orgânica 120
Figura 65: Superfície construída com o módulo vazado 121
Figura 66: Superfície construída com o módulo vazado e dobrado 121
Figura 67: Vista superior 122
Figura 68: Vista frontal/lateral..... 122
Figura 69: Vista superior e frontal/lateral..... 123
Figura 70: Aplicação da variação em estamparia..... 124
Figura 71: Aplicação em ambiente como cobogó..... 124
Figura 72: Destaque para o ambiente junto ao cobogó..... 125
Figura 73: Brinco na vista em perspectiva 126
Figura 74: Brinco na vista lateral..... 126
Figura 75: Brinco na vista superior..... 127
Figura 76: Brinco e possível usuário 127

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Principais diferenças entre o script gráfico e o script textual. 86

GLOSSÁRIO

Algoritmo: Procedimento usado para encontrar uma solução por intermédio de uma lista finita de instruções diretas, objetivas e exatas.

Código: Reúne as etapas necessárias para construção e execução do algoritmo estabelecendo uma linguagem específica de programação.

Grasshopper: Linguagem de programação vinculada ao software Rhinoceros que utiliza recursos gráficos para a construção do código.

Modelagem 3D: Processo de representação de artefatos considerando as 3 dimensões por intermédio de softwares especializados como o Rhinoceros.

Modelagem paramétrica: Processo de representação de artefatos, por intermédio de algoritmos, que estabelece relações de adaptação em cadeia, ou seja, ao manipular um parâmetro específico todo o modelo sofre alterações.

Modelagem algorítmica: Processo de representação artefatos por intermédio de algoritmos e linguagens de programação.

Plugin: Ferramenta que pode ser adicionada para ampliar as funções de um software.

Script visual: No contexto desta pesquisa, o termo faz alusão a um tipo específico de linguagem de programação que faz uso de recursos gráficos para a construção de algoritmos.

Rhinoceros: Software para construção de modelos tridimensionais

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

DS: Design de Superfícies.

CAD: Computer Aided Design.

CNPQ: Concelho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
1.1 PROPOSIÇÃO 16
1.1.1 Questão de Pesquisa 16
1.1.2 Objetivos 17
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 18
2.1 ETAPAS DA PESQUISA 20
2.2 MATERIAIS 22
3 REVISÃO DE LITERATURA 27
3.1 AMBIGUIDADE COMUNICATIVA DAS SUPERFÍCIES: ASPECTOS CONFIGURATIVOS E DISCURSIVOS 27
3.1.1 As Superfícies como agente articulador informativo 33
3.1.2 Constituintes informacionais das superfícies 37
3.1.3 Os Elementos Construtivos/Compositivos da forma 41
3.1.4 Elementos construtivos/compositivos das superfícies 44
3.1.4.1 O Diálogo Para Com as Texturas 47
3.2 A INOVAÇÃO INCREMENTAL COMO UMA POSSIBILIDADE PERANTE AS SUPERFÍCIES 50
3.2.1 Anne Kyyö Quinn 55
3.2.2 *Bojagi Tool* 63
3.3 O DESIGN ALGORÍTMICO/PARAMÉTRICO NO ASPECTO AMBÍGUO/TRANSITÓRIO DAS SUPERFÍCIES 67
3.3.1 Parametrização, CAD e o processo de Design 68
3.3.2 O Paramétrico Tecendo o Design Tridimensional: Definições 71
3.3.3 A Computação Interagindo com o Design 78
3.3.4 Script Visual 83
4 EXPERIMENTAÇÃO 90
5 CONCLUSÃO 130
REFERÊNCIAS 133

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

As superfícies podem ser constituídas por uma variedade de combinações dos seus aspectos. Como resultado, existe uma polissemia eminente na ordem das variações. São cores, grafismos, padrões visuais/táteis, texturas e processos de fabricação que, combinados, atuam em conjunto para constituir este ente e evocar múltiplas relações de percepção.

Por vezes, como bem considerado por Schwartz (2008), o ente superfície pode ser apreendido na condição de objeto, nos quais estrutura e ornamentação são intrínsecas, ou, ainda, como invólucro, estas superfícies delimitam uma interface de contato e atribuem características essencialmente ornamentais aos artefatos.

De todo modo, independentemente do tipo ou ordem na qual se manifesta, a superfície tem importância ímpar no cotidiano. Para Pezzolo (2013), o tecido, lâmina de superfície maleável que reveste um corpo, integra as nossas vidas há tanto tempo quanto a percepção da necessidade de proteção, em uma relação íntima e importante para o indivíduo.

A indústria associada à cadeia produtiva do material “superfície têxtil” foi um dos setores mais relevantes durante a implantação dos intensos processos de mecanização observados na Inglaterra do século XVIII, de onde se observam novas relações tecnológicas para a sua concepção, configuração, planejamento e aplicação dos mais diversos produtos (MOURA, 2006, p. 16).

Alinhado a este progresso tecnológico, no contemporâneo, observa-se que a indústria chega a um nível de excelência tão alto, acompanhada de concorrências diretas tão próximas, em funções práticas e aspectos técnicos, que as diferenciações dos produtos de um mesmo segmento geralmente estão atreladas a características estético/simbólicas que visam a agregar um maior valor percebido aos bens produzidos, como afirmam Lobach (2001, p. 106) e Schwartz (2008, p. 50).

Outras posturas estratégicas para inovação tentam se aproximar do consumidor para entender seus anseios e valores com o objetivo de proporcionar experiências mais positivas durante interação objeto/indivíduo, explorando os múltiplos aspectos que estão envolvidos nesse momento (FREITAS, 2018, p. 29).

Destas considerações, conseguimos fazer uma conexão direta entre o potencial inovador de um produto e o projeto da sua superfície, tendo em vista que

esta é um *locutor* de mensagens visuais e táteis que são percebidas antes mesmo do uso do produto.

Seja a superfície envoltório, elemento mais exterior que limita, ou superfície objeto, a qual estabelece relação intrínseca entre estrutura e visualidade, como no caso dos tecidos, observa-se uma atuação ativa na estimulação das percepções sensoriais, camadas de comunicação, onde tatilidade e visão conseguem ser intensamente exploradas contribuindo para que aspectos estéticos-simbólicos fortaleçam a conexão entre usuários e os produtos (FREITAS, 2018, p. 31).

Schwartz (2008) afirma que “[...] dentre os sentidos humanos diretamente ligados à percepção das Superfícies, o tato e a visão estão presentes de forma mais marcante, sendo imprescindível considerá-los na projetação da Superfície de um objeto” (SCHWARTZ, 2008, p. 39).

Portanto, é perceptível que o volume e os aspectos tridimensionais se comportam como fatores determinantes dentro de um projeto que visa à construção de superfícies, podendo contribuir, inclusive, para a ampliação de experiências mais positivas durante o momento de interação, tendo em vista o alto nível de comunicação multissensorial estabelecido entre o indivíduo e o elemento superficial.

Desta forma, fica evidente a necessidade de se configurar, projetar, pesquisar e construir repertórios teóricos/práticos robustos que considerem as múltiplas variáveis associadas às superfícies e seus elementos constituidores. Deste ponto, podemos observar a integração de tecnologias disponíveis no contemporâneo, como é o caso das simulações virtuais, como artifícios importantes.

A proposta pretende, com a construção de superfícies por intermédio da modelagem algorítmica/paramétrica, explorar simulações digitais. Foram consideradas como norte as múltiplas possibilidades de variação e manipulação da forma propiciadas pelo uso do script visual.

Em uma breve definição, a modelagem algorítmica pode ser compreendida como um processo de representação de artefatos por intermédio de algoritmos e linguagens de programação. Os algoritmos são entendidos como procedimentos usados para encontrar uma solução por intermédio de uma lista finita de instruções, as quais devem ser diretas, objetivas e exatas. Para a construção destas listas de instrução, faz-se necessária a utilização de uma linguagem (linguagem de programação), entendida também como o sistema pelo qual o algoritmo é

construído. É quase como um idioma, com regras estabelecidas para que a comunicação ocorra.

Nestas linguagens de programação, por intermédio de algoritmos, pode se estabelecer também uma manipulação a partir de parâmetros (modelagem paramétrica), a qual lida com os atributos variáveis do objeto. Estes atributos variáveis podem ser utilizados para apresentar variações, adaptações e ajustes incrementais da forma, e afetam o modelo em cadeia.

Já o *script* visual se caracteriza como uma linguagem de programação específica, baseada em elementos gráficos. Em vez de construir os algoritmos por intermédio de sintaxes escritas, com códigos textuais, os elementos são apresentados em um fluxo de dados visuais com ícones e símbolos. Este tipo de linguagem admite algoritmos e parâmetros para a construção e variação da forma. Estas definições e relações são discutidas com ênfase na seção 3 da revisão de literatura.

De todo modo, no campo Design de Superfícies (DS), ainda parecem escassos os estudos que abordam este tema mais incisivamente, e carecem de maiores delineamentos sobre as suas concepções. Muito disso, pode estar atrelado à sua jovem trajetória, tendo em vista que só em 2005 a atividade foi reconhecida pelo CNPQ como atividade projetual derivada do design, conforme afirma Rinaldi (2013).

Isso corrobora com os apontamentos destacados por Silva (2020) para a falta de estudos e pesquisas que foquem no Design de Superfícies e, mais especificamente, para aquelas projetadas com o auxílio de recursos tecnológicos de prototipação digital atuais, considerando suas potencialidades e viabilidades.

1.1 PROPOSIÇÃO

1.1.1 Questão de Pesquisa

Diante do exposto, surge a seguinte **Questão** de pesquisa:
Como se comportam e quais manipulações podem ser associadas a módulos digitais parametrizáveis, que visam a ampliar as possibilidades compositivas atreladas aos preceitos do Design de Superfícies?

1.1.2 Objetivos

A presente pesquisa tem como Objetivo Geral:

- Investigar e discutir as potencialidades/viabilidades da modelagem algorítmica paramétrica para o Design de Superfícies.

Como Objetivos Específicos:

- Entender os princípios e principais conceitos que circundam o Design de Superfícies;
- Considerar técnicas em volta da modelagem algorítmica paramétrica para construir/manipular aspectos das superfícies;
- Propor possíveis cenários para aplicação dos resultados alcançados a partir da modelagem algorítmica paramétrica.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos, especialmente quando ligados a pesquisas científicas, são entendidos como regras, ferramentas e protocolos que identificam e indicam os caminhos percorridos pelos pesquisadores para se chegar aos resultados apresentados, como afirmam Santos (2018, p. 15-18) e Gil (2008, p. 8).

Para cumprir os objetivos estabelecidos, é proposto um raciocínio indutivo de pesquisa englobando uma revisão bibliográfica e procedimentos experimentais. O fluxo da pesquisa, a princípio, segue a ordem estipulada por Gil (2002, p.133-134): (I) redução de dados, simplificação e transformação para a incorporação na pesquisa; (II) categorização dos dados gerando de categorias descritivas e de identificação; para, assim, ocorrer a (III) interpretação dos dados que implica em um domínio expressivo sobre o elemento estudado. A Figura 1 apresenta o esquema da dissertação com todos os capítulos a serem discutidos.

Figura 1: Estrutura da dissertação

Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos.

2.1 ETAPAS DA PESQUISA

A presente pesquisa se desenvolve em duas etapas: revisão bibliográfica e experimentação.

Para Santos (2018), a **Revisão Bibliográfica** é um método de pesquisa que, geralmente, é observado se articulando a outro(s) método(s). Entretanto, estudos de cunho descritivo, nos quais o objetivo fundamental é estabelecer o estado da arte dentro de uma linha de investigação, são exemplos que podem fazer uso deste sem a necessidade de outros métodos (SANTOS, 2018).

De maneira sintética, o estabelecimento de um estado da arte por intermédio de uma revisão de literatura deve permitir: a construção de um corpo teórico robusto, coeso e em coerência ao problema de pesquisa explicitado; deve também salientar lacunas; fundamentar a formulação de questões de pesquisa relevantes para a sociedade e campo de conhecimento (SANTOS, 2018).

Santos (2018) identifica que a integração dos conhecimentos gerados por pesquisas anteriores pode aumentar as possibilidades de contribuições efetivas para a solução dos problemas destacados. A execução da revisão consiste, no fim, em um processo investigativo para seleção e classificação do conteúdo pretendido para fundamentar a pesquisa e estabelecer o que de mais novo tem se discutido no campo de estudo.

A revisão de literatura, segundo Gil (2008), consiste em um dos primeiros passos dentro das pesquisas científicas. Identificar o estado da arte de um objeto de estudo dota a pesquisa de esclarecimento, tornando passível de investigação mais delimitada o assunto de investigação. Desse modo, a atribuição de possíveis soluções para os problemas levantados e discutidos pode ser estabelecida (GIL, 2008).

O produto de uma revisão de literatura pode ser um recorte dentro de uma vastidão de conhecimentos empregados em uma área. Este delimita, limita e certifica objetividade sobre o tema de estudo. A revisão torna os problemas de pesquisa mais específicos, facilitando e tornando mais viável a resposta para as questões em discussão. São as interpretações dos dados coletados e entendidos no processo de revisão que ajudarão o pesquisador em etapas de fundamentação e análise.

A revisão também tenta responder quais são as lacunas existentes na literatura. Este procedimento metodológico situa o trabalho no campo de pesquisa da qual faz parte, contextualizando-o, se dispõe a afunilar os temas saindo de um geral para um específico (PRODANOV, 2012).

Dito isso, a revisão bibliográfica deste estudo consiste em uma investigação sobre os temas relacionados ao projeto, discutidos em periódicos, anais de eventos, teses, dissertações e livros. São observadas, com maior cuidado e evidência, as pesquisas científicas relativas às definições sobre o ente “superfície”, bem como os aspectos relativos ao projeto de design que imperam sobre o tema. Ainda são discutidos os aspectos de transição entre o bi e o tridimensional, linguagem visual, simulação virtual e design algorítmico/paramétrico. Tudo isso a fim de estabelecer o estado da arte dentro das discussões que envolvem o fazer e o conhecer os projetos de superfícies no design.

Santos (2018) pontua que o procedimento metodológico **Experimental** se coaduna aos estudos que buscam estabelecer aspecto de causa/efeito sob os objetos analisados ao manipular variáveis controladas pelo pesquisador, tentando responder quais seriam as melhores variáveis para os resultados encontrados. Avaliações dos impactos das variáveis independentes ou dependentes de um sistema também são atributos aferidos nas etapas experimentais de pesquisas científicas. Aspecto fundamental da experimentação é o controle por parte do pesquisador. Concluir quais são os fatores determinantes para a influência das respostas é um dos focos principais.

Segundo Gil (2008), a experimentação representa uma das mais notáveis contribuições ao desenvolvimento da ciência. O autor destaca que:

> Quando os objetos em estudo são entidades físicas, tais como porções de líquidos, bactérias ou ratos, não se identificam grandes limitações quanto à possibilidade de experimentação. Quando, porém, se trata de experimentar com objetos sociais, ou seja, com pessoas, grupos ou instituições, as limitações tornam-se bastante evidentes. Considerações éticas e humanas impedem que a experimentação se faça eficientemente nas ciências sociais, razão pela qual os procedimentos experimentais se mostram adequados apenas a um reduzido número de situações (GIL, 2008, p. 71).

Desse modo, e com base na revisão bibliográfica, os experimentos aqui realizados têm um caráter exploratório para estudar superfícies e as possibilidades de configuração visuais e estruturais. Gil (2008, p. 16) afirma que o procedimento experimental considera a aplicação de influências de certas variáveis, controladas

pelo pesquisador, sob os objetos de estudo a fim de se observar as consequências e resultados dessas interações. Nesta perspectiva, podemos dividir essa etapa em dois momentos: o primeiro considerando as experimentações em caráter virtual e observando as variáveis dentro dos *softwares*, visando a avaliar o comportamento na composição visual; e o segundo momento condicionado à aplicação dessas visualidades em cenários de possíveis utilização, onde produtos e contextos devem ser explorados.

2.2 MATERIAIS

Para a fase de experimentos, foi utilizada a ferramenta *Rhinoceros,* a qual interpreta a modelagem algorítmica por intermédio do *plug-in Grasshopper*. Neste, são produzidas linguagens visuais de programação compreendidas como *scripts gráficos*; esse tipo de programação é baseado na conexão dos elementos da cadeia algorítmica por meio de símbolos gráficos, como cabos e nós, não sendo necessário o domínio de sintaxes tradicionais de linguagens escritas como o *C#* e o *Python* (TEDESCHI, 2014, p. 27), sobre isso Nome (2015) afirma:

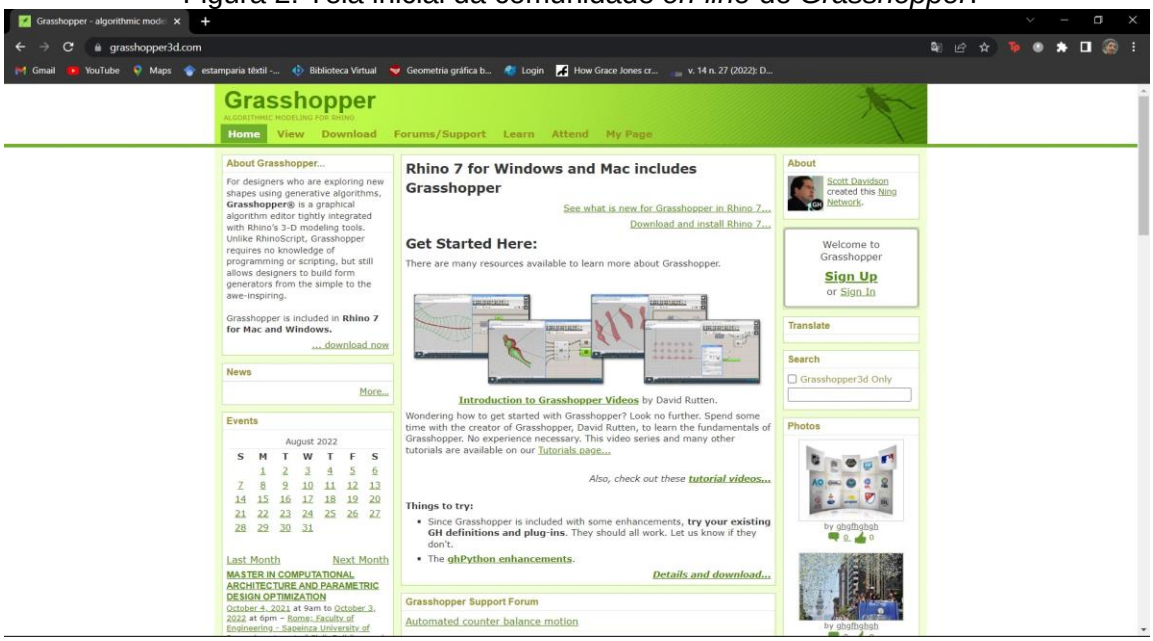
> Scripting gráfico permite criar programas, concatenando elementos gráficos e não necessariamente usando linguagem de código de texto. Quando esse tipo de programação é aplicada gera um modelo visual de fluxo de dados. Esse tipo de abordagem associado a um programa de modelagem vem se tornando popular internacionalmente entre projetistas, porque permitem a criação de processos variados e integrados conforme interesse projetual (NOME, 2015, p. 40).

O *Grasshopper*, desenvolvido por David Rutter na empresa *Robert Mcneel and Associates*, permite que profissionais como designers, arquitetos e engenheiros que não têm domínio das sintaxes tradicionais consigam modelar para além da interface comum do usuário, permitindo um controle maior sobre todas as variáveis associadas ao modelo.

Criado em 2007 para o *Rhinoceros 4.0* e originalmente nomeado como "*Explicit History*", o *Grasshopper* vem ganhando notoriedade junto a uma comunidade de usuários que expande os domínios de interação com os modelos tridimensionais a partir da sua linguagem de programação por intermédio de *script* visual. A partir do *Rhinoceros 5.0*, o *plugin* já vem licenciado em uma cópia pré-instalada. No *site* "*www.grasshopper3d.com*", os usuários conseguem interagir

compartilhando dicas, pedindo ajuda e apresentando novas possibilidades e divulgando *feedback* para correção de problemas encontrados no *software*. A Figura 2 mostra a tela inicial da comunidade online de usuários.

Figura 2: Tela inicial da comunidade *on-line* do *Grasshopper*.

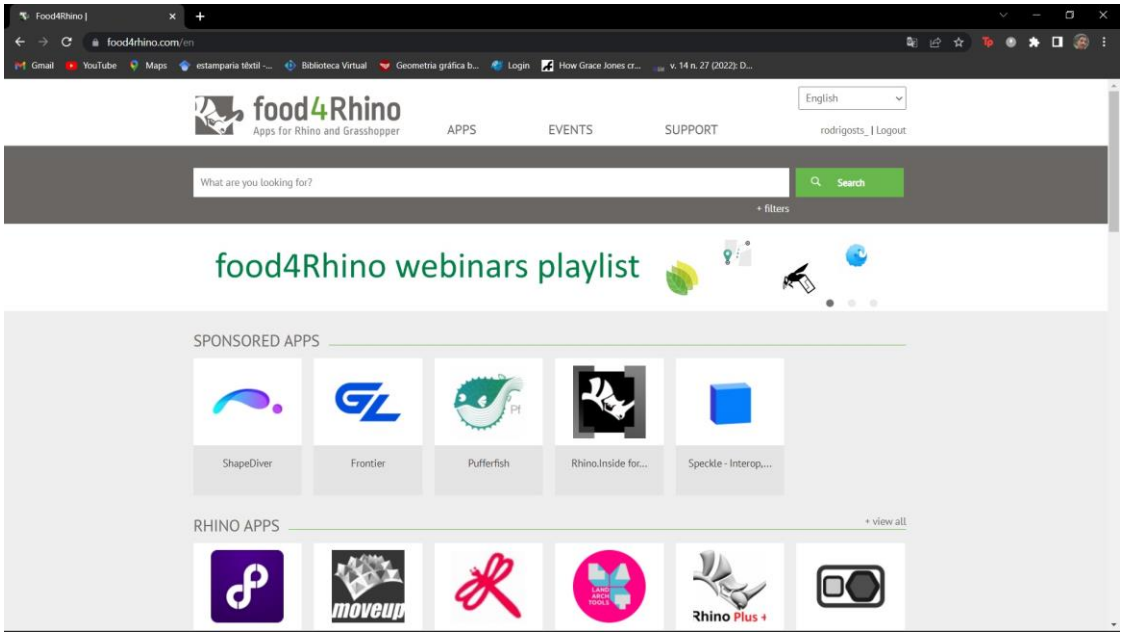


Fonte: Captura de tela. Disponível em: https://www.grasshopper3d.com/. Acesso em: 12 maio. 2022.

O nome "*Explicit History*" vem da possibilidade de conseguir manter registrados todos os comandos executados para a construção do modelo em um fluxo linear de dados. Isso o difere das abordagens tradicionais de modelagem pois o registro dessas ações/manipulações não fica disponível para edição.

A comunidade do *software* ainda conta com uma biblioteca vasta de *plugins* que podem adicionar mais características à ferramenta, e ainda podem ser adicionados *plugins* para simulação de força mecânica, análise estrutural e ambiental. O *site* para adquirir programas que adicionam novas funcionalidades é o "*www.food4rhino.com*". A Figura 3 apresenta a tela inicial do *site*.

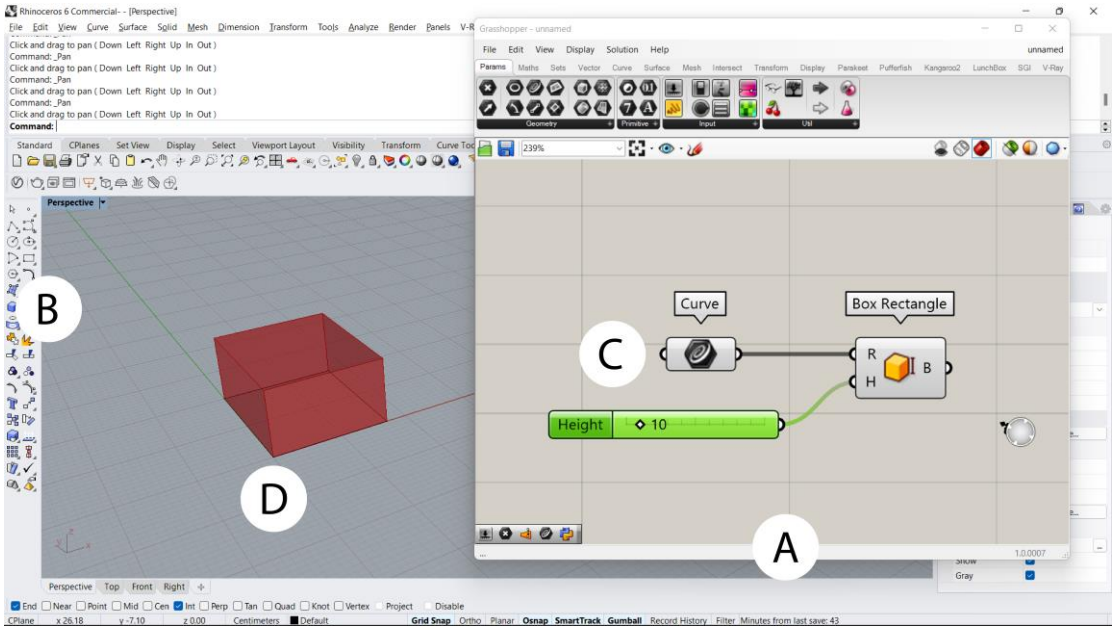
Figura 3: Tela inicial do *Food 4 Rhino*.



Fonte: Captura de tela. Disponível em: https://www.food4rhino.com/en. Acesso em: 12 maio. 2022.

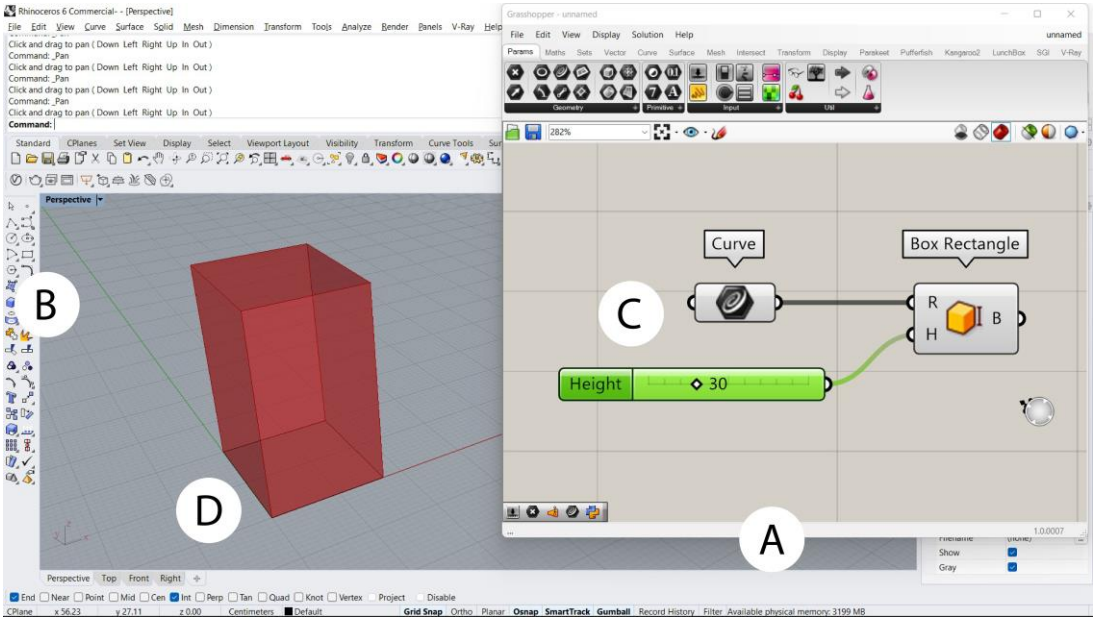
A interface do *Grasshopper* (Figura 4A) sempre fica paralela ao ambiente de modelagem do *Rhinoceros* (Figura 4B). Dentro da janela do *Grasshopper*, os usuários conseguem construir os modelos e parâmetros (Figura 4C) conectando os componentes. Esses componentes são controlados dentro do *Grasshopper* e os resultados paramétricos aparecem no ambiente do *Rhinoceros* (Figura 4D). Esses componentes constroem o fluxo de dados que podem apresentar elementos geométricos, funções lógicas, dados variados, dentre outros. A Figura 5 representa a variação paramétrica do modelo tridimensional variando o componente "*Number Slider*" que, nesse caso em específico, está vinculado à alteração da altura do elemento geométrico.

Figura 4: Interface de utilização *Rhinoceros*/*Grasshopper*.



Fonte: Adaptado de Tedeschi (2014).

Figura 5: Variação Paramétrica da geometria.



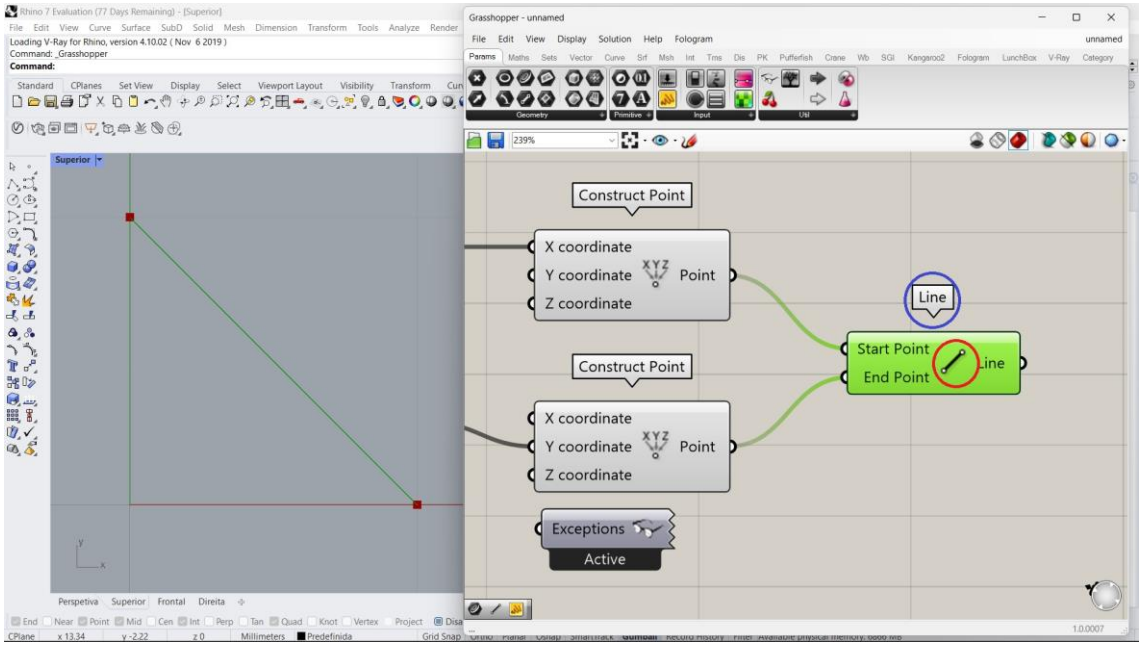
Fonte: Adaptado de Tedeschi (2014).

A ferramenta foi escolhida para explorar as possibilidades de composição dentro do Design de Superfícies tendo em vista as suas contribuições e possibilidades para uma vasta edição e manipulação das relações associativas que as superfícies podem imperar. Desse modo, espera-se explorar as possibilidades compositivas e os discursos comunicativos da visualidade presentes nas superfícies

digitais parametrizadas, dialogando com os componentes característicos do elemento superfície.

Ao longo desta dissertação, foi estabelecido um padrão para apresentação dos componentes presentes no *Grasshopper* levando em consideração o seu caráter gráfico para a identificação de elementos. Desse modo, os ícones figurativos que representam cada elemento do código construído são apresentados, bem como seus nomes por completo a fim de facilitar a identificação dos mesmos. Para isso, será utilizado o *plugin Bifocals*, o qual insere o nome completo do componente na parte superior de cada célula. A Figura 6 evidencia o ícone gráfico referente a um componente, círculo vermelho, e o seu nome destacado pelo *plugin* comentado, círculo azul.

Figura 6: Estrutura e visualização de componentes.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos.

REVISÃO DE LITERATURA

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 AMBIGUIDADE COMUNICATIVA DAS SUPERFÍCIES: ASPECTOS CONFIGURATIVOS E DISCURSIVOS

O planejamento e as interferências conscientes sobre as superfícies incorporam aos projetos de produtos qualidades que aguçam a competitividade e a diferenciação. Em um mercado altamente disputado, no qual o domínio, o cumprimento e a equivalência técnica satisfatória das funções mecânicas são o padrão esperado, a procura por autenticidade nos produtos muitas vezes está atrelado ao valor estético/simbólico. Além disso, observa-se também que a padronização dos bens de consumo é uma lógica produtiva considerada obsoleta e desestimulada (RINALDI, 2009; SCHWARTZ, 2008).

Freitas (2018, p. 29) apresenta reflexões sobre o comportamento dos consumidores do século XXI. Estes não se portam mais de maneira passiva em relação à oferta dos bens. Existe uma procura ativa por variedade, em que o poder de escolha é o imperativo. Os usuários tendem a vincular-se aos produtos que mais se aproximam das suas individualidades, e é na oferta variada que irão se destacar no momento de escolha e aquisição.

Caminhando nesse sentido, a estimulação do sensorial, cognitiva, emocional e a experiência satisfatória irão dotar esse produto de características de inovação e diferenciação. Isso liga-se a um planejamento e projeto que considere as superfícies como expoentes comunicadores (FREITAS, 2018, p. 33).

Corroborando com isso, Laranjeira (2019, p. 36) considera que “[...] as superfícies são importantes na delimitação de um objeto e desencadeiam estímulos sensoriais através de suas formas, de seu volume, e suas texturas visuais e táteis”. Para Lévy (2004), uma interface superficial é

> Uma superfície de contato, de tradução, de articulação entre dois espaços, duas espécies, duas ordens de realidade diferentes: de um código para outro, do analógico para o digital, do mecânico para o humano... Tudo aquilo que é tradução, transformação, passagem, é da ordem da interface (superfície). Pode ser um objeto simples, como uma porta, mas também um agenciamento heterogêneo (um aeroporto, uma cidade), o momento de um processo, um fragmento de atividade humana (LÉVY, 2004, p. 111).

Lisboa (2014) faz um apanhado de conceitos relativos a interfaces, dentre estes apresenta interpretações que consideram a interface como a superfície que

está entre o indivíduo e o maquinário (objeto); podendo atuar como um tradutor mediando duas partes; ou ainda como veículo para apresentação dos elementos visíveis. Ainda segundo considerações sobre a superfícies, para Lévy (2004), tem-se que:

> A primeira interface de nosso corpo é a pele, estanque e porosa, fronteira e local de trocas, limite e contato. Mas o que esta pele envolve? No nível da cabeça, a caixa craniana. E nesta caixa? O cérebro: uma extraordinária rede de computadores e de fios entrelaçados, eles mesmos conectados por inúmeros neurotransmissores (LÉVY, 2004, p. 111).

Desse modo, as superfícies ou interfaces, conscientemente planejadas, podem ser encaradas como artifícios estimuladores dessas diferenciações e inovações incrementais, que consideram o domínio dos aspectos visuais, perceptivos e interpretativos. A manipulação arquitetada de padrões, texturas, elementos visuais/táteis, cores e materiais pode contribuir para a promoção dos estímulos diferenciados.

A superfície em si e o seu planejamento, desse modo, passam a incorporar uma importância ímpar ao planejamento dos produtos como um todo, em especial considerando a multiplicidade de possibilidades de fabricação, simulação, prototipagem e observação, promovidas pelos meios tecnológicos hodiernos.

Silva (2020, p. 6) defende que o Design de Superfícies pode ser agente ativo na promoção de inovação, tanto nos processos de criação como de fabricação. Entretanto, há que se alertar para um cuidado ao se referir a características inovadoras sem cair em conceitos rasos, leigos, de senso comum e até mesmo errôneos.

Os produtos de um projeto de superfície podem conter informações, elementos e meios, articulados/concebidos, que se comunicam e se articulam com especialidades diversas, como: o Design de Moda; o Design Gráfico; o Design de Produto; o Design Cerâmico; o Design Têxtil; dentre tantos outros. Deste modo, é observável, no Design de Superfícies (DS), trânsitos dentro da grande área do planejamento projetivo.

Essa peculiaridade, e particularidade, incorporada aos trabalhos que envolvem as superfícies e interfaces interativas, tem o poder de caracterizar a vertente como transitória, híbrida, dual, fluida, não estática e comunicativa. “Todo designer, de uma forma ou de outra, manipula a superfície” (FREITAS, 2018, p. 18).

Neste sentido, Schwartz (2008) define:

> Design de Superfície é uma atividade projetual que atribui características perceptivas expressivas à Superfície dos objetos, concretas ou virtuais, pela configuração de sua aparência, principalmente por meio de texturas visuais, táteis e relevos, com o objetivo de reforçar ou minimizar as interações sensório-cognitivas entre o objeto e o sujeito. Tais características devem estar relacionadas às estéticas, simbólicas e práticas (funcionais e estruturais) dos artefatos das quais fazem parte, podendo ser resultantes tanto da configuração de objetos pré-existentes em sua camada superficial quanto do desenvolvimento de novos objetos a partir da estruturação de sua superfície (SCHWARTZ, 2008, p. 146).

O DS é um campo interdisciplinar que transita, conforme sua intenção de aplicação, por entre diversos campos do conhecimento (LARANJEIRA, 2019, p. 37). Alinhado a isso, Schwartz (2008) considera as superfícies como elementos/objetos autônomos que podem, e estão, no “entre”, no “intermédio”, na “fronteira” e na “delimitação”; Rinaldi (2009) as considera como elemento configurativo que trabalha em conjunto com outros configurantes, os quais perdem suas noções de sentido quando separados, decompostos ou isolados.

Para Freitas (2018, p. 5), o escopo de assuntos discutíveis pelo Design de Superfícies se expande para além de áreas como a têxtil, cerâmico e interiores. Hoje, podemos observar que os diálogos promovidos pela especialidade do Design podem contribuir até mesmo para a construção do digital e de artefatos virtuais. O Design de Superfícies nutre-se da interdisciplinaridade de grande área Design e se estimula a partir da incorporação de novos cenários pós-modernos como a integração computacional. Nutre-se também da fluidez das áreas com campos de discussão mais flexíveis.

O Design de Superfícies é uma especialidade híbrida por alocar e fazer uso direto de conhecimentos de outras áreas (RINALDI, 2013, p. 33). O campo dessas relações híbridas vincula-se ao desenho, à padronagem, à geometria, à expressão gráfica, à estruturação, à seleção dos materiais, à interação com os sujeitos, às estéticas, aos valores/símbolos intrínsecos e extrínsecos. Entende-se, então, o DS como uma esponja que absorve discussões e tenta ampliar seu escopo participativo no Design como um todo.

Em um projeto de superfície que tem ramificações que estão para além do caráter representativo, devem ser considerados aspectos projetivos relativos aos conceitos da geometria, estudo da estrutura, bem como os pontos de linguagens

gráficas. Soma-se a isso a inserção de componentes tecnológicos que se inserem e invadem os ambientes atualmente e as relações atuais. Sendo assim observado que o Design de Superfícies comunga aspectos extremamente variados à produção e disponibilidade de informação (RINALDI, 2009, p. 134).

A predisposição híbrida/ambígua, entendida aqui como indissociável das superfícies por reunir características diversas, também pode ser observada em outras abordagens e especialidades do Design, mas não de modo tão determinante. Ao que parece, as superfícies já carregam nas suas definições íntimas essa condição de ser “o entre”, de ser “o contato”, de ser “o dentro” e de ser, de modo ambivalente, “o fora”.

Essa prerrogativa resvala também no campo mais geral do Design que considera o contemporâneo com polissemias de discursos e subjetividades de entendimentos dos produtos.

> Existe hibridismo projetual na concepção do Design de Superfície e o mesmo ocorre em dois momentos distintos: no processo criativo, onde as especialidades inerentes ao Design cooperam para a sua formação, e no processo executivo em que a diversidade de informações técnicas e procedimentos construtivos auxiliam para a integração do Design com outras áreas produtivas [...] O Design de Superfície é um processo multifacetado que abrange o processo criativo e o processo executivo de modo interdependente, constituindo-se em hibridismo projetual. Ele é resultado de propósitos projetuais que iniciam-se na idealização criativa de um novo objeto e é finalizado quando esses ideais iniciais tomam forma física por meio de procedimentos corretos de fabricação do objeto (RINALDI, 2013, p. 172).

Desse modo, partindo para um campo de conceituação e considerações sobre alguns tipos de superfícies, Schwartz (2008, p. 13) discorre sobre a existência de três grandes abordagens que se articulam e devem ser consideradas ao projetar uma superfície, são estas: os **aspectos representacionais**; os **aspectos constitucionais**; e os **aspectos relacionais**. O primeiro considera as geometrias, bem como expressões gráficas empregadas; o segundo, os materiais, procedimentos e técnicas para a construção; e, por fim, o terceiro, as significações e relações entre os produtos, indivíduos e contextos.

Segundo Rinaldi (2013, p. 22), a abordagem representacional está intrinsecamente ligada ao desenho, a geometria e a padronagens; a perspectiva constitucional conversa com o material; e a relacional salienta as relações entre o produto, o usuário e o contexto. O autor ainda transporta o sentido da abordagem

constitucional, apresentado por Schwartz (2008), para uma abordagem estrutural considerando os aspectos técnicos de concepção do projeto em volta dos materiais e constituição de estruturas.

Para Laranjeira (2019, p. 40) os conceitos representacionais, constitucionais e relacionais estão atrelados respectivamente à criação, à produção e à aplicação. Duarte (2020, p. 124) considera o termo “sincronicidade” para a relação ambivalente dos aspectos constitucionais, relacionais e representacionais das superfícies, sendo apresentados em caráter de simultaneidade na superfície, por vezes, uns em maior grau do que outros.

Dentro da perspectiva de Rinaldi (2013, p. 52), os aspectos relacionais das superfícies apresentarão uma divisão em dois grupos: o primeiro considera as superfícies relacionais de característica inerte, com as quais há uma interação com o sujeito, mas esse usuário não a modifica durante a interação, por isso uma denominação relacionada à situação estática; já na perspectiva da superfície relacional receptiva, o outro grupo, o indivíduo interage de modo a alterar/modificar as superfícies, com objetivos diversos, seja para obter maiores informações ou novas percepções. Um exemplo destas são os produtos multi *touch screen,* em que, à medida que o indivíduo manipula, serão apresentadas novas animações/informações (RINALDI, 2013).

Ainda no campo da conceituação das superfícies, estas podem ser entendidas dentro de dois grandes grupos a partir de Schwartz (2008, p. 19). Aquelas que têm a finalidade de revestir, caracterizadas como superfície envoltório, as quais se conformam a um volume previamente definido, tendo pouco impacto sobre a dimensão estrutural. Em contrapartida, no outro grupo, a superfície objeto, são apresentados os vínculos intrínsecos entre estrutura constitucional e aspecto da configuração visual externa.

Duarte (2020, p. 67) comenta que a superfície, de caráter envoltório, pode ser encarada como um componente, de modo que pode ser adicionada ou construída depois que a forma/volume do produto já está pronta. Já a superfície entendida na condição de objeto está intrinsecamente condicionada à concepção do produto como um todo; o artefato é construído em pé de simultaneidade temporal às superfícies, ambos se confundem e fica impossível dissociá-los.

Entretanto, a superfície-envoltório, que se conforma à forma, tem um papel importante na relação produto/individuo. É uma das primeiras informações observadas pelo indivíduo até antes do toque. Estão vinculadas também à primeira impressão que o usuário terá do produto como um todo, comunicando-se diretamente com as afirmações estéticas e simbólicas entendidas e esperadas por aquele que fará o uso.

Então, as amplitudes, potencialidades e configurantes das superfícies devem ser considerados com cautela e não podem ser negligenciados tendo em vista o caráter comunicativo destas.

A superfície, ainda, pode ser interpretada, a partir de Freitas (2018), como um invólucro presente em todos os corpos que caminham em sentidos de similaridade à pele, onde o mundo exterior consegue interagir com o mundo existente no interior de um corpo. A autora delineia seu raciocínio sobre como as superfícies conseguem induzir novos significados e valores para os produtos e questiona “Onde estão os limites, vértices e superfícies de cada corpo?” (FREITAS, 2018, p. 39) para um entendimento mais detalhado desse agente comunicador intenso.

A partir de Lobach (2001, p. 156), a relação designer/produto e as relações usuário/produto são processos dinâmicos e que estão em constante trânsito de conceitos e interpretações estético/funcionais. Desse modo, as superfícies e o seu planejamento devem caminhar alinhados a estes campos de relação dinâmicos, sempre observando atualizações e inovação no campo do planejamento/concepção.

Ao longo das reflexões sobre, e sob, as superfícies, bem como os seus potenciais projetuais, aplicáveis dentro e fora do Design, pontua-se também essa vertente como um campo que se expande por, e para, várias dimensões, transgredindo os limites até mesmo do físico, do material e do visual, tocando, dessa maneira, as subjetividades atreladas ao imaterial, ao digital e ao tátil.

Ruthschilling (2002, p. 39) comenta, e observa, como são férteis as possibilidades de aplicação da área. Dessa maneira, no tópico seguinte, consideram-se as dinâmicas em volta dos trânsitos interpretativos das superfícies, e, para além disso, indagações como: quais são os meios em que esses elementos habitam, orbitam e transitam? Quais são os elementos característicos compositivos? Como estimulam, sensibilizam e comunicam? E por onde é possível interagir? serão discutidos.

3.1.1 As Superfícies como agente articulador informativo

Agner (2018), autor do livro “Ergodesign e arquitetura da informação”, comenta que, para se estabelecer uma relação informativa, principalmente considerando as articulações em torno do Design, primeiro faz-se necessária a transmissão de mensagens mediante a disposição de dados previamente reunidos.

Os dados só irão se configurar em informação quando contextualizados, processados, diagramados, organizados e apresentados de modo a fazer, e ter, sentido (AGNER, 2018, p. 39). “Os dados precisam ser trabalhados para que se tornem informações realmente significativas. É preciso perguntar quem é o usuário da informação, suas necessidades, habilidades, expectativas e interesses, e como alcançá-los” (AGNER, 2018, p. 38).

Compreende-se, então, que os dados entendidos na condição de informação estão configurados, planejados, e, por que não, projetados de maneira adequada. As superfícies configuradas de maneira consciente, entendidas como estimuladores de variadas percepções dos sentidos, e possíveis estimuladoras de interpretações subjetivas e emocionais, devem ser organizadas, administradas, contextualizadas e passar pelo processo de projeto para gerar informações.

Nesse sentido, Freitas (2018) considera que as superfícies estabelecem comunicações que promovem e estimulam os sentidos numa comunicação, por exemplo, quando o tato é estimulado por uma superfície áspera e rugosa (FREITAS, 2018, p. 13). Neste sentido, a superfície aqui é percebida como um corpo que recebe e transmite informação.

Caminhando paralelo a isso, Dondis (2015) comenta que a linguagem é um recurso comunicativo desenvolvido pelo homem, e a expressão visual é um artifício de intensa atração. Ver é uma experiência direta que utiliza dados visuais para transmissão de informação e exige uma velocidade na transposição dos discursos.

Sendo assim, o homem tende a uma preferência pela informação visual, sendo este meio comunicativo o mais antigo registro da história da humanidade (DONDIS, 2015). Corroborando com isso, a autora ainda considera que, “[...] nos modernos meios de comunicação, o visual predomina, e o verbal tem a função de acréscimo” (DONDIS, 2015, p. 12).

Para Freitas (2018, p. 16) “O Design de Superfícies é o design de interfaces, existe na pele dos objetos”, existindo e exigindo ambiguidades. A superfície na condição de agente comunicativo interpola o interior e o exterior a partir das cores, texturas e demais informações visuais/táteis, de maneira menos literal/verbal, sem a necessidade de um raciocínio cognitivo linear para interpretações.

A linguagem utilizada para a absorção de informações por intermédio das superfícies prevê um esquema de observação mais difuso e menos direto, podendo causar interpretações distintas e levar tempos relativos de indivíduo para indivíduo para que a mensagem seja absorvida.

A mensagem pode ser lida como um todo, só depois fragmentada e decomposta em partes para associações, o que compete, de maneira divergente, às informações de cunho verbal literal, nas quais as partes primeiro são observadas e depois compostas em um todo.

Isso vai ao encontro do que comenta Dondis (2015) sobre a Teoria da Gestalt, na qual se pode entender que o “todo” é formado por muitas partes. Estes fragmentos podem ser isolados e apresentar características inteiramente independentes relevantes para interpretação visual (DONDIS, 2015, p. 51). Faz-se necessário entender, assim, que o “todo” está atrelado à informação, contextualizada e interpretável, e as “muitas partes”, passíveis de associação aos dados, que devem passar pelo processo de contextualização para fazer a informação estar presente. A linguagem visual comunicativa, estabelecida pelas superfícies, e o processo de leitura desta podem se estabelecer nesse processo de planejamento da informação.

A leitura visual não se contrapõe à leitura do texto escrito, mas apresenta informações e modos de absorver essas informações de maneiras distintas. Na leitura verbal, encontramos símbolos mais esquematicamente organizados, em contrapartida, na análise das superfícies, não encontramos normas e padrões estritamente definidos, pois os códigos imagéticos podem se dar em ordens do subjetivo diferente dos códigos conceituais, como os do alfabeto, que são objetivos, obedecem a convenções, precisam ser apreendidos e, consequentemente, aceitos e difundidos amplamente (FLUSSER, 2007).

A interface, no que compete à superfície, se estabelece no fim das relações entre a configuração visual, estrutural e contextual do objeto. Essa superfície, como

aspecto da interface, acaba sendo o mediador de interações físicas e cognitivas entre o sujeito e o produto/serviço. Dentro do domínio dos sentidos e percepções, o tato e a visão se manifestam de maneira mais marcante, mas a visão se destaca ao aguçar o processo sensório-cognitivo-imagético (SCHWARTZ, 2008, p. 32). Além desses enfoques, podem ser considerados também o aspecto perceptivo e o reflexivo sobre a identificação visual das superfícies.

Para Lobach (2001, p. 170), “Percepção é um processo pelo qual uma aparência estética se transforma em significado”. De um modo prático, e sintético, a percepção, geralmente, perpassa a visão, mesmo não sendo o único meio para se entender as coisas. O processo de enxergar, segundo o autor, faz uso da luz e dos canais visuais associados aos olhos, como a retina, os cones, bastonetes até chegar ao cérebro.

Entretanto, a percepção incide sobre maiores variáveis que somente as biológicas, são interpretações que carregam, junto do indivíduo suas experiências de vida até o momento. Esse é um processo subjetivo que irá depender também da imagem atual da percepção, da memória pessoal e experienciais ou valores partilhados no coletivo. São experiências anteriores que contribuem para experiências e percepções atuais, dependendo também dos interesses e desvios de atenção do receptor (LOBACH, 2001).

Lobach (2001) ainda destaca que as características da superfície dos produtos têm grande influência sob o seu aspecto visual final, conversando com a percepção. Características das superfícies como o aspecto brilhante, fosco, polido ou rugoso podem influenciar o tipo de uso a que esse produto estará vinculado no cotidiano de um uso arbitrário (LOBACH, 2001).

Destes apontamentos, sobre os entendimentos das superfícies, cabe observar também os trânsitos entre a materialidade e a imaterialidade. A materialidade, para Duarte (2020), deve ser uma plataforma para se alcançar o conceitual, o cognitivo e os sentidos imateriais do produto.

Já a imaterialidade, para Freitas (2018), dentro do campo do Design de Superfícies, se estabelece na promoção da sensibilidade dos sentidos. Esse imaterial resvala no estético e no simbólico e deve usar a materialidade como suporte para a sua execução. Um corpo é necessário para que se desenvolva uma estrutura gráfica visual ou tátil. A materialidade, que pode dialogar com o virtual, se

estabelece numa intrínseca relação com o imaterial, no campo das ideias, no conceitual e na promoção do produto (FREITAS, 2018). “A conexão entre o produto e a emoção pode ser estabelecida e intensificada por meio da manipulação da superfície do material, captando, com mais destreza, a atenção do consumidor em meio a uma imensa variedade de produtos” (FREITAS, 2018, p. 41).

Dessas considerações, há que se destacar questionamentos apresentados por Rubin (2005, p. 18) como quando a autora pergunta se “O design de superfície trata-se apenas de uma tratamento cosmético que se dá a alguns produtos?”; ou ainda “E se for o caso, trata-se de algo eminentemente superficial, descartável, sem importância ou qualquer conotação estética ou projetual mais profunda?”.

Outra consideração interessante foi formulada por Bonsiepe (2015) no seu Livro “Do material ao digital”, no qual o autor comenta que até mesmo nos *softwares* estritamente digitais, para os quais se destinam projetos de interfaces gráficas (similares a superfície destacada no texto), por muito tempo foi observado um entendimento simplista, subestimado e “cosmético”, mesmo sendo a interface o meio pelo qual se estabelece a relação de comunicação entre o humano e o computador.

Desse mote, Rubim (2005) vai de encontro ao entendimento de que o planejamento das superfícies, associado ao projeto de design, apresenta como resultados algo que é de fato concreto, visível e fruto de ampla pesquisa, destoando das primeiras conotações “superfícies” sobre o tema (RUBIM, 2005).

O Design de Superfícies, ainda segundo a autora, constitui as mais variadas formas e também é representado de inúmeras maneiras, desde que consideremos que qualquer superfície é passível de *projetação* (RUBIM, 2005). “A interface permite acender o potencial instrumental de artefatos materiais e comunicativos” (BONSIEPE, 2015, p. 41). “É contraditório falar de artefatos sem interface, como se fosse possível conectar o corpo humano com artefatos de forma direta [...] Na realidade virtual tudo é interface, tudo é design” (BONSIEPE, 2015, p. 42).

Nesse sentido, e considerando tudo que foi exposto, discorrendo sobre a relação entre o tipo de informação produzida e administrada pelas superfícies, fica aqui destacado o entendimento de que esse agente comunicativo muito pode contribuir para aos projetos envoltos no planejamento dos produtos/serviços. Desse modo, a informação articulada e arquitetada minuciosamente deve apresentar alguns elementos configurantes essenciais que são discutidos na sequência.

3.1.2 Constituintes informacionais das superfícies

Gomes Filho (2008) conceitua a forma sob algumas prerrogativas: a primeira em um sentido filosófico, a qual, é “particularmente metafísica” onde a forma pode assumir um viés platônico de “ideia, espécie e gênero”, bem como assumir um sentido aristotélico de “matéria com a qual se faz algo, aquilo que alguma coisa é”; outros sentidos associados à forma podem ser o lógico, o epistemológico e o estético (GOMES FILHO, 2008, p. 34).

De todo modo, o autor racionaliza que a forma define uma figura e a imagem de um conteúdo. Tudo que vemos possui forma com propriedades que a consubstanciam, ou seja, “[...] a forma pode se constituir em um único ponto (singular), ou em uma linha (sucessão de pontos), em um plano (sucessão de linhas), ou ainda em volume” (GOMES FILHO, 2008, p. 34). Sobre o entendimento da forma, mais alinhada ao Design, tem-se as considerações de Flusser (2007) que comenta:

> Se ‘forma’ for entendida como oposto de ‘matéria’, então não se pode falar de design ‘material’; os projetos estariam sempre voltados para informar, e se a forma for o “como” da matéria e a "matéria" for o “o que” dá forma, então o design é um dos métodos de dar forma a matéria e de fazê-la aparecer como aparece, e não de outro modo. O design, como todas as expressões culturais, mostra que a matéria não aparece (é inaparente), a não ser que seja informada, e assim, uma vez informada, começa a se manifestar (a torna-se fenômeno). A matéria no design, como qualquer outro aspecto cultural, é o modo como as formas aparecem (FLUSSER, 2007, p. 28).

Para Gomes Filho (2008), a forma e a configuração caminham em sentidos que se cruzam e se confundem “Configuração é sinónimo de forma” (GOMES FILHO, 2008, p. 40).

Dessa maneira, consideram-se a configuração e a construção da forma sob duas perspectivas: a primeira que se relaciona à representação real do objetos e coisas, sendo os limites reais traduzidos pelos pontos, linhas, planos volumes, podem ser representação auxiliadas por fotografias pinturas, gravuras e ilustrações; e a outra perspectiva, sendo a representação esquemática, em que as formas se originam das nossas percepções, mas que tendem a transgredir os limites do figurativo podendo se associar a um objeto como o todo ou algumas partes.

Conforme apresentado por Rinaldi (2009, p. 36) e Wong (1998), os aspectos da forma podem ser apresentados dentro de quatro grupos: conceituais, visuais, relacionais e práticos.

Os conceituais, elementos não visíveis e que não existem na realidade, como quando são observadas linhas contornando objetos. Estão pertencentes a este grupo o ponto (indicador de posição, sem comprimento ou largura), a linha (ponto em movimento com comprimento, posição e direção), o plano (apresenta comprimento, largura, definindo limites dos volumes) (RINALDI, 2009). Para Silva (2015, p. 64), os elementos conceituais parecem estar presentes quando observando o todo compositivo.

Os elementos visuais consideram as representações visuais dos elementos conceituais. Desse ponto, apresentando características formais como dimensão, cor, textura, dentre outros. Sendo o formato o aspecto que considera relação de identificação no momento da percepção; o tamanho relativo às dimensões mensuráveis; a cor compreende tanto os matizes do espectro quanto os pretos, brancos e tons de cinza; a textura vai se referir aos aspectos da superfície diretamente relacionadas à percepção do tato (RINALDI, 2009; SILVA, 2015).

Os elementos relacionais, como a direção, dependem da disposição dos elementos e dos observadores; posição em relação à estrutura apresentada como um todo; espaço relacionado à ocupação ou ao vazio; gravidade, atribuições de percepção de peso ou leveza (RINALDI, 2009).

Por fim, os elementos práticos estão entendidos como o tipo de representação ou configuração da forma que podem ser figurativas, realistas, abstratas; de significação relativa a mensagens e informações perceptíveis.

Sobre a percepção da forma, pode-se compreender um conglomerado de fatores e variáveis, que se associam à interação entre luz, o observador e o próprio objeto (GOMES FILHO, 2008, p. 35). A percepção, muito discutida pelos propositores da Gestalt, lida com o resultado da interação entre o objeto, o meio em que este se apresenta e o sujeito. A Gestalt, desse modo, se estabelece como campo de estudos sobre as percepções dessas formas e como seus constituintes se interrelacionam (RINALDI, 2009, p. 38).

Para Silva (2015, p. 65), a Gestalt constrói um raciocínio na tentativa de entender o porquê de certas coisas gerarem maior afinidade que outras,

considerando aspectos psicológicos como um conjunto autônomo, individual e articulado da percepção individual. Neste sentido, Silva (2015 p. 67) comenta: “Atribui-se assim o sentido da frase ‘o todo é maior do que a soma das partes’, usada muitas vezes para explicar e resumir a teoria da Gestalt”.

Ainda segundo os estudos reunidos por Silva (2015, p. 67), a percepção humana está condicionada a uma interpretação das relações das partes que dependem de outras partes do todo. O cérebro não enxerga elementos isolados “Essas organizações que ocorrem na estrutura cerebral são espontâneas, naturais e independentes de qualquer aprendizado, inerentes ao ser humano” (SILVA, 2015, p. 69).

O Design, dentro desse processo, constrói signos para que os indivíduos absorvam informações e, para isso, utiliza-se de significados, significantes, símbolos, ícones, índices e de modo geral a forma. Desse modo, a teoria da forma (Gestalt) também deve ser considerada no planejamento das informações e das superfícies.

Dentro desta, destacam-se as relações das partes para com o todo e a percepção do todo pelas partes. A Gestalt seria a teoria que considera as interpretações dos indivíduos sobre as formas e a forma sendo entendida aqui, a partir de Azambuja, Mendes e Silva (2021, p. 55), como tudo aquilo que delimita um conteúdo visível ao informar a natureza da presença de alguma coisa.

Azambuja, Mendes e Silva (2021) e Silva (2015, p. 70) comentam 8 princípios da Gestalt que podem estar presentes em manifestações visuais diversas, sendo estas: (1) Unidade (elementos que se encerram em si; pode apresentar níveis de semelhança e igualdade entre os constituintes do conjunto de elementos); (2) Segregação (capacidade perceptiva de separar unidade de um todo, colocar elementos em evidência); (3) Unificação (harmonia, igualdade, ou semelhança); (4) Fechamento (totalidade da forma observada, tende a formar unidades, delimitação entre externo e interno); (5) Continuidade (sem quebras ou interrupções, apresenta fluidez visual, segue uma narrativa perceptível entre os elementos); (6) Proximidade (tendência de agrupar elementos próximos e quanto mais similares maior o fator de agrupamento, influindo diretamente na proximidade, semelhança e união); (7) Semelhança (aspectos que tendem para a construção de unidade entre elementos); Por fim, a (8) pregnância da forma (equilíbrio visual e minimamente complicada no

que diz respeito à organização formal) (AZAMBUJA; MENDES; SILVA, 2021; SILVA, 2020).

Os atalhos mentais que o nosso cérebro desenvolve para o entendimento e atribuição de significado às formas também podem ser ligados aos conceitos da semiótica, desse modo fazendo pertinente o entendimento dos signos, significados e significantes para composição das formas. No fim, todos estes elementos contribuirão para o estabelecimento da informação do objeto e, consequentemente, da superfície.

Azambuja, Mendes e Silva (2021, p. 9) comentam que a semiótica considera os estudos que abarcam as linguagens, sendo entendida também como, a partir dos contributos de Charles Sanders Peirce, a teoria geral dos signos e a construção dos significados. Estuda todo e qualquer fenômeno passível de produção de sentido, ser significante e apresentar significado.

A semiótica não se limita às considerações da linguagem verbal; existe uma necessidade de observar para além do verbal. O imagético muito significa por meio de muitos signos. Os signos podem ser entendidos como uma coisa que representa outra coisa, e que pode também caracterizar coisas.

Quando esse signo é percebido, entendido e interpretado, isso leva ao indivíduo observador uma gama de informações, construídas ali ou pelo seu repertório prévio pessoal.

A atividade promovida pelo designer atribui-se à necessidade de manipulação e gerenciamento dos signos, em outras palavras ele “[...] conduz o processo de significação e interpretação” (AZAMBUJA; MENDES; SILVA, 2021, p. 20).

O signo deve se fazer presente no processo de associação e interpretação de um público. Entende-se o signo como algo que pode atribuir sentido, o qual pode ocorrer por um processo de associação, atribuição de valor e compreensão de cada indivíduo, apresentando-se sob três fatores constituidores: o veículo (aquilo que apresenta a informação); o *designatum* (aquilo que o veículo se refere); e o interpretante (efeito ao qual o veículo causa sobre um intérprete).

Desse modo, sempre que exista uma atribuição de significado haverá apresentação de um signo. O significado é a imagem formada na nossa mente e o significante é o signo utilizado para transpor essa informação, seja um desenho, uma palavra ou o som (AZAMBUJA; MENDES; SILVA, 2021).

Para Peirce (2005), os signos representam algo para alguém, se dirige a essa pessoa e cria um significado dentro de um domínio de interpretação. É também um objeto perceptível e até imaginável (PEIRCE, 2005). E essa característica corresponde ao que Flusser (2007) comentou sobre o processo artificial da comunicação humana que se utiliza de instrumentos e ferramentas organizados em código e signos e que, geralmente, depois de assimilados, parecem naturais (FLUSSER, 2007, p. 89).

Dessa prerrogativa, serão apresentados os continentes da forma que podem construir esses signos, essa informação e no fim a superfície.

3.1.3 Os Elementos Construtivos/Compositivos da Forma

Dondis (2015, p. 22) denota ao “acontecimento visual” a importância das partes construtivas compositivas, como a cor, textura, dimensão dentre outros. Sendo os componentes individuais do processo de construção visual: o ponto (unidade mínima); a linha (delimitante); as formas elementares, constituintes de todas as formas possíveis (quadrado, triângulo e círculo); a direção e o movimento; a variação do tom, ausência ou presença de luz; a textura, caracterizador de ordem tátil/visual da superfície material do objeto; escala e proporção com suas medidas em termos relativos; dentre outros. Ao combinar, interativamente, esses componentes teremos uma informação visual múltipla. A título de elucidação preliminar, serão considerados os elementos construtivos/compositivos elementares das formas.

Ponto, linha e plano são elementos conceituais que não são visíveis. Quando visíveis, estão descrevendo e configurando uma forma. Mesmo o menor ponto, se visível, apresentará uma dimensão (WONG, 1998, p. 45).

O ponto é o dado informacional mais simples da comunicação visual, descrito como unidade fundamentalmente simples e irredutivelmente mínima, sem extensão e com forte atração visual. Na natureza, seu aspecto mais comum é o de circunferências elípticas, sendo o caráter triangular e retangulares raridades, não apresenta ângulos e direções (AZAMBUJA; MENDES; SILVA, 2021; DONDIS, 2015; GOMES FILHO, 2008; WONG, 1998).

Para Wong (1998), os pontos definem posições-chave de trajetórias, tendem

a dirigir o olhar a depender da sua proximidade com outros pontos e se relacionam com a pequenez, mesmo relativa, ao comentar que “seu tamanho deve ser comparativamente pequeno e seu formato deve ser razoavelmente simples” (WONG, 1998, p. 45).

Quando os pontos estão próximos uns dos outros o suficiente para não ser possível distinguir o seu caráter unitário, a cadeia de pontos se converte em uma linha. Dondis (2015) considera as linhas como pontos em movimento. Wong (1998) considera que a linha pode ter aparência diversa: reta; curva; quebrada; irregular; entre outras. A linha conforma, controla e delimita.

A justaposição de linhas descreve uma forma; as três formas básicas são o triângulo, o quadrado e o círculo. Estas formas são planas, fundamentais e apresentam especificidades particulares: o quadrado apresenta quatro lados; o triângulo apresenta ângulos iguais nos cantos e lados que têm o mesmo comprimento; e o círculo é uma curva contínua cujo centro é equidistante a todos os outros pontos que compõem a circunferência. Essas formas elementares apresentam também direções visuais básicas e significativas: o quadrado, a horizontal e vertical; o triângulo, a diagonal; e o círculo, a curva. As variações dessas formas/planos resultarão em todas as outras formas conhecidas (DONDIS, 2015).

Um plano é delimitado por linhas conceituais, aquelas que não são visíveis, estas formas podem apresentar formatos diversos conforme Wong (1998, p. 47): formatos geométricos (constituídos matematicamente); formatos orgânicos (curvas fluidas); formatos retilíneos; formatos irregulares; formatos feitos à mão; formatos acidentais; dentre outros. Podem preencher um espaço ou ser o espaço a ser preenchido, respectivamente formas positivas e negativas.

Bressan (2018, p. 17) considera que “[...] um plano pode ser uma superfície, mas nem sempre uma superfície é plana”. O plano seria uma estrutura bidimensional que a superfície pode assumir, mas a tridimensionalidade é um dos casos possíveis. Ainda segundo comentários tecido pelo autor, as superfícies regradas são aquelas constituídas pela movimentação de uma linha reta sobre uma diretriz, somente superfície desse tipo podem ser planificáveis.

Dentro da geometria, em um primeiro momento, o conceito de superfície se vincula às definições de área e face, nas quais são definidos apenas dimensões de comprimento e largura. Em seguida, podem se atribuir conceitos de volume às

peças, exemplo dos sólidos geométricos básicos (esfera, cilindro, pirâmide, cone e prisma).

O volume é definido como algo que se expressa por projeções nas três dimensões do espaço. Entretanto, este pode ser um efeito criado, como nas técnicas de simulação tridimensional nos *softwares* que lidam com modelagens tridimensionais. Aqui também pode-se ampliar essas percepções considerando as construções lógicas matemáticas de desenho e perspectiva. Para Azambuja, Mendes e Silva (2021), o volume caracteriza a forma nas três dimensões.

Silva (2020) afirma que o espaço bidimensional é apenas um ente teórico, pois, ao se inserirem no mundo físico, as superfícies apresentarão três dimensões. O carácter tridimensional da superfície pode ser explorado trabalhando relevos ou ainda estabelecendo espessuras diversas (SILVA, 2020, p. 17). Corroborando com isso, Wong (1998, p. 231) comenta que “[...] o mundo bidimensional é essencialmente uma criação humana, e só pelo olhar do ser humano esse mundo ganha sentido”, já o mundo tridimensional, onde vivemos, podemos olhar para cima, para baixo, esquerda e direita, observando as três dimensões dos objetos. Cada ângulo e movimentos de reposicionamento de um objeto transmite informações novas, pois a nossa relação com este objeto/produto mudou.

Estas definições, apresentadas ao longo da seção, corroboram com as intenções de discussão desse estudo como expoente das ambiguidades das superfícies. O carácter de transição observado nas definições do ponto, que se torna a linha, da linha, que se torna a face, e da face, que vai de encontro ao volume; neste último, considerando também a manipulação dos aspectos de configuração visual, também se entrelaçam ao planejamento e características das superfícies. Sendo a transição, como observado no capítulo anterior, um caráter eminente nestes objetos. Uma superfície bidimensional, como um tecido, que, ao ser inserida no mundo/corpo tridimensional, acaba absorvendo volumes e curvas. Existem o revestir e o definir um corpo dentro desse processo, é o intercâmbio entre as duas dimensões eminentemente divergentes. Desse modo, faz-se necessário o entendimento dos componentes que permitem esse processo de transição.

3.1.4 Elementos construtivos/compositivos das superfícies

Na superfície, aqui entendida sob a condição de envoltório/objeto transitório, fronteiriço e comunicativo, que se constitui de sub elementos informativos, tanto relativos a características bidimensionais dos objetos quanto a características tridimensionais, pode-se atrelar a figura do “módulo” como raiz constitucional.

Para Silva (2020), um os principais conceitos que orbitam em torno das superfícies, e da atividade projetual destas, é a construção de módulos, bem como a preocupação com seus encaixes, planejamento de simetrias e repetição ordenadas, os quais podem ser aplicados também a superfícies tridimensionais.

A partir de Schwartz (2008), é possível compreender que o módulo se caracteriza por ser um elemento compositivo e/ou estruturador que apresenta as informações elementares das superfícies. Pode ser entendido como o elemento mínimo, assim como o ponto para a comunicação visual formal. Este carrega as configurações a serem repetidas ao longo da superfície. Por vezes, bidimensionais, as quais apresentam apenas grafismos e elementos visuais considerando a largura e o comprimento, ou ainda de modo tridimensional, com texturas variadas e elementos que invadem o espaço.

O módulo pode ser entendido também na categoria de espaço que limita a unidade informacional mínima. Desse modo, “Com a estrutura, composta por módulos, o designer tem a condição de obter e prever os resultados e assim pavimentar o plano” (RINALDI, 2013, p. 90). Eles são os responsáveis pelo “[...] contínuo perfeito das superfícies” (FREITAS, 2018, p. 68).

A constituição desta unidade informacional advém dos motivos, as figuras base, que reunidas irão compor o elemento modular a ser repetido (ou não), de modo a chegar em um resultado estético diferente da unidade e só observável a partir da repetição e agrupamento (SCHWARTZ, 2008).

O conjunto de módulos agrupados compõe uma unidade compositiva que leva em consideração encaixes e métodos de organização e repetição desses módulos. A noção de módulo e a noção de sistema de repetição devem ser combinados uniformemente. Geralmente uma malha é o estruturante da repetição, ou seja, disposição dos módulos em intervalos preestabelecidos (RUTHSCHILLING, 2002, p. 42-43).

Para Freitas (2018, p. 58), a repetição é uma característica recorrente no Design de Superfícies, pode não ser determinante, mas, de maneira geral, é percebida com frequência em projeto de superfícies variadas. A noção de repetição aqui considerada entende que o módulo, unidade de informação elementar do padrão, deve ser repetido seguindo ordens de aplicação na vertical e na horizontal, sem a presença de interrupções da continuidade do padrão.

Em alguns casos, essa unidade elementar informacional é claramente percebida, em outros, no entanto, a composição da repetição contribui para a construção de novas possibilidades de interpretação da informação elementar que, quando repetida, será percebida de maneira diferente da unidade e pode contribuir para que a identificação da unidade compositiva seja dificultada.

Os encaixes são os pontos de encontro dos módulos de maneira que formam composições contínuas e vão depender do módulo, da malha e do sistema de repetição (FREITAS, 2018; RUTHSCHILLING, 2002).

Mas a relação de encaixe perfeita não é uma regra irredutível. Os módulos podem se estabelecer como aplicações unitárias, sem considerar o fato “contiguidade” como o foco. A ocupação espacial, com sequências, movimentos e ritmos, pode ser desconsiderada. O fator “repetição” também, não necessariamente, precisa obedecer a regras impositivas de organização e encaixe perfeito, entretanto, se o objetivo é uma leitura linear e contínua do padrão formado, essa característica apresentará dificuldades pelas interrupções e disposições irregulares (RINALDI, 2009, 2013).

A interpretação do linear e do contínuo, a partir dos módulos, pode se ancorar também nas simetrias, as quais contribuirão diretamente para os sistemas de alinhamento, repetição e a constituição da malha. Silva (2020) comenta a divisão de simetrias entre rígidas (isometrias) e não rígidas (homeomorfas). As simetrias rígidas movimentam os elementos no plano e modificam apenas a localização da figura. As simetrias rígidas simples são a reflexão, a translação e a rotação. Existe ainda a possibilidade do uso simultâneo de mais de um tipo de simetria. Os princípios da simetria descrevem como o padrão é organizado (LARANJEIRA, 2019, p. 45).

A malha será um fator determinante para os sistemas de repetição e simetrias. Esta pode ser considerada, mais especificamente conforme apresentado por Rinaldi (2009, p. 69), como o espaço aberto entre as inserções de segmentos de

retas que formam pontos (encaixes dos módulos).

Para Duarte (2020), a malha é a grade básica, que orienta a composição da superfície. De acordo com Wong (1998), geralmente são apresentadas em subdivisões de área com o mesmo tamanho e formato. Do mesmo modo, se estabelece o *grid*, que é um aspecto conceitual e que não se faz perceptível visualmente na composição do padrão da superfície, mas que atua na organização do sistema visual apresentado. A malha é obtida a partir da repetição dos elementos modulares seguindo uma predefinição para essa repetição, a qual definirá a maneira, a ordem, o lugar e como o modelo será repetido (SILVA, 2020, p. 24).

E a sistematicidade da repetição bem como o uso/criação de malhas que orientarão as repetições pode ser aplicada usando linguagens de programação (LARANJEIRA, 2019, p. 51).

Essa afirmação vai de encontro às definições anteriores dos aspectos constituintes das superfícies que consideram a repetição um aspecto recorrente e muito difundido. Dentro dos *softwares* que lidam com o planejamento seguindo orientações matemáticas, é possível construir esses padrões e superfícies de maneira sistemática e algorítmica podendo considerar todas as variáveis pertinentes a superfícies e seu planejamento.

Laranjeira (2019 p. 29) considera que o computador se tornou uma das ferramentas mais significativas no processo de projeto, tornando-se um braço do projeto. A construção na ordem matemática dentro dos *softwares* que lidam com o CAD permite também a fabricação o transporte dessa imaterialidade para a materialidade. O designer tem seus limites criativos expandidos com o auxílio de tais ferramentas e isso tudo aliado ao controle preciso das formas. Laranjeira (2019, p. 32) pontua que “Programar significa estabelecer um processo de cognição ampliada por meio de princípios de lógica”.

Caminhando no mesmo sentido, Freitas (2018, p. 50) comenta sobre as possibilidades de planejamento das superfícies utilizando os *softwares* computacionais hodiernos, considerando as suas potencialidades para visualização a partir de modelagens tridimensionais e prototipagem rápidas sendo possível analisar as possibilidades e testar permitindo ajustes incrementais mais diretos e certeiros antes de ir para a linha de produção. Permite que o designer tenha acesso a diversos ângulos dos objetos quando trabalhados com diretrizes nos eixos X, Y e

Z.

No entendimento de Laranjeira (2019, p. 13), as superfícies são sistemas em que são apresentados elementos, entidades, unidades e características visuais/formais regidos por regras no intuito de formar um todo compositivo. A autora faz alusão a esse sistema e à aplicação disso dentro dos conceitos de Design Paramétrico e Algorítmico tendo em vista a possibilidade de manipulação seguindo parâmetros definidos. O pensamento sistêmico aplicado à sistematicidade das superfícies, o repetir ordenadamente seguido pela orientação das malhas, detém afinidades com o computacional que, para a autora, cria, no Design de Superfícies, bem como seus aspectos constituintes, um ímpeto e tendência para cada vez mais a ser assistido pelas ferramentas computacionais.

Uma superfície simulada no digital não apresenta as mesmas características que uma superfície similar topologicamente dentro do mundo físico “real”. Podemos considerar os próprios atributos físicos, bem como as possibilidades de visualização e manipulação propiciados pela ferramenta computacional. Nas superfícies tridimensionais digitais, pode-se interferir diretamente nas suas estruturas sem comprometer a sua sustentação, por exemplo, ampliando possibilidades de experimentação e plasticidade. Desse modo, as possibilidades de configuração dos elementos constituidores das superfícies e as próprias superfícies, na categoria de objetos autônomos, são enriquecidas. Controlar os módulos parametricamente, bem como os sistemas de repetição e simetrias, pode apresentar resultados quase que infinitos.

3.1.4.1 O Diálogo para com as Texturas

Ao se debruçar sobre os aspectos constitucionais no que tange às dimensões em que essa superfície se ancora para performar no espaço, Silva (2020, p. 24) considera que a bi e a tridimensionalidade apresentam aspectos similares. São combinações entre vértices, arestas e faces, que podem, ou não, estimular as três dimensões. O vértice é o ponto referencial no plano, já comentado, sendo uma unidade básica, sem altura, largura ou profundidades, apresentando uma referência de localização nos eixos X, Y e Z. Vértices podem ser compartilhados por mais de uma aresta, a aresta liga dois vértices, e a face é o próprio polígono que contribui

para a constituição de informação visual tridimensional (BRESSAN, 2018, p. 20). A aplicação de texturas para estabelecer esses diálogos com a dimensionalidade é muito comum.

Dentro dos elementos visuais constituidores da forma, podemos considerar as texturas como predominantes dentro dos projetos de configuração e planejamento de superfícies bi/tridimensionais. A textura muitas vezes é percebida como um sinônimo de superfície, recaindo mais uma vez as características ambíguas do que se entende por interface e superfície.

Azambuja, Mendes e Silva (2021) consideram que as texturas determinam os aspectos das superfícies, podendo ser visual ou tátil, rugosas ou lisas, regulares ou irregulares. A textura tátil, segundo apontamentos das autoras, é aquela que pode ser sentida pelo toque, e a visual é sensação formada pelos processos de significação internos: “[...] a sensação provocada pela textura visual é tão intensa quanto a proporcionada pelo toque, porém nesta, o toque é percebido pelo olhar do observador” (AZAMBUJA; MENDES; SILVA, 2021, p. 100).

A textura (elemento visual) por vezes também pode ser descrita pela qualidade do tato, podendo, os aspectos visuais e táteis, coexistirem mutuamente e apresentar experiências singulares no que compete a cada sentido estimulado. Muitas vezes, a percepção tátil é negligenciada ao longo da construção e desenvolvimento cognitivo e, por esta razão, muitas vezes sem o auxílio da visão, o indivíduo pode não ser capaz de reconhecer superfícies e texturas específicas (DONDIS, 2015).

Wong (1998, p. 119) considera que as texturas apresentam as características da superfície de uma forma, na qual “[...] cada formato tem uma superfície e toda superfície deve ter determinadas características”, sejam estas suaves, lisas, ásperas, decoradas, foscas, polidas, macias, rugosas, molhadas, geladas, firmes, fluidas, dentre tantas outras. O autor ainda comenta que as superfícies lisas, com uniformidade, geralmente são lidas como “sem textura alguma”, mas esse aspecto é a própria configuração e planejamento da textura em si.

As texturas podem ser classificadas em duas categorias: visuais e táteis. A textura visual implica no olhar, mas também pode evocar sensações táteis. Dentro destas, temos a textura decorada, que se conforma à forma do produto e pode ser removida sem a alteração de características determinantes desse objeto. A textura

espontânea não é criada ou adicionada ao produto, ela mantém a relação intrínseca original do material. A textura mecânica, que é resultado do processo de construção do objeto, é uma característica por exemplo do equipamento mecânico usado. Wong (1998) usa o exemplo das câmaras analógicas ao granular as fotografias.

A partir das considerações até aqui destacada neste trabalho, entende-se que a expressão “Design de Superfícies” possui uma polissemia de discursos, ora compactuando estritamente com as condições conceituais bidimensionais como na formulação de padrões têxteis, ora dotando essa mesma condição bidimensional de tridimensionalidade como quando a superfície têxtil recobre e conforma um corpo inserido no plano das três dimensões.

Essas ambiguidades condicionam ao planejamento das superfícies um fator a mais para a construção final dos produtos, que a considera sobre os trânsitos, entre os meios e paralela aos múltiplos sentidos advindos dos signos apresentados. O Design de Superfícies, na categoria de multiárea do Design, deve abarcar essas considerações.

Isso vai de encontro ao que comenta Freitas (2018): quando considerado o caráter híbrido e ambíguo das superfícies, não podemos negligenciar as necessidades de adaptações das superfícies para suportes distintos. Uma superfície que apresenta o mesmo motivo no virtual e no físico certamente precisa sofrer adaptações para se enquadrar da melhor maneira ao meio vinculado, seja na calibragem dos sistemas cromáticos ou adaptação com os materiais usados. Desse modo, as características do projeto podem ser alteradas, mas não precisam descaracterizar o propósito central (FREITAS, 2018, p. 93).

Essa seção contextualizou as ambiguidades e elementos constituintes das superfícies, descrevendo detalhadamente estes componentes. Para as próximas discussões, consideram-se os aspectos que levam em conta as inovações em volta do planejamento das superfícies; bem como, de maneira mais incisiva, a relação das superfícies projetada e concebida intimamente ao digital e ao computacional, pois entende-se essas linguagens como promotoras da informação e ampliação das possibilidades compositivas dos tempos contemporâneos.

3.2 A INOVAÇÃO INCREMENTAL COMO UMA POSSIBILIDADE PERANTE AS SUPERFÍCIES

Diferente do que se observou até o início da década de 1960, onde se vislumbrava uma universalidade industrial para os bens de consumo como um meio de se estabelecer competitivamente dentro do mercado, hoje a indústria caminha para produções mais flexíveis e que tentam segmentar e adaptar seus produtos a fim de se diferenciar dos concorrentes mais diretos, buscando a inovação (CARDOSO, 2013, p. 10).

Dentro da perspectiva do mundo pós-moderno, no qual as equivalências técnicas, mecânicas e práticas são a ordem, os aspectos da superfície inserem-se como contribuintes para a diferenciação dos produtos. Os aperfeiçoamentos e inovações podem ser as estratégias para a diversificação, e, dentro disso, lidar com a aparência, os níveis de atração, a satisfação física, a compreensão, a usabilidade, a imagem pessoal e o valor agregado (RINALDI, 2013).

O termo “inovação”, dentro de um senso comum, é constantemente empregado erroneamente ou depreendido do seu real sentido. Barcellos (2020, p. 23), identificando essa questão, faz uma consideração sobre a percepção rasa do termo, que, em muitos casos, é associado ao simples “pensamento criativo” ou à proposição de ideias do que “poderia ser” posto em prática.

Esse entendimento atenuado negligencia momentos importantes para o processo, como a validação e a implementação. Sendo assim, uma proposta com potencial inovador deve conseguir gerar mudanças significativas nos hábitos sociais e/ou mercadológicos, por meio de concepções inéditas ou melhorias pontuais nos produtos, serviços, sistemas, tecnologias e/ou experiências, considerando minuciosamente como a ideia inventiva pode ser utilizada. Barcellos (2020) acrescenta que a criatividade, natural ou adquirida, pode ser entendida como a habilidade de propor, e a inovação como a habilidade de executar, efetivar e implementar de forma bem sucedida essas manifestações de criatividade (BARCELLOS, 2020, p. 47-51).

Continuando em um percurso para elucidação do termo, temos a percepção de Nobre Filho (2013, p. 26-27), o qual entende a inovação como essencialmente proporcional às ideias criativas, sua implementação e o alcance de resultados

satisfatórios. Podemos, a partir disso, somar o que é apresentado por Dorneles (2012, p. 24) defendendo que a inovação deve gerar valor e competitividade para a empresa, levando para o ambiente prático, a ideia de melhorar ou propor um novo serviço, produto ou processo. Entretanto, as empresas de um mesmo segmento que buscam incessantemente a inovação apenas por meio da tecnologia acabam com produtos pouco competitivos e sem um diferencial expressivo (DORNELES, 2012, p. 26).

Diferente da inspiração, que pode ser compreendida e se estabelecer como uma atividade individual, a inovação se caracteriza por ser um processo orgânico, interativo, dinâmico e coletivo, que fomenta uma rede de colaboração reunindo múltiplos atores, saberes e esforços, para gerar valor, seja ele comercial ou percebido. Essas características se assemelham e podem ser associadas também ao fazer design, considerando o seu hábito plural e interdisciplinar (AMLAND; MOZOTA, 2020, p. 82; DORNELES, 2012, p. 34; LANDIM, 2010, p. 162; MOZOTA, 2003, p. 115; RUBIN; ABRAMSON, 2018, p. 330).

Para Cantamessa, Montagna e Cascini (2016, p. 47) algo só pode ser inovador quando se é difundido, entendido, compreendido e bem introduzido ao consumidor. O autor segue um raciocínio inspirado pelo conceito de inovação como sendo o “[...] ato ou processo de introduzir algo novo” e o reduz para “[...] inovação é introdução”. A introdução, aqui entendida também como contextualização, deve, segundo Cantamessa, Montagna e Cascini (2016), estar atrelada aos aspectos de uso, aos canais de promoção do produto e aos pontos de compra/venda, enfatizando o estabelecimento de uma comunicação direta.

Esse processo de introdução é decisivo para que o produto/serviço seja bem aceito, principalmente quando o conhecimento prévio do usuário é pouco estimulado. Quando os produtos falham nessa contextualização da inovação, não importa o nível de tecnologia empregado, o consumidor não se conectará com o artefato, dando prioridade para um semelhante que consiga estabelecer significados e uma comunicação mais facilitada.

Dessa perspectiva, de inovação por introdução/contextualização/significação, podemos entender que o design tem papel fundamental quando se apresenta a necessidade de construção de uma ponte que interligue o indivíduo e o produto inovador. Landim (2010, p. 40) aponta que essa característica, interpretada aqui

como uma “facilitadora da comunicação”, vem sendo empregada e associada à área desde seus primórdios, onde o design se estabelecia como um intermediador entre as aplicações das tecnologias, a indústria manufatureira e os consumidores.

Para Barcellos (2020, p. 105), a inovação e o design apresentam semelhanças íntimas, especialmente no que concerne a preocupação com a efetivação e aplicação do processo criativo (BARCELLOS, 2020). No entanto, ainda falta uma compreensão maior do escopo de potencialidades do design para a gestão e proposição de inovação que não estão ligadas às incrementações estéticas (FIALKOWSKI; KISTMANN 2016, p. 59; RONCALIO, 2015, p. 56).

Segundo Kim e Kim (2021, p. 1), a aplicação do design dentro do processo de inovação pode ser vista como potencial decisivo para a segurança competitiva da empresa, dada a importância que a disciplina demonstra para a promoção de novas experiências bem sucedidas e positivas para com os consumidores na utilização dos bens. Mozota (2003, p. 144) considera que o design pode ser aplicado, modificando estruturas tradicionais de gerenciamento e produção, conseguindo elencar racionalmente todas as reais capacidades e limitações da empresa.

Esse entendimento das “[...] reais capacidades de uma empresa” é muito comum dentro do fazer design. Como jargão da área tem-se o termo “*Briefing*” para designação de intenções, requisitos e limitações de custo, tecnologia, mercado ou características estéticas. Estes delimitam as possibilidades dos projetos e podem se direcionar como parâmetros incentivadores da inovação (FREITAS, 2018, p. 28), sendo a viabilidade um traço primário para o processo inovador (RONCALIO, 2015).

A inovação ainda pode ser dividida, preliminarmente, em dois grandes grupos: inovação radical e inovação incremental.

A inovação radical, ou processos disruptivos, muda o mercado totalmente, rompe o padrão vigente, torna obsoletos os processos e bens de consumo anteriores transformando os hábitos e costumes dos consumidores. Envolve também, desenvolver, adotar, introduzir mudanças drásticas que podem alterar os modelos de negócio da empresa e do mercado à sua volta, esperando altos investimentos. Entretanto, esse tipo de inovação tem maior chance de rejeição quando lançada diretamente no mercado sem uma “introdução/contextualização” forte, como mencionado anteriormente. Mesmo utilizando a tecnologia mais avançada, se um produto não consegue se comunicar, se difundir ou ser

efetivamente utilizado, este já não pode ser considerado inovador, tendo em vista que não impacta positivamente os atores do processo (AMLAND; MOZOTA, 2020, p. 83; LINDEN, *et al*., 2018, p. 170; RONCALIO, 2015, p. 58-60).

Essa dificuldade de aceitação se estabelece porque o novo e o nunca visto não conseguem acessar as memórias individuais e coletivas de um público. Segundo Cardoso (2013, p. 39), conseguir lembrar do que já se experimentou ou do que já se viveu é aspecto vital para a constituição de ligações, conexões e identidades. As pessoas recorrem aos objetos como suportes de memórias e esperam que os objetos suscitem essas memórias. Toda vez que observamos um artefato o condicionamos para uma série de valores e juízos ligados ao nosso viver, à nossa história, ao nosso repertório, e, quando nos deparamos com algo eminentemente novo, que não carrega informações e referências facilmente acessíveis, a nossa reação é rejeitar.

Cardoso (2013) completa afirmando que um dos artifícios para tecnologias e produtos radicalmente novos é recorrer às formas mais consolidadas no repertório do consumidor. Para Dornelles (2012, p. 29), o design tem a aptidão de tornar as mudanças disruptivas mais palatáveis para o usuário, o que vai de encontro ao que afirma Cardoso (2013, p. 37) quando entende que nenhum artefato possui significados atribuídos rígidos e estáticos, em que estas percepções podem ser alteradas para a melhorar a aceitabilidade dos mesmos. Muitas vezes, a inovação só não chegou no momento mais oportuno, podendo ser reavaliada e modificada em um futuro próximo.

Dessa perspectiva, chegamos ao segundo grupo: a inovação incremental, que não muda consideravelmente as funções e não altera arquétipos ou tecnologias atuais, somente aperfeiçoa os produtos. Esse tipo de inovação espera a dedicação de recursos para planejamento estratégicos, flexibilização de equipes, sistematização robusta de comunicação e implementação, com frequência, da prototipagem e testagem das propostas apresentadas (FIALKOWSKI; KISTMANN, 2016, p. 67; RUBIN; ABRAMSON, 2018, p. 330-331).

O potencial de uma inovação radical pode ser ampliado com constantes inovações incrementais. Essas adaptações têm um limite, e, quando atingido, fomentam uma nova proposta disruptiva, que, em seguida, fomenta melhorias pontuais que também vão atingir o seu limite, se estabelecendo, portanto, um ciclo

retroalimentado (FIALKOWSKI; KISTMANN, 2016, p. 63). É o que comenta Barcellos (2020, p. 54) ao considerar que uma inovação pode decorrer de outras, sendo uma configuração de inter-relações onde as novidades vão substituindo o que uma vez já foi entendido e apreciado como inovação.

Nobre Filho (2013, p. 22) considera que o “novo” também é uma questão de interpretação, existindo uma diferença entre um novo produto para uma empresa, ampliação do seu portfólio, e o novo para o mercado. Este último ocorre em escala muito menor, exigindo da empresa que sejam assumidos riscos, altos investimentos e planejamento minucioso.

Roncalio (2015, p. 74-76) comenta que ainda existem algumas subdivisões dos dois grupos de inovação comentados. Podemos encontrar a inovação estética que chama mais atenção e se comunica de maneira mais direta com o consumidor, sendo um diferencial importante quando encontramos muitos produtos que se equivalem tecnologicamente. A inovação de modo de uso diz respeito ao nível de aprimoramento de utilização do produto, estando estritamente relacionada ao momento de interação com as múltiplas percepções que o indivíduo tem do objeto. A inovação de significado se refere ao nível de percepção emocional que o produto evoca interagindo com as memórias do indivíduo tendo o intuito de construir um produto que faça parte da vida do usuário.

Essas subdivisões se aliam ao que comentam Fialkowski e Kistmann (2018, p. 2) em que a inovação, guiada pelo design, consegue propor novos significados. Para isso, interpretam dinâmicas socioculturais, razões emocionais e perspectivas psicológicas do uso, que podem influenciar na aceitabilidade da proposta. As autoras consideram ainda que as inovações incrementais não apresentam mudanças tecnológicas tão expressivas, mas, no campo da significação, podem ir além, resultando nos produtos que mais impactam o consumidor (FIALKOWSKI; KISTMANN, 2018, p. 3).

Dessa perspectiva e entendendo o design de superfícies como um potencial agente para promoção de variadas inovações do ponto de vista incremental, quando consideradas as esferas da percepção emocional e o momento de uso, serão apresentados conceitos da especialidade do design, bem como exemplos de projetos na tentativa de relacionar as interpretações e reflexões até aqui comentadas.

Os tópicos seguintes apresentam exemplos a serem comentados considerando os aspectos relativos à inovação e as superfícies: o primeiro vincula as características de inovação incremental propiciadas pelo design de superfícies e o segundo foca na integração das características tradicionais incorporadas ao ambiente digital para promoção da inovação tentando apresentar diferentes níveis de inovação.

3.2.1 Anne Kyyö Quinn

Os produtos do mundo pós-moderno chegaram a um nível de excelência tão alto, acompanhada de concorrências diretas tão próximas em funções práticas e aspectos técnicos, que o planejamento para diferenciação é um dos principais focos para ampliação do potencial competitivo de uma/um empresa/produto. A isso, se alia, segundo Freitas (2018, p. 31), um processo seletivo cada vez mais minucioso, detalhado e refinado, estipulado pelo consumidor durante o momento de aquisição dos bens.

Sendo assim, a implementação da inovação dentro das múltiplas camadas do sistema de constituição dos produtos se torna essencial e o design, como ferramenta que pode conduzir para essa construção de valor, se faz fortemente necessário. Dentro dessa perspectiva, focando no momento de interação com o artefato, percebendo as variadas possibilidades de significação, contextualização e introdução que a inovação incremental pode fomentar, que o Design de Superfície pode auxiliar na promoção de objetos estrategicamente planejados, tendo o intuito de expandir as dimensões comunicacionais entre o indivíduo e o produto.

Para Schwartz (2008, p. 50), o projeto que considera especificamente a superfície do objeto, sendo ela própria um elemento projetual, pode estimular as percepções sensoriais do indivíduo, conduzindo-as para determinados significados e estimulando variadas emoções, ajudando no posicionamento do produto e segmentando o mercado (SCHWARTZ, 2008, p. 146).

Na percepção de Freitas (2018, p. 20), corroborando com o que é apresentado por Schwartz (2008), o Design de Superfícies tem a função de tratar, ressaltar e ampliar a interface comunicativa do objeto. Transcende o caráter decorativo, expandindo as várias percepções sensoriais quando trabalhados os

grafismos, as texturas, as cores e os materiais. Estes elementos, detalhadamente planejados, contribuem para a construção de uma dimensão imaterial que distancia o artefato de uma categorização de “simples objeto” e passa-o para um *status* de integração na vida do indivíduo, apresentando certa importância afetiva (FREITAS, 2018, p. 32).

Contudo, para tornar esse aspecto imaterial, conceitual e cognitivo mais palpável e atingível, ainda se faz necessária a materialidade, seja virtual ou física, que torna possível o trabalho com as características das superfícies. O diferencial competitivo e a busca pela inovação a partir do projeto de superfícies estão associados à sensibilização dos sentidos e ao estímulo de sensações e emoções (FREITAS, 2018, p. 35).

Silva (2020) discute a relação entre inovação e memória, como comentado no tópico anterior, porém da perspectiva da construção de superfícies têxteis, o que a autora chama de um “[...] traço associado ao design” que considera a estreita relação entre a procura pela inovação conduzida por uma tradição (SILVA, 2020, p. 52). Essa perspectiva é ilustrada com o foco nos projetos de superfícies têxteis tramadas que ainda hoje utilizam fundamentalmente os mesmos princípios de construção da sua origem, mas que foram aperfeiçoados à medida que novas tecnologias e necessidades foram surgindo (SILVA, 2020).

Essa relação entre tradição e inovação fica clara quando considerada a necessidade de aperfeiçoar as inovações radicais por intermédio de inovações incrementais que tentam ressaltar a memória do indivíduo. Dentro do Design de Superfícies, isso não é diferente, como considera Rinaldi (2013, p. 8) quando diz que o planejamento de superfícies pode proporcionar e melhorar uma inovação, seja no aperfeiçoamento do uso, trabalhando acabamento, ou na concepção formal e estética do objeto. O revestimento projetado atua em caráter direto à diversificação e aprimoramento incremental. As texturas, por exemplo, podem influir em certos níveis de estímulo emocional por meio da percepção tátil provocada (RINALDI, 2013, p. 12). O projetar, com foco na configuração mais externa, é sinônimo de explorar o produto sob as suas mais variadas possibilidades, o que possivelmente conduz para certos aspectos inovadores (RINALDI, 2013, p. 51).

As possibilidades de exploração podem estar atreladas às identidades coletivas culturais, padrões sociais ou particularidades estritamente individuais e

pessoais. Bonfim (2020, p. 35), considera, ao comentar no seu trabalho o conceito de *Affordance* cunhado por Gibson (1986), que existem inúmeras ações possíveis associadas e oferecidas por um objeto, ambiente, evento, superfície a depender do entendimento e habilidade de execução dessas possibilidades por um indivíduo. O autor racionaliza que “Um sofá pode oferecer uma affordance de ‘sentável’ para um adulto, mas de ‘escalável’ para uma criança pequena” (BONFIM, 2020, p. 36). Ou seja, um mesmo sistema pode oferecer e comunicar significados variados a depender da capacidade/habilidade de interpretação do indivíduo.

O processo de percepção e interpretação desses significados atribuídos ao objeto pode sair de uma constituição estritamente prática “o que eu consigo fazer com isso?” e convergir para o imaterial e o emocional “isso fez parte de um bom período da minha vida”. Schiffrstein *et al* (2013 apud BONFIM, 2020, p. 41) considera que a experiência no uso dos produtos não é estática e invariável; como também afirmou Cardoso (2013, p. 37), os sentidos desempenham participações em diferentes níveis de interação e em cada nível diferentes significados, associações cognitivas e emoções são evocados. As informações, sejam elas visuais, táteis, sonoras, palativas ou olfativas se comportam em conjunto, em maiores ou menores níveis de atuação, para a caracterização de um sistema/situação, por exemplo, a visão é o único canal de comunicação para se obter informações sobre cor, mas é a percepção tátil que identificará detalhadamente o nível de rugosidade da superfície do objeto observado (BONFIM, 2020, p. 43).

É entendendo o produto que lida com o planejamento da superfície e que tenta estimular as variadas dimensões da percepção sensório corporal para se destacar dentro de um mercado saturado tecnicamente que propomos uma observação inicial sobre o trabalho da designer/artista finlandesa Anne Kyyö Quinn. Nesse exemplo, é estabelecida uma intrínseca relação entre concepção formal, material, função prática e múltiplos estímulos sensoriais, encontrando um lugar único e antes não explorado dentro do mercado de interiores contemporâneo.

Anne Kyyö Quinn formou-se em Design Têxtil pela London Metropolitan University, mas foi em um intercâmbio para Finlândia, seu país de origem, que a designer encontrou e se debruçou sobre o feltro de lã e as técnicas que corroboraram para que o seu trabalho ganhasse evidência internacional. Nesse momento, a partir da manipulação do feltro, são exploradas as possibilidades

plásticas e características que o material consegue executar (HEMMING, 2012; SERON, 2016, p. 49). Barauna *et al.* (2017, p. 92) considera que também compete à inovação uma conscientização sobre o material a ser utilizado nos produtos, estes também absorvem e reverberam valores tangíveis e intangíveis contribuindo para realçar determinadas experiências (BARAUNA; *et al*, 2017).

Segundo a designer, a partir da entrevista concedida ao Cabinet Maker, os projetos de interiores empregam cada vez menos elementos têxteis com participação significativa dentro dos ambientes, citando como exemplo o caso do carpete que vem recebendo menos atenção para aplicação em revestimentos variados, e isso, segundo Anne Kyyö Quinn, se reflete na falha que esses ambientes projetados atualmente têm para absorver e dissipar o som.

O barulho, onda sonora, acaba sendo refletido ininterruptamente por entre as paredes e pisos, precisamente polidos e lisos, corroborando para um desconforto acústico perceptível. Dentro dessa questão, a designer é entendida como pioneira na proposição de superfícies têxteis geralmente aplicadas às paredes e que conseguem influenciar o nível de ruído percebido no local, para isso conciliando os aspectos estéticos, formais e dos materiais. A Figura 7 apresenta alguns exemplos de padrões desenvolvidos pela designer (CABINET MAKER, 2006, p. 20; CARVALHO; SERON; 2015, p. 6).

Figura 7: Padrões Anne Kyyron Quinn da esquerda para direita, Elbac, Loop e Pleat.

Fonte: Anne Kyyrö Quinn (@annekyyroquinn), 2021. Disponível em: https://www.instagram.com/annekyyroquinn/. Acesso em: 21 jul. 2021.

O trabalho da profissional vai muito além de simples estruturas para revestimento. Essas superfícies objeto concebidas e pensadas para transitar entre o bidimensional e o tridimensional invadem e interferem no ambiente. Estimulam percepções variadas daqueles que as observam, onde a visão, o tato e a audição são os sentidos mais evocados, existindo uma tríade de articulação de

características muito bem planejada: material, elementos formais e função prática. Estes vão se inter-relacionando e se fundindo, contribuindo para a confusão de funções. O material, que, em princípio, estaria associado à estruturação, se põe aqui como elemento fundamental para a percepção estética do produto e das características formais tridimensionais, as quais vão variando as capacidades práticas de absorção do som à medida que vão se alterando os tipos e as disposições dos módulos constituidores das superfícies.

Sendo assim, estes elementos podem ser aplicados nos mais variados ambientes internos como teatros, cinemas, restaurantes e até mesmo cenários de produções cinematográficas. A Figura 8 apresenta a aplicação em um ambiente interno de sala de cinema.

Figura 8: Ambiente interno com paredes revestidas com as superfícies de Anne Kyyrö Quinn

Fonte: Anne Kyyrö Quinn (@AKQ_Design) / Twitter, 2021. Disponível em: https://twitter.com/AKQ_Design/status/1023116008511430656. Acesso em: 21 jul. 2021.

Segundo Freitas (2018), o sistema de repetição modular dentro do Design de Superfícies é encarado como uma característica recorrente, não determinante, mas significativa, e dentro do trabalho de Anne Kyyon Quinn não é diferente. São identificados variados módulos que, a depender do tipo de organização e combinação, resultam em superfícies completamente distintas umas das outras. Segundo Seron (2016, p. 61), são trabalhadas cadeias sequenciais organizadas a fim de construir uma continuidade ou disposições dos elementos ao acaso,

construindo possibilidades variadas de composição. A Figura 9 e a Figura 10 apresentam dois padrões modulares e a composição visual estabelecida por repetição.

Figura 9: Módulos tridimensionais para composição de superfícies.

Fonte: Anne Kyyrö Quinn, 2021. Disponível em: https://www.instagram.com/p/BXAkixVH23V/. Acesso em: 21 jul. 2021.

Figura 10: Padrão construído a partir dos módulos tridimensionais.

Fonte: Anne Kyyrö Quinn, 2021. Disponível em: https://www.annekyyroquinn.com/2015/03/loop0/. Acesso em: 21 jul. 2021.

Conforme identificado por Seron (2016, p. 51) e corroborando com as entrevistas concedidas ao Cabinet Maker, a designer também mantém um sistema colaborativo de trabalho com outros profissionais, como designers e arquitetos, que

contribuem propondo novos projetos, sendo a prototipação uma etapa destacada do processo. A própria designer incentiva que as pessoas dos mais variados locais frequentem o espaço e observem como as peças são planejadas, executadas e construídas (CABINET MAKER, 2006, p. 20; HEMMING, 2012; SERON, 2016).

É interessante destacar uma fala da designer ao afirmar que suas origens acabaram por influenciar o seu trabalho (CABINET MAKER, 2006, p. 20), fazendo um paralelo entre essas superfícies objetos e o que já se produziu em termos de produtos têxteis englobando o design e a arte na Finlândia encontramos, dentro dos estudos de Landim (2010), semelhanças com a arte têxtil ryijy que renovou os produtos têxteis do país.

Landim (2010, p. 86) afirma que, na Finlândia, a tradição e o progresso industrial dentro da arte têxtil andam lado a lado, e a arte ryijy pode ser entendida como uma união entre o passado e as artes aplicadas modernas do início do século XX.

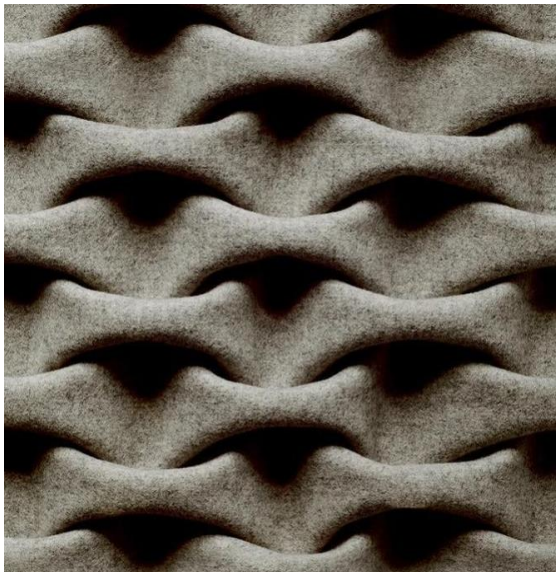
Os primeiros designers têxteis foram inspirados pelas peças têxteis étnicas finlandesas. Estes foram adaptados para o uso no interior das residências com papel significativo nas renovações de tradições durante a segunda metade do século XX. São formas escultóricas, texturas e materiais têxteis que combinados ressaltam em uma identificação local (LANDIM, 2010, p. 86-87).

As figuras em sequência propõem uma observação sobre esse nível de influência entre a tradição local e o trabalho da designer Anne Kyyö Quinn. A Figura 11 foi retirada do trabalho de Landim (2010) e a Figura 12 do portfólio da designer.

Figura 11: Elemento escultórico arte ryijy.

Fonte: Landim (2010, p. 87).

Figura 12: Superfície Elbac.



Fonte: Anne Kyyrö Quinn, 2021. Disponível em: https://www.instagram.com/p/BnbY9s1HLDk/. Acesso em: 21 jul. 2021.

Nessa análise imagética inicial de similaridade entre as peças, conseguimos observar pontos de comunicação comuns que exaltam volumes, rugosidades e a proporcionalidade entre luz e sombra que vão se conformando às características escultóricas do objeto. Traçar essa possibilidade de relação entre o objeto ryijy e a superfície Elbac pode confirmar o que vinha sendo discutido no texto sobre a inter-relação entre inovação pelo design, tradição, memória e contextualização, em que

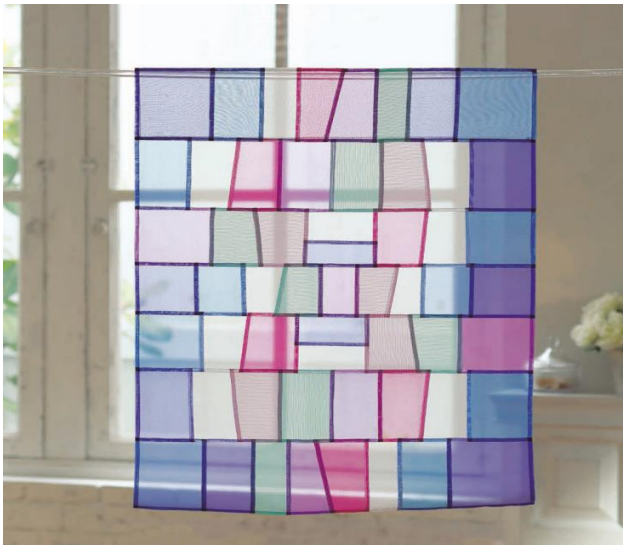
essas perspectivas coexistem em harmonia fazendo com que as peças tenham o diferencial competitivo e um valor agregado do ponto de vista imaterial considerando culturas e identidades.

3.2.2 *Bojagi Tool*

Os tecidos, na cultura coreana, segundo Yangsook (2020), ao longo da história, se mostram versáteis e multifuncionais. Além das aplicações comumente relacionadas ao vestuário, também podem ser observadas aplicações diretas em divisórias de ambientes, revestimentos de piso e paredes.

A partir dessa relação íntima com as superfícies têxteis, percebe-se um caminho para o uso destes produtos ao máximo. Surge, então, o Bojagi, técnica para construção de tecido com retalhos. Uma espécie de *Upcycling*. Seria o “dar uma nova vida” aos tecidos através do *patchwork*. A peculiaridade está nas organizações dos tamanhos, padrões cromáticos e ritmos apresentados nas superfícies construídas com esses retalhos. A Figura 13 apresenta um exemplo de Bojagi (YANGSOOK, 2020).

Figura 13: Bojagi apresentando a composição de um padrão e transparências.



Fonte: Yangsook (2020, p. 23).

O trabalho de Shin (2017) interpola as questões em volta do digital e expansão de possibilidades de aspectos tradicionais e culturais por intermédio destas tecnologias com estratégias e cenários possíveis.

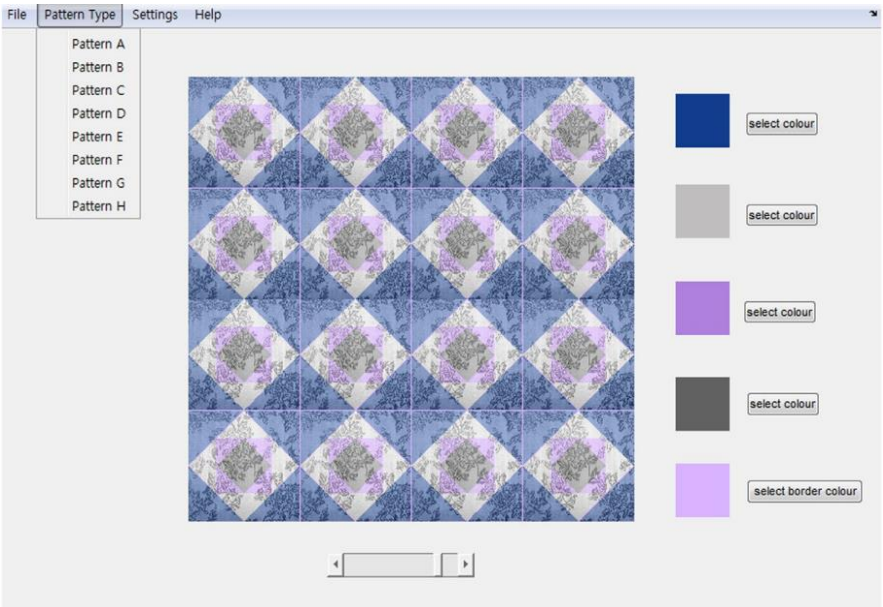
Foi desenvolvida uma ferramenta intitulada “*Bojagi Tool*” que permite ao

usuário transitar, explorar e experimentar as características compositivas de padrões têxteis tradicionais combinando cores e texturas variadas com o auxílio do Design Computacional. É um projeto que combina os princípios tradicionais de uma cultura com as ferramentas tecnológicas atuais para a manipulação das superfícies e seus aspectos constitucionais (SHIN, 2017).

As tecnologias computacionais ajudam na visualização, agrupamento, manipulação e revisão de conceitos, agilizam processos e oferecem possibilidades ampliadas de fabricação. O valor da tradição é percebido como um diferencial e pode ser uma abordagem para a inovação do cunho incremental. Os padrões digitalizados, assim, respondem às demandas pela inovação quanto se encaixam nas técnicas produtivas e de projeto de design executadas atualmente. Transferir ideias do passado para o contexto contemporâneo é uma das características que podem agregar valor ao projeto contemporâneo (SHIN, 2017).

A ferramenta projetada (Figura 14) foi aplicada e experimentada por 4 grupos distintos (*Designers Têxteis/de Moda*; *Comerciantes*; *Artesãos*; e *Clientes*) na Coreia do Sul. Os resultados das entrevistas foram usados para aperfeiçoar o projeto (SHIN, 2017).

Figura 14: Ferramenta Bojagi.



Fonte: Shin (2017, p. 647).

Presente no design, a inovação pode resvalar no processo criativo bem como nos aspectos gerais relativos à gestão e pensamento estratégico para atender a

demandas de mercado cada vez mais competitivas. A inovação visa a atender mercados carentes de soluções ou saturados por aqueles comumente difundidos. Por meio de produtos, serviços, tecnologias e processos relevantes, essas demandas conseguem ser supridas e atendidas (SHIN, 2017).

Articulada pelo design, a inovação pode ser entendida sob três vertentes: a inovação incremental que descreve os processos pelos quais a mudança é feita por melhorias singulares ou reconfigurações que exploram tecnologias e/ou formas previamente conhecidas diante das capacidades produtivas e organizacionais atuais; a inovação pode ser de cunho modular, em que existe uma mudança significativa em um dos componentes do sistema/produto, mas não transforma radicalmente todo o processo. Já a inovação disruptiva cria algo eminentemente novo para o mercado, empregando novas habilidades, processos e níveis de compreensão (SHIN, 2017).

Shin (2017) considera a integração das tecnologias digitais sob o enfoque da inovação considerando as superfícies Bojagi. Dentro da inovação de cunho incremental, observa-se a possibilidade de aplicação direta dos grafismos e características estéticas das superfícies tradicionais em produtos distintos. O autor comenta a tradição de aplicação desses padrões na aplicação de objetos para guardar palitos e identifica a oportunidade de aplicar esse tipo de recurso visual em produtos como *cases usb*. Esse tipo de aplicação e inovação não garante uma mudança significativa, mas converte um contexto original e tradicional numa aplicabilidade real para o mundo contemporâneo.

Um segundo cenário referente à inovação pode propor a integração de aspectos parciais dos padrões tradicionais para novas aplicações fazendo uso de tecnologias contemporâneas. Desse modo, podem ser digitalizados aspectos da cor, das formas, dos estilos e combiná-los com materiais contemporâneos. Um exemplo dado por Shin (2017) combina os aspectos da superfície com características de produtos distintos, como a treliça tradicional coreana. Esse intercâmbio pode contribuir para a geração de aspectos inovadores quanto ao tipo de produtos e a técnica empregada.

O terceiro cenário inovador pode estar atrelado à manipulação, por parte do usuário final, quanto ao padrão encontrado nas superfícies *Bojagi*. Os autores comentam sobre a possibilidade de integrar características da experiência do

usuário no ambiente *on-line* para que ele consiga construir e demandar as características individualizadas dos padrões. Sistemas de venda, entrega e usabilidade entram no processo de construção dos padrões. Essa satisfação pessoal dos clientes é interessante para gerar vínculos com os produtos e até mesmo valor agregado.

A ferramenta considera a digitalização da superfície tradicional *Bojagi* podendo ser escrita em qualquer linguagem de programação capaz de fornecer uma interface gráfica. “Uma série de tipos de padrões matemáticos foram desenvolvidos com parâmetros variáveis para que o ajuste dos parâmetros permita aos usuários explorar o espaço de possíveis configurações visuais do bojagi”[1] (SHIN, 2017, p. 645, tradução nossa). Na ferramenta, os padrões podem ser combinados, aplicados em texturas.

Shin (2017) visou à aplicação da ferramenta com grupos potências alvo de uso. Para isso, foi explicado como funciona a ferramenta e quais são as possibilidades de desenvolvimento de novos padrões. Neste teste, um dos pontos deixados em aberto para os usuários foi a dificuldade de observar as características de transparência comuns dos padrões.

Por outro lado, o grupo *Comerciantes* visualizou a ferramenta como uma plataforma interessante de promoção dos padrões dentro dessa nova cultura digital para se comunicar com designer e consumidores. A ferramenta é considerada para aplicação dentro de processo do Design de Moda e de Interiores, os quais lidam com tecidos e padrões aplicáveis nos ambientes como papel de parede, roupas de cama e almofadas.

De acordo com o resultado da entrevista, há um grande potencial de aplicação da ferramenta no que compete às inovações incrementais, levando em consideração a responsabilidade como uma ferramenta de design, ferramenta de comunicação, de *marketing* e de *marketing* interativo. Comenta-se, que, a depender das características CAD atuais, e dos refinamentos necessários, esta pode ser uma ferramenta muito interessante para o cenário de aplicação e discussões sobre estas superfícies tão tradicionais.

Desse modo, nesta seção, foi discutido o processo de inovação conduzido

[1] A series of mathematical pattern types have been developed with variable parameters so that adjusting the parameters allows the users to explore the space of possible bojagi designs (SHIN, 2017, p. 645).

pelo design sob o olhar da especialidade que trata das superfícies. Foram apresentados conceitos, teorias e exemplos que tentaram vincular os dois processos para a formulação de um raciocínio que considerasse os pontos em comum dos dois temas. No fim, observa-se que o design, no geral, é vital para empresas e organizações que tem o objetivo de incrementar e diferenciar seus produtos, mesmo aquelas que apresentam tecnologias disruptivas e que, a princípio, têm o potencial de mudar drasticamente o comportamento de uma sociedade. Fica aqui destacado que os ciclos de inovação incremental podem contribuir para a formulação de uma proposta de inovação mais viável podendo resultar em um produto mais bem sucedido e valorizado.

O Design de Superfícies, na condição de atividade projetual, nesse contexto, pode contribuir para uma aproximação e uma conexão mais íntima entre o produto e o indivíduo suscitando aspectos imateriais para uma diferenciação competitiva. Fica evidente, tanto nos estudos de caso quanto nas reflexões apresentadas, que o potencial inovador das superfícies está diretamente relacionado à interação que estimula variadas percepções sensório-corporais e que culminam em significados e contextos cognitivos e conceituais, se aproximando de uma relação emocional na qual são exploradas múltiplas capacidades e possibilidades.

Dessa forma, a superfície planejada e projetada se comporta como um diferencial ativo que pode expandir os limites da configuração visual interferindo em todo o objeto e na relação que este terá com o usuário, bem como interagindo com as possibilidades de diálogo com as ferramentas computacionais. A seção seguinte trata com maior especificidade dessa integração.

3.3 O DESIGN ALGORÍTMICO/PARAMÉTRICO NO ASPECTO AMBÍGUO/TRANSITÓRIO DAS SUPERFÍCIES

Esta seção considera os princípios e os aspectos em volta da computação interligada ao processo de projeto em design em volta da modelagem tridimensional. Foram discutidas definições e abordagens para construção formal e aspectos visuais propiciados pelas ferramentas computacionais contemporâneas. Desse modo, a seção está dividida em subitens que apresentam: definições; um breve percurso sobre a computação e popularização dentro dos processos de projeto; seguindo por

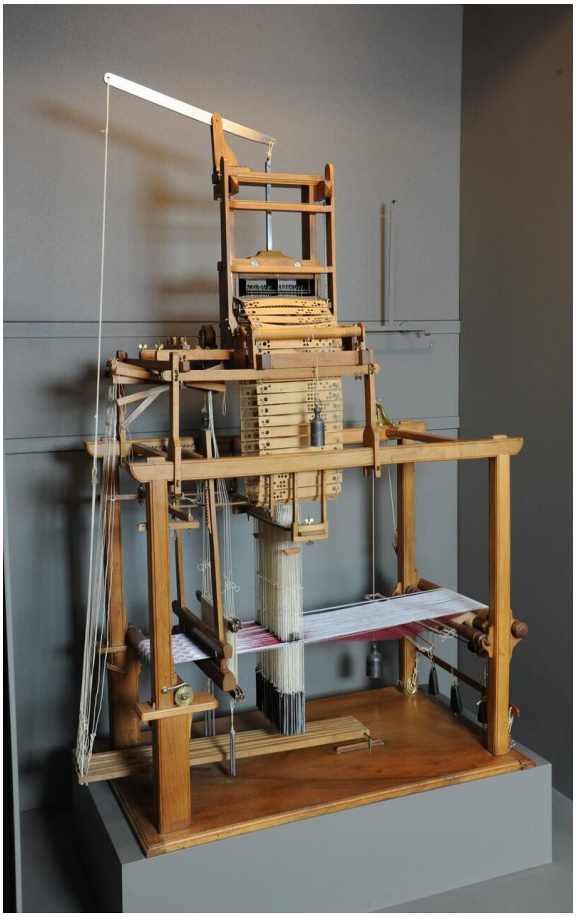
reflexões sobre participação da computação na proposição de soluções e interagindo com o design. No fim, apresenta-se uma possível abordagem que considere os recursos computacionais para manipulação e variação da forma, passível de aplicação dentro deste estudo que considera as superfícies com suas questões para com a ambiguidade comunicativa.

3.3.1 Parametrização, CAD e o processo de Design

Diante das considerações a que esta seção se propõe, faz-se interessante destacar brevemente a relação histórica e os percursos existentes entre a computação e sua aplicação no processo projetual em design. Park e Jayaraman (2017, p. 1) comentam que, por intermédio do trabalho de Joseph Marie Jacquard, conseguiu-se introduzir e apresentar o primeiro processador automático de informações binárias. Nesse caso, tratando da construção dos aspectos estéticos e simbólicos que as superfícies têxteis viriam a ter.

A ideia de Jacquard foi desenvolver um tear para produção têxtil que criava automaticamente padrões figurativos têxteis com um conjunto de cartões perfurados. A Figura 15 apresenta a máquina. Estes cartões regiam o entrelaçamento da estrutura das superfícies têxtil. Um sistema binário que executava movimentos na vertical, para cima e para baixo, os quais definiam a sequência lógica de ações e a programação a que o tecido estaria vinculado. Isso inspirou a construção da primeira máquina automática para computar, e foram fundamentais para trazer os avanços tecnológicos hoje conhecidos (PARK; JAYARAMAN, 2017).

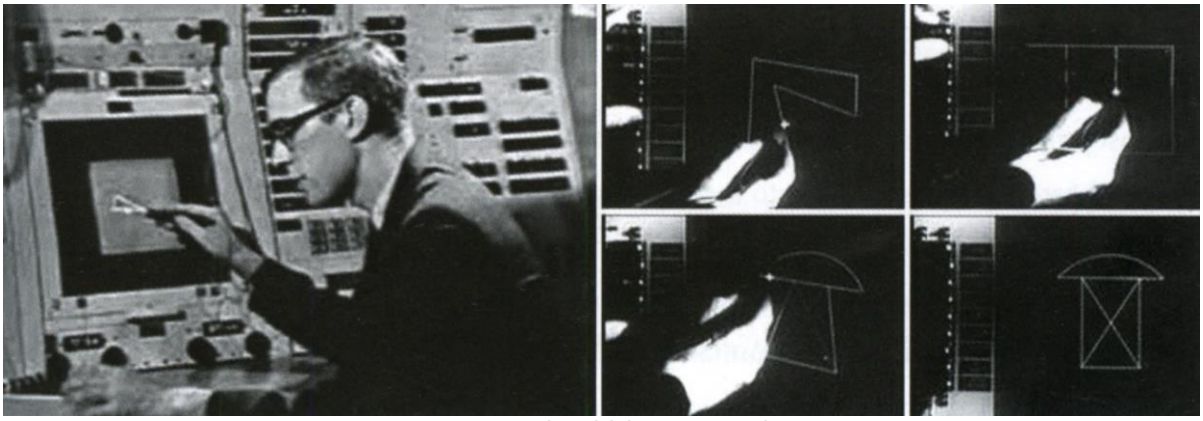
Figura 15: Tear Jacquard apresentando o sistema binário de programação a partir dos cartões perfurados.



Fonte: Favareille (2013).

Segundo trata Tedeschi (2014), a primeira ferramenta especialmente desenvolvida para auxiliar o processo de construção formal de geometrias, com participação do computador, foi apresentada em 1953. Ivan Sutherland cria o Sketchpad (Figura 16), entendido como um sistema de máquina para comunicação gráfica. Seria então um programa interativo que auxiliaria no processo de desenho assistido por computador dentro dos projetos.

Figura 16: Ivan Sutherland apresentando o Sketchpad.



Fonte: Tedeschi (2014, p. 21).

Conforme apresentado por Stabile (2015, p. 38), o Sketchpad, criado por Sutherland, foi um uma invenção pioneira que deu início aos modelos para desenho assistido por computador (CAD) complexos. A ideia convergia para a possibilidade de traçar dados gráficos junto a uma linguagem de *script* visual, e funcionava com uma caneta luminosa e botões para controle do cursor capaz de desenhar pontos, retas e arcos.

Os primeiros sistemas CAD desempenhavam o papel de "[...] meio para a representação bidimensional e tridimensional" (OXMAN, 2017a, p. 6) e trabalhavam bem com superfícies tidas como euclidianas, com as quais as visualizações podem ser apresentadas em vistas ortogonais. Hoje, existe um processo de usabilidade muito mais interativo. A visualização vai para além das vistas, onde são apresentadas, em tempo real, aspectos minuciosos sobre os artefatos (OXMAN, 2017a).

Antes da democratização dos computadores pessoais, e, por conseguinte, *softwares* CAD acessíveis a um público geral, as considerações acerca da modelagem e construção computacional estavam associadas a *softwares* extremamente sofisticados ligados diretamente à indústria automobilística, aeroespacial e naval. Entretanto, demandas por uma maior flexibilidade na manipulação dos aspectos de geometria dos modelos, sem excluir ou ter de redesenhar partes do zero, impulsionaram as iniciativas para incluir métodos vinculados à variação e adaptação paramétrica nas ferramentas de manipulação em *softwares* tradicionais CAD (HERNANDEZ, 2006, p. 309).

A popularização deste tipo de abordagem para construção das formas tem

seu auge à medida que os computadores domésticos também se tornam mais acessíveis, principalmente no decorrer da década de 1990 e início dos anos 2000 (NOME, 2015). Nos anos 1990, as aplicações de comandos para visualização e geração das formas em três dimensões tornaram-se mais comuns. Um aspecto interessante a se destacar é o desenvolvimento de *softwares* especializados na renderização dos modelos, agregando maior fidelidade ao que poderia ser construído fisicamente com simulação de luminosidade e texturas (VOLTOLINI, 2016, p. 54-55).

Já os processos algorítmicos, ligados à programação e construção de modelos tridimensionais, vão se integrando aos processos de projeto à medida que as novas possibilidades de fabricação associadas ao digital vão sendo desmistificadas e introduzidas em campos como a arquitetura e o design (CELANI; VAZ, 2012). Para Stabile (2015, p. 40), o *Rhinoceros* e o *plugin Grasshopper* foram os responsáveis, por volta de 2008, por popularizar e difundir os novos métodos paramétricos de moldagem tridimensional dentro do design atual.

Conforme apresentam Dean e Loy (2020), o ensino dos sistemas CAD nos cursos de Design de Produto são datados por volta da década de 1980, mas só em meados dos anos 1990 que começaram as primeiras inserções das representações tridimensionais baseadas em *Nurbs*. Dessa maneira, os *softwares*, que foram previamente projetados para atender a demandas da engenharia, começaram a fazer parte do processo de projeto em design, permitindo ao longo dos anos um grau crescente de liberdade criativa (DEAN; LOY, 2020).

Para Park e Jayaraman (2017), tanto o *hardware* quanto o *software* são fundamentais para o desenvolvimento e compartilhamento da informação no ritmo e poder de processamento que conhecemos hoje.

3.3.2 O Paramétrico tecendo o Design Tridimensional: definições

A partir de considerações e análises de Nome (2015, p. 31), entende-se que o Design Paramétrico consegue ser um artifício para manipulação das formas, por intermédio de controles variáveis que geram estas formas, sejam estes aspectos dimensionais, estruturais, topológicos, de localização, dentre outros.

Está diretamente relacionado a *softwares*, e seus *scripts* computacionais, que

lidam com a adição de parâmetros numéricos e geométricos para ajustes e incrementos das peças, em processo de modelagem digital. Nestes, as adaptações e ajustes incrementais são a via de regra, entendida como uma grande vantagem, a qual culmina na adaptação que afeta o modelo em cadeia e não apenas por partes e em componentes (NOME, 2015). Para Oxman (2017b, p. 1):

> Termos e conceitos como esquema paramétrico, processos generativos, pensamento algorítmico e raciocínio associativo estão se tornando um importante corpo de pensamento e métodos na busca de uma teoria geral do pensamento de design paramétrico (OXMAN, 2017b, p. 1).

A distinção entre uma abordagem paramétrica frente à outra tradicional, as quais lidam com a construção de modelos tridimensionais, está na maneira como as entidades associadas ao projeto estão inter-relacionadas e vão se adaptando em conjunto à medida que os parâmetros são construídos, alterados e/ou substituídos (NOME, 2015). Para Soares (2013, p. 57), o Design Paramétrico tem sua lógica vinculada ao pensamento em rede dentro das interligações e associações possíveis para construção dos modelos.

Entretanto, Monedero (2000, p. 371) aponta que não existe uma fronteira tão nítida que separe o processo entendido como “paramétrico”, que faz uso de parâmetros, algoritmos e construção do código computação, do desenho assistido por computador (CAD), o dito tradicional, que faz uso da manipulação direta da forma nos *softwares* computacionais por meio de comandos e instruções na interface gráfica de usuário.

Nos dois casos, as formas são geradas a partir da combinação e especificação de entidades básicas e/ou parâmetros. O autor apresenta, como exemplo, a linha, que é definida quando dois parâmetros constitucionais são especificados, comprimento e direção (MONEDERO, 2000). A distinção apontada aqui está no uso especifico de recursos em *softwares* específicos que tornam os parâmetros mais acessíveis e de fácil manipulação, como no *Rhinoceros*/*Grasshopper* em que um componente, como o controle deslizante, facilita a alteração de valores, e em tempo real modifica o modelo tridimensional.

Voltolini (2016, p. 39) entende que os métodos de modelagem e representações tradicionais privilegiam formas mais retilíneas e menos sinuosas. As vistas ortográficas, tão bem executadas pelos sistemas CAD (*Computer Aided Design*), descrevem bem estas formas. Entretanto, para geometrias mais orgânicas

e curvas, estas metodologias parecem não apresentar atributos que consigam lidar com as demandas deste tipo de modelo virtual (VOLTOLINI, 2016).

Florio (2009, p. 572) comenta que a modelagem paramétrica consegue abordar as novas proposições de formas mais complexas e menos retilíneas. Para Voltolini (2016), quanto mais complexa é a estrutura formal do objeto, maiores serão os números de vistas para tentar representar esses objetos. Desse modo, a modelagem 3D dinâmica, ajustável, adaptável e parametrizável consegue imbuir a atividade com visualizações instantâneas minuciosas das formas produzidas. Não obstante, lida com a construção de fluxos de dados que permitem manipulação da forma, e dos constructos da visualidade, por intermédio de algoritmos parametrizáveis e código computacional e programação (BACHMAN, 2017).

Para Aish e Hanna (2017), os *softwares* que abrigam e permitem a manipulação por intermédio de parâmetros apresentam flexibilidades significativamente maiores quando comparadas aos *softwares* baseados na manipulação direta da forma. A manipulação tradicional peca quanto às possibilidades de adaptação. Não é estranho, dentro desse tipo de abordagem, ter de excluir o modelo já construído, ou boa parte deste, para que sejam ajudadas e adaptadas informações geométricas. Isso resulta em retrabalhos e maior tempo destinado para o cumprimento das etapas (AISH; HANNA, 2017).

Conforme Florio (2009, p. 572), os parâmetros são ferramentas, dentro do espaço computacional, que permitem coordenar e programar as dependências entre componentes ou entidades variáveis. Para Stabile (2015, p. 27), as “Variáveis são mecanismos matemáticos capazes de criar relações proporcionais sem a menção de valores absolutos, ou seja, estabelecem relações paramétricas entre duas ou mais entidades”. Os parâmetros operacionais podem ser entidades geométricas e/ou expressões. O modelo é modificado, atualizado e variado à medida que os dados são alterados em uma determinada operação. Recalcular o modelo afeta o aspecto formal da geometria trabalhada, no entanto mantém as conexões previamente estabelecidas (MONEDERO, 2000, p. 374).

Aspecto importante é a apresentação de versões e variações da forma que tomam por base as informações passíveis de alteração. Com isso, temos uma gama de possibilidades a partir de variações de ordens distintas como localização, dimensões, topologias dentre outras.

A interação é outro aspecto importante, uma vez que é por meio desta que as variações serão geradas de acordo com o processo construtivo (JABI, 2013). Nos sistemas paramétricos, segundo Jabi (2013 p. 11), “[...] os objetos, atributos e valores são associados uns aos outros e parametrizados para que uma mudança no valor de um parâmetro possa ter efeitos cascata em todo o design”. O design paramétrico considera variáveis para gerir componentes geométricos (HERNANDEZ, 2006, p. 310).

O processo de construção de modelos paramétricos e parametrizáveis precisa da programação computacional. Nesta, os elementos devem se interrelacionar, para isso podem ser utilizados algoritmos que exigem dados de entrada (os parâmetros) e resultam em dados de saída que podem ser os parâmetros de alimentação de outros algoritmos no fluxo de dados (LEACH, 2014).

O Design Algorítmico refere-se, dentro do digital, às técnicas processuais relativas às técnicas de programação e linguagens de *script*, que permitem ao projetista ir para além das limitações da interface do usuário manipulando diretamente não a forma, mas sim o código (LEACH, 2014).

O Design Algorítmico e o Paramétrico geralmente caminham em vias de interseções. O Design Paramétrico é um processo baseado no pensamento algorítmico, ou seja, que faz uso de algoritmos (CELANI; VAZ, 2012; JABI, 2013).

Para Tedeschi (2014, p. 21), um algoritmo é um procedimento usado para se chegar a uma solução demandada por uma questão, atividade ou necessidade específica. Para isso, faz-se uso de uma lista finita de instruções, ações e procedimentos bem definidos sem ambiguidades (HERNANDES, 2006; SOARES, 2013; TEDESCHI, 2014).

É característica fundamental dos algoritmos dividir o problema em etapas menos complexas, as quais atuam em conjunto para promover a resolução da questão previamente estabelecida. Esse seria o pensamento e planejamento algorítmico. Trata-se, segundo Soares (2013, p. 58) de “[...] dedução, indução, abstração, generalização e lógica estruturada”.

Continuando com as considerações de Tedeschi (2014), o autor faz analogia entre o pensamento algorítmico e uma receita de bolo, afirmando que, se as etapas são puladas, invertidas ou suprimidas, o resultado pode divergir daquele esperado, e as chances de o bolo (algoritmo) ser bem-sucedido diminuem (TEDESCHI, 2014).

Os algoritmos, desse modo, preveem a entrada de um conjunto definido de dados, os *inputs*. Estes devem obedecer e se alinhar às restrições e especificidades dos componentes algorítmicos. Não respeitar as características e não entender que tipo de dado consegue se comunicar com cada componente pode gerar erros ao longo do código desenvolvido. Esses erros podem comprometer a saída de dados, os *outputs*, que irão alimentar, como dados de entrada, outros componentes presentes no fluxo de programação (TEDESCHI, 2014).

Percebe-se, então, a existência de uma cadeia de relações, ambiguidades e mutualidades, de modo que os dados de entrada alimentam os componentes que resultaram em dados de saída, os quais irão se tornar dados de entrada (TEDESCHI, 2014). Para Soares (2013, p. 54), o processo paramétrico/algorítmico estabelece a delimitação de uma sequência finita de etapas precisas e faz uso de programas computacionais para o arranjo desses processos.

Em síntese, as técnicas de modelagem algorítmicas muitas vezes são apresentadas em conformidade às técnicas paramétricas. O resultado formal de um modelo algorítmico pode ser editado e manipulado por parâmetros variáveis (VOLTOLINI, 2016).

À medida que o designer opera um conjunto dados e ações, como o deslocar de controles deslizantes, o digitar números, arrastar, pressionar, soltar ou conectar botões com as entradas/saídas de dados, temos uma ação que considera o interativo ao máximo, a manipulação vai se tornando mais detalhada e específica (JABI, 2017).

O Design Algorítmico, estabelecido como suporte dentro dos projetos de design, consegue automatizar partes dos processos, aumentando eficiência e diminuindo o tempo para proposição de alternativas (SINGH, 2012). Para Jabi (2017, p. 17, tradução nossa), “O pensamento de design paramétrico está intimamente ligado à nossa tendência cognitiva primordial de acomodar e assimilar novas informações”[2].

O processo de construção de um modelo que consiga ser adaptável e variável requer o domínio de especificidades dos *softwares* que permitem este tipo de abordagem. A flexibilidade formal está pautada numa lógica sofisticada, e por vezes

[2] “Parametric design thinking was found to be closely linked to our primordial cognitive tendency to accommodate and assimilate new information” (JABI, 2017, p. 17).

rígida, para se chegar a variações a serem exploradas. Exige, do profissional, a capacidade de entender e controlar conscientemente as ferramentas computacionais e de *script*. A forma vai depender diretamente das regras, associações e interdependências que o designer executa dentro do sistema utilizado. Desse modo, o projeto considera a construção do código tanto quanto a forma (NOME, 2015; OXMAN, 2017a).

Quando os algoritmos são executados pelo computador, um editor específico é usado para construir e especificar as instruções. Os editores podem ser de ordem independente, como o *Python* e o *C#*, ou incorporados, os quais são fornecidos pelos próprios programas, como o *Rhinoceros*, que permite aos usuários escreverem instruções para além da interface padrão de usuário (TEDESCHI, 2014). Para o autor, o processo de programação está ligado à exploração do *software* por “dentro”, para além da interface comum de usuário padrão.

No entanto, há de se considerar que o pensamento paramétrico e algorítmico não se refere à utilização de *softwares* ou linguagens de programação específicas, mas dita sim, sobre a lógica, a geometria, a topologia e a interação (JABI, 2013). O intercâmbio das informações faz com que exista a alteração de alguns parâmetros, aos que outros componentes reagem, gerando resultados diferentes. Essas alterações são baseadas nas relações associativas definidas pelo designer (JABI, 2013).

Em um modelo paramétrico, que comporta a representação computacional de entidades geométricas, podem existir atributos fixos e outras variáveis. Os atributos variáveis são considerados parâmetros e os atributos fixos são as restrições (até onde conseguimos controlar os modelos, entidades, componentes e objetos, entendendo limitações ou condições para manipulação).

Monedero (2000) considera as noções de restrições associadas aos parâmetros; são relações que especificam as possibilidades de adaptações de um grupo, de um elemento ou de grupos de elementos. As restrições regem o que se consegue adaptar e variar dentro de uma entidade. Podem ser entendidos também como as características não variáveis das entidades geométricas. O autor comenta que:

> Uma restrição é uma relação que limita o comportamento de uma entidade ou grupo de entidades. Exemplos de restrições são: um grupo de linhas restritas a serem paralelas ou perpendiculares ou colineares, uma linha

> restrita a ser tangente a um arco, dois cilindros restritos a serem concêntricos, uma dimensão restrita a ser menor que uma determinada magnitude ou igual a um múltiplo de uma determinada magnitude (MONEDERO, 2000, p. 372).

Disso, entende-se que os parâmetros são sinônimos de variação e conseguem apresentar mais de uma resposta para uma questão ou problema projetual, a qual entende a forma e a geometria como soluções, sem apagar ou desconsiderar a forma estabelecida inicialmente. Percebe-se a existência de um processo muito interessante de possibilidade de "volta ao início". Com isso, pode-se dizer que, se uma forma (geometria) específica foi gerada com parâmetros atribuídos que promovem a mutação dessa forma, se os resultados não forem satisfatórios, é facilmente possível voltar ao início, sem prejuízos ou com a necessidade de retrabalho para modelar tudo do zero. A modelagem paramétrica auxilia, dessa maneira, nas fases de inspiração de projetos.

Aspecto determinante do processo projetual do design é o ir e voltar etapas do processo. Diferentes alternativas são propostas em momentos distintos e as ferramentas computacionais que facilmente englobam os novos requisitos do projeto auxiliam de maneira estratégica no tempo para realizar as alterações e variações, sem apagar ou excluir. É possível voltar e reconfigurar (HERNANDEZ, 2006, p. 309).

A noção sobre as "famílias paramétricas" também é outro aspecto importante para considerar. Os objetos que compartilham certas características podem ser enquadrados dentro de grupos de similares ou famílias (MONEDERO, 2000). Os objetos podem compartilhar atributos com seus "irmãos" e herdar características dos seus "pais". Para Stabile (2015), um modelo CAD paramétrico que consegue se adaptar facilmente e rapidamente apenas especificando valores de dimensões está dialogando também com a noção de família para apresentar as possibilidades de solução para a questão. E, para estipular as condições de desenvolvimento do grupo "família", vamos precisar de:

> Uma descrição topológica especificando as partes que a constituem e as relações que mantêm entre si e um esquema dimensional especificando prioridades e restrições dimensionais (MONEDERO, 2000, p. 371).

Soares (2013, p. 55) comenta que, a partir da delimitação dos parâmetros e das suas respectivas alterações, é possível chegar a diferentes propósitos de configuração visual nos projetos que possuem as mesmas características fundamentais constituidoras. No Design Paramétrico, a singularidade é substituída

pela multiplicidade; deste aspecto surgem as famílias (HERNANDEZ, 2006).

Para Jabi (2017, p. 1) o termo “Design paramétrico” ainda é mal compreendido e usado em excesso. Para o autor, o termo vem sendo associado intensamente a estruturas complexas, por vezes confundido com um estilo formal e ainda associado a escritórios em específico com trabalhos renomados. Geometrias simples podem ser viabilizadas por relações paramétricas complexas entre as partes. Soluções complexas podem ter relações paramétricas triviais, ou, ainda, pode-se construir projetos que parecem paramétricos, mas não fazem o uso da metodologia (JABI, 2017).

Com tudo isso que foi exposto neste tópico, ao considerar as superfícies, objeto desta dissertação, com seu caráter transitório e ambíguo, percebe-se que a aplicação dos algoritmos parametrizáveis, dentro do Design de Superfícies, é uma proposição que se alinha bem às questões da área.

Para isso, sustentam-se os argumentos que consideram a possibilidades de variação da forma, de construção das entidades das superfícies, módulos por exemplo, a articulação com os parâmetros, a fim de gerar mais ambivalências, seja no ser superfície objeto, seja no ser superfícies envoltório. Desse modo, uma superfície, construída por esse conjunto de recursos e dados computacionais, pode, à medida que vão sendo adaptados, gerar reflexões amplas sobre estas superfícies. Existe, assim, uma multiformidade plástica que impera sobre as superfícies e pode alinhar-se aos processos paramétricos.

3.3.3 A Computação interagindo com o Design

O design é dinâmico, é adaptação e variação. Percebendo isso, e diante do que foi exposto nos tópicos anteriores, podemos discorrer que a modelagem algorítmica/paramétrica também vai caminhar a favor destas características.

Para tal, múltiplas linguagens são usadas para executar o que se projetou. Os computadores, dessa forma, são mais um meio para gerir a grade de relações entre o executar e projetar (WOODBURY, 2010).

Dessa maneira, Oxman (2017b, p. 1) vê o design paramétrico moldando-se às mudanças de contexto, sob a perspectiva das novas linguagens e técnicas, considerando o *script* computacional, os esquemas topológicos relacionais, as

geometrias associativas, o processo de (re)edição e (re)estruturação (OXMAN, 2017a).

Conforme Terzidis (2009, p. 19), a programação computacional pode ser entendida enquanto mais um veículo que permite a exploração, a experimentação e a visualização das formas sob diversos paradigmas. Ainda conforme Terzidis (2009), toda a sequência de operações específicas executadas pelo computador, algoritmos, assemelha-se ao pensamento humano, o qual lida com o mapear, o associar, o gerar e o tomar vias de possibilidade para o executar.

Voltolini (2016, p. 33) é mais um dos autores que considera que o processo de introdução dos modelos computacionais algorítmicos e paramétricos, ou seja, programação, condicionou para um novo paradigma projetual. As possibilidades de visualização, simulação, adaptações e, até mesmo, de fabricação, oferecidas pelo virtual, em tempo real, são pontos de destaque para a aplicação dessas metodologias e ferramentas no processo de projeto de design contemporâneo (STABILE, 2015).

Gaviria (2018, p. 24) considera ainda existirem mudanças nas áreas que lidam com o projetar a partir das considerações contemporâneas em relação à era digital, que caminha em vias de diálogo com as mídias, e a utilização dos algoritmos parametrizáveis.

Essas tecnologias, subsidiárias da visualização e da virtualização, se incorporaram de maneira tão incisiva, dentro das práticas de projeto, que muitas vezes convergem para “um lugar” e para “um meio” com o qual só se é possível alcançar determinados resultados (CHANG, 2021). Desse modo, a realidade mediada pelo virtual vem se destacando. Segundo Stabile (2015):

> A realidade mediada significa uma experiência possível somente pela mediação de um computador, e trata-se de uma definição ampla, que engloba todas as outras. Uma definição proveniente da realidade mediada, mas não menos importante, é a realidade virtual, significando uma substituição de informações do mundo real por outras de origem virtual (STABILE, 2015, p. 41).

Nesse sentido, há que se considerar a existência, atualmente, de um aumento na demanda por projetos que fomentem aspectos de inovação relativos à forma e à estética. A inovação plástica se beneficia da complexidade atribuível pelo uso das ferramentas computacionais; são geometrias passíveis de manipulação em maior ou menor nível de controle (SILVA, 2017, p. 13).

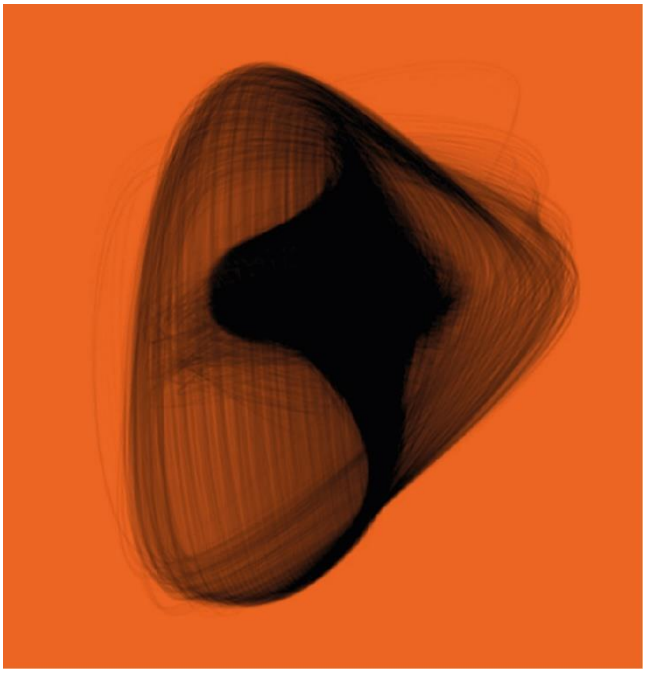
Nesse sentido, Dean e Loy (2020) falam sobre a necessidade de desprendimentos dos antigos padrões de produção estandardizadas e de massa concebidas na primeira revolução industrial, as quais foram aprimoradas e aperfeiçoadas no início do século XX, mas que hoje são desestimuladas.

A variação, adaptação e manipulação facilitada com maior controle de formas complexas é atributo determinado nos novos paradigmas pós-modernos de produção. São demandas do atual contexto no entremeio relativo às mídias e comunicação digital (DEAN; LOY, 2020).

Isso corrobora com o que Chang (2021, p. 112) comenta sobre o rápido processo de implantação das tecnologias presentes nos *softwares* CAD, as aplicações digitais passaram a ocupar um papel crucial no processo de projeto. Para o autor, o Design Paramétrico, estritamente vinculado à programação computacional, recentemente, é o melhor método para construção desses elementos, pois pode se fazer presente na união de aspectos inovadores estéticos tradicionais e possibilidades tecnológicas digitais.

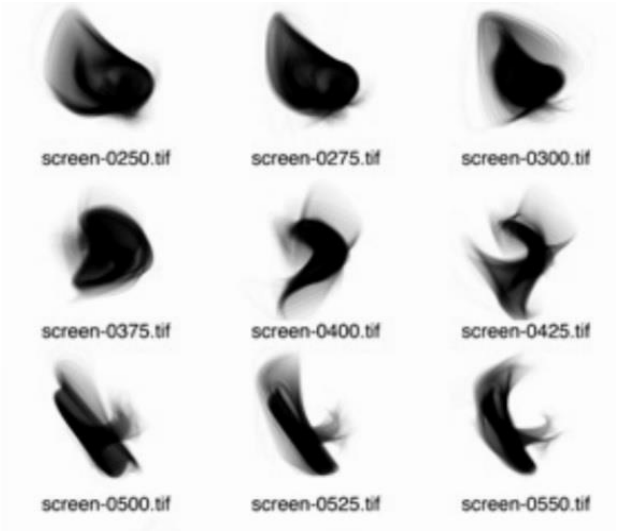
Do ponto de vista de Pearson (2011, p. 16), programar pode ir além da sistematização, da lógica, da boa prática, da estrutura rígida e da eficiência pura. A programação também pode ser liberdade, criatividade e expressão, podendo ser até mesmo arte ou ferramenta artística. A arte provida por intermédio da programação, arte algorítmica, Figura 17 e Figura 18, é exemplo de ponto de encontro entre as áreas, uma mais linear e a outra mais difusa.

Figura 17: Arte algorítmica.



Fonte: Pearson (2011, p. 23).

Figura 18: Família de elementos parametrizados.



Fonte: Pearson (2011, p. 23).

Mesmo o caráter artístico tendo um teor emocional, subjetivo e desafiador de definições, este pode fazer uso de atributos da ideia de construção dos fluxos de programação que são entendidos como percursos rígidos, frios e lógicos. Alguns podem pensar que a arte e a programação são dois entes contra intuitivos, mas linguagens de programação são apenas ferramentas. Ordem e caos; simplicidade e complexidade; mecânico e orgânico; não estão obrigatoriamente em extremos opostos de um espectro, estes podem se comunicar e se entrelaçar. A programação

e o criativo desse modo não se opõem (PEARSON, 2011).

Desse modo, o criativo e as áreas, como o design e arquitetura, que lidam com a criatividade, e a proposição de soluções imaginativas, muito podem fazer uso destes entes da lógica computacional. A construção dos códigos e *script* preveem, na necessidade de estipulação de um problema a ser solucionado, ou ação a ser executada, um campo fértil. Resultando em artefatos, sejam passíveis de materialização ou não, ilógicos, imprevisíveis, expressivos e comunicativos, que vão dialogar e fazer uso de código, símbolos, ícones, e elementos diversos das linguagens da visualidade.

Para Pearson (2011), a programação é apenas o ato de se comunicar por intermédio de uma língua, a qual faz uso de linguagens e idiomas, para intermediar uma transmissão de informação entre o computador e o ser humano. Desse modo, o ente comunicativo entre estes interlocutores do diálogo pode se dar de diversas maneiras. Essa língua pode ser apropriada, adaptada e executada de diversas maneiras, com diversos "sotaques" e peculiaridades. Os resultados dessa comunicação também são amplos e, por isso, dialogam tão bem com o crivo criativo.

Em contrapartida ao que todos os outros autores comentam sobre as grandes inovações e percepção sobre a implantação dos aspectos da computação dentro do processo de projeto, Rhodes (2017) enxerga essa forma de concepção e apresentação como simplesmente mais uma ferramenta.

Os resultados alcançados ao longo do processo devem vir muito mais das pesquisas e análises. Somente a geração de geometrias arbitrárias, que podem variar infinitamente, sem um discurso concreto que as faça ter sentido sobre uma aplicação e a real efetividade da solução para o problema ou oportunidade de design, não é suficiente (RHODES, 2017). O autor afirma que:

> Operamos em um amplo espectro de intenções, curiosidades, materialidades e mídias, e nos engajamos em processos que pareciam se prestar ou ansiar por computação, mas que eram igualmente bem feitos à mão. Por fim, percebemos o computador, como um martelo ou uma régua, é apenas uma ferramenta e que o design paramétrico é, no final das contas, apenas design (RHODES, 2017, p. S824, tradução nossa)[3].

Considerando que o computador não é autônomo e decisões tomadas ainda

[3] "We operated across a broad spectrum of intentions, curiosities, materialities and media, and engaged in processes that seemed to lend themselves to, or crave, computation, but were just as well done by hand. Ultimately, we realized that the computer, like a hammer or a ruler, is just a tool and that parametric design is, in the end, just design" (RHODES, 2017, p. S824).

são feitas pelo designer, a poética narrativa discutida por alguns autores sobre as grandes inovações e relevâncias da máquina parecem perder força. Não se deve entender que os *softwares* não contribuem para o processo, longe disso, mas os colocar em um pedestal parece no mínimo exagerado.

Estar ciente e controlar decisões, tomando o computador como apenas uma ferramenta, é primordial. O afloramento, recentemente, de tecnologias robustas dentro do processo de projetação levantou questões sobre a própria natureza dos resultados e percursos do design. Questões relativas à expressão de padrões *versus* imaginação; o determinismo *versus* a ambiguidade; a autoria *versus* a computação autônoma e até mesmo o humano *versus* a máquina são questões que levantam debates interessantes (RHODES, 2017).

O fazer contemporâneo, para Jaramillo e Mennie (2019), conversa com as questões relativas ao aprendizado de máquina e tecnologias digitais, não podemos/devemos os ignorar. São formas híbridas do fazer que integram o digital, o computacional e o tradicional. Existem apreensões sobre o lugar ocupado pelas automatizações, assunto que vem sendo foco da indústria desde as primeiras revoluções industriais, em que o artesão qualificado foi substituído pela máquina repetitiva, bem como questionamentos sobre a real contribuição do computacional (JARAMILLO; MENNIE, 2019).

Sennett (apud JARAMILLO; MENNIE, 2019) defende a noção de “Diedorot” de que a máquina não deve substituir nem replicar, mas pode sugerir e aprimorar; a máquina pode propor um novo olhar e uma nova interpretação sobre algo. Nesse sentido, e entendendo tudo que foi exposto no tópico, podemos inferir que as possibilidades em volta do paramétrico e do digital são inegáveis. Entretanto, há que se considerar um cuidado ao afirmar que estas ferramentas, por si só, são suficientes para um novo paradigma dentro do design contemporâneo. Muitas vezes, a subjetividade e a singularidade, almejadas, podem advir de outras fontes ou até mesmo serem incluídas no computacional. O primordial é a reflexão.

3.3.4 *Script* Visual

Terzidis (2009) apresenta uma reflexão interessante do ponto de vista da configuração dos aspectos visuais dos projetos concebidos dentro dos *softwares*.

Para o autor, a criatividade do designer muitas vezes é limitada pelos programas que deveriam expandir a sua imaginação, pois existe uma quantidade finita de possibilidades atribuíveis às ferramentas CAD, ditas tradicionais. Quando os projetistas não encontram a ferramenta específica, para um objetivo prévio, ficam limitados em seus processos de concepção.

Desse mesmo modo, quando novas ferramentas são disponibilizadas pelos programadores e desenvolvedores, que construíram os *softwares* ou que contribuem com a comunidade que faz o seu uso, o pensamento gira em torno das novas possibilidades a que a ferramenta pode auxiliar na construção e implementação do que não era possível anteriormente. Existe aí uma dependência do que se é possível fazer a partir da disponibilização de funções pelos programadores (TERZIDIS, 2009).

A partir disso, Terzidis (2009, p. 20) questiona se os projetistas estão "[...] realmente fazendo algo novo? Ou eles estão simplesmente replicando um processo já concebido pelo programador que forneceu a ferramenta?". Conclui questionando que, se os designers, que conhecessem o processo de programação e construção dessas ferramentas, geradas por meio do código, teriam o poder de continuar expandindo sua criatividade e imaginação de forma autônoma. Ao utilizar apenas as interfaces convencionais, o projetista pode estar fadado, em algum momento, a produzir o comum e se afastar do extraordinário. Desse modo, questiona o autor "[...] estariam os designers realmente criando um novo design? Ou eles estão apenas reorganizando as informações existentes dentro de um domínio definido pelos programadores?" (TERZIDIS, 2009, p. 20).

A reflexão promovida por Terzidis (2009) pode ser encarada como um tanto extremista, pois questiona os níveis de originalidade dos resultados alcançados do ponto de vista do profissional que construiu a ferramenta. É como se afirmasse que, se o programador já conseguiu executar a ferramenta, os resultados apresentados pelo designer já poderiam ter sido construídos.

Existe uma lacuna advinda desde a formação dos projetistas e designers quanto à programação. Essa atividade geralmente não é estimulada durante a formação, os quais não são ensinados a canalizar sua criatividade através da linguagem, estrutura e filosofia da construção dos códigos computacionais de programação (TERZIDIS, 2009).

Com essa demanda em mente, muitos *softwares* apresentam ferramentas visuais para construção de *scripts* mais acessíveis para usuários, com pouco ou nenhum domínio das linguagens de programação tradicionais. Essas ferramentas geralmente fazem uso de diagramas gráficos. O *script* visual é baseado no editor visual de uma linguagem de programação (TEDESCHI, 2014).

Sobre o processo de modelagem paramétrica associada ao Design Algorítmico por intermédio de *softwares* que lidam com a linguagem de programação gráfica, Nome (2015) considera:

> Scripting gráfico permite criar programas, concatenando elementos gráficos e não necessariamente usando linguagem de código de texto. Quando esse tipo de programação é aplicada gera um modelo visual de fluxo de dados. Esse tipo de abordagem associado a um programa de modelagem vem se tornando popular internacionalmente entre projetistas, porque permitem a criação de processos variados e integrados conforme interesse projetual (NOME, 2015, p. 40).

A vantagem desse tipo de modelo é que não existe a necessidade do domínio de sintaxes tradicionais de programação como *Python*, *C#* ou *C++*. Isso se mostra relevante do ponto de vista da complexidade para se adquirir o domínio e “fluência” nesse tipo de idioma. Assim como uma língua, o processo de conquista de autonomia para a construção de sentenças e definições em código é um processo contínuo que demanda tempo, prática e exige dedicação singular.

Celani e Vaz (2012) considera que se leva muito mais tempo para dominar os princípios e condições das linguagens de programação textual em relação à construção de modelos por intermédio das linguagens de *script* visual. No entanto, o uso das linguagens de texto permite a aplicação de estratégias algorítmicas mais complexas, que vão interferir diretamente nas possibilidades de resultado da forma. Já a *script* visual, para os autores, está ligada às manipulações e variações dos parâmetros de modo mais direto e como o próprio nome diz muito mais visual (CELANI; VAZ, 2012, p. 124).

As linguagens de programação textual utilizam representações simbólicas como textos e números para realizar/descrever as operações e relações. Essas linguagens de texto podem variar muito em termos de sintaxe a depender dos *softwares* para qual foi desenvolvida, e exige a necessidade de seguir a estrutura original de modo estritamente correto e rigoroso (CELANI; VAZ, 2012, p. 125). O Quadro 1 apresenta um breve apanhado com diferenças marcantes entres os

métodos para a construção de código textuais e os visuais.

Quadro 1: Principais diferenças entre o *script* gráfico e o *script* textual.

Programação textual	**Script visual**
Linha de texto	Ligação entre elementos gráficos
Compilação	Resultado em tempo real
Especialista	Mais Intuitiva
Permite programação mais refinada	Baseado em editáveis contidos nos elementos gráficos

Fonte: Voltolini (2016, p. 75).

O *script* visual permite que os projetistas não familiarizados com a construção de código tradicionais, escritos, consigam manipular mais incisivamente as formas dos elementos modelados. A programação textual proporciona um domínio maior, mas o *script* gráfico, por vezes, faz-se interessante ao proporcionar ao usuário a possibilidade de visualização instantaneamente do modelo tridimensional (LEACH, 2014). Voltolini (2016) chama a modelagem com *script* visual aquela que faz uso de ícones, símbolos e índices para conceber a forma.

Para Aish e Hanna (2017), diferentes sistemas que utilizam as metodologias de parametrização apresentam curvas de aprendizado distintas. A curva de aprendizado descreve os desafios cognitivos ao longo do processo de aprendizagem, também sendo uma questão que varia de pessoa a pessoa. Diferentes *softwares* podem ter capacidades e complexidades distintas para resolução e apresentação de soluções igualmente distintas. Desse mesmo modo, corrobora o que discutem Celani e Vaz (2012) ao afirmarem que a curva de aprendizagem nas linguagens de *script* visual é maior se comparada às linguagens textuais para iniciantes. As dimensões cognitivas dentro dos sistemas computacionais estão ligadas aos aspectos que permitem ou obrigam o usuário pensar e agir durante o uso do sistema.

Para se alcançar os objetivos a partir da construção de código, é necessário, do indivíduo, um maior ou menor domínio sobre as questões relativas e empregadas nos seus ambientes de utilização a depender da complexidade exigida. Para o ensino de questões relativas à ciência da computação, para iniciantes, é importante apresentar linguagens de programação e ferramentas que contemplam um incremento de complexidade gradual. No mesmo sentido, caminha o processo de autonomia projetual que faz uso das considerações algorítmicas/paramétricas, levando em consideração as lacunas quanto a formação desses profissionais (AISH;

HANNA, 2017).

O acoplamento e a reflexão da ação são parte fundamental no sistema cognitivo (aprendizagem). Jean Piaget chama esse acoplamento de acomodação e assimilação. A assimilação é o que nos permite entender e captar estímulos externos por intermédio do esquema construído ao longo das nossas experiências, a interpretação estando diretamente associada ao que se viveu. Jabi (2017) usa esse esquema proposto por Piaget para ilustrar as ações vinculados ao Design Paramétrico/Algorítmico, em que, à medida que os parâmetros são controlados pelo indivíduo e os resultados formais vão sendo alterados, os processos cognitivos de assimilação e acomodação irão inferir no estabelecimento do resultado satisfatório ou não ao requisito de projeto e aos objetos estipulados previamente. Assimilar em uma experiência interna (JABI, 2017, p. 3).

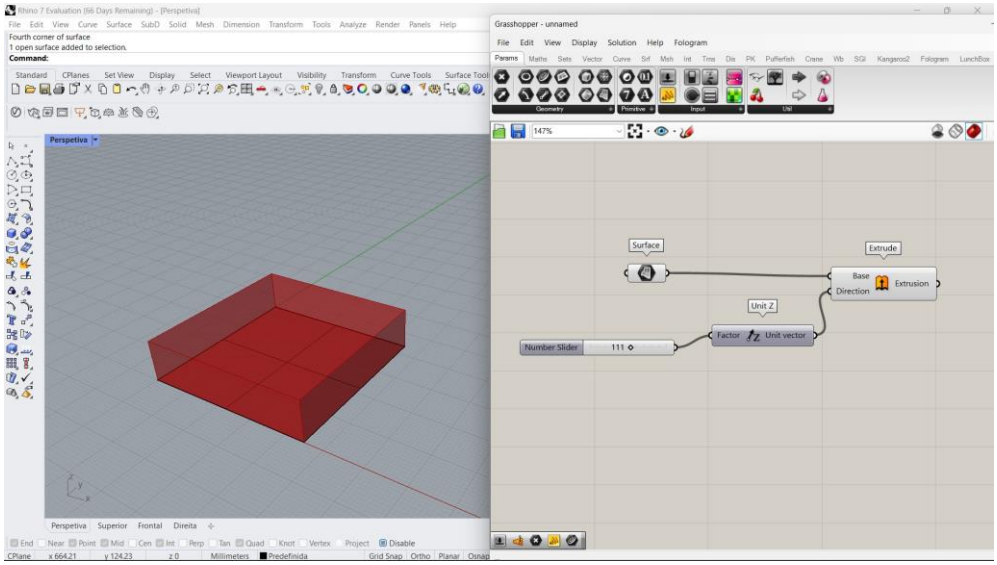
Nas linguagens de *script* visual, ícones são utilizados, ao invés de digitar diálogos em código, para representar, identificar, descrever e manipular as entidades do desenho. Existe uma relação visual entre as entidades do projeto sem a necessidade de escrever códigos, são utilizados símbolos gráficos. A visualidade da programação gráfica pode ajudar na organização e planejamento do objetivo sem a necessidade de seguir um caminho estritamente linear e que pouco destoa visualmente as etapas e funções aplicadas (CELANI; VAZ, 2012).

O *Grasshopper* é um dos editores associado a algoritmos e parâmetros mais populares. Os dados abordados e manipulados dentro dos *scripts* visuais alimentam algoritmos como *input* ou são os dados de saída *outputs*. Voltolini (2016, p. 40) comenta que o *Grasshopper*, imbuído da sua linguagem associada a elementos gráficos, como ícones associados a algoritmos, torna mais amigável a modelagem algorítmica paramétrica de estruturas complexas. No *Grasshopper*, as setas mostram direções dos fluxos dos dados.

O usuário tem um *feedback* simultâneo em janelas abertas e os erros podem ser facilmente localizados, pois, quando o indivíduo faz uma conexão indevida de parâmetro ou componentes, que não suportam a informação, uma alteração visual na cor do código é apresentada imediatamente. Nos códigos de programação textual, o usuário muitas vezes só percebe o erro quando o código trava. Além disso, os *scripts* visuais podem ter suas potencialidades estendidas com a aplicação de *scripts* textuais (CELANI; VAZ, 2012).

As Figuras 19 e 20 apresentam um exemplo de erro dentro de um código a partir da interface do *Grasshopper*. É possível perceber que o ícone e os conectores mudam de cor para alertar o projetista. O código construído tem o objetivo de variar a altura de uma superfície. Para isso, foi utilizado o componente *Extrude*, o qual requer a definição da superfície, componente *Surface*, e a definição da direção dessa alteração de altura por um vetor, componente *Unit Z*, e um quantitativo para essa variação, *Number slider.*

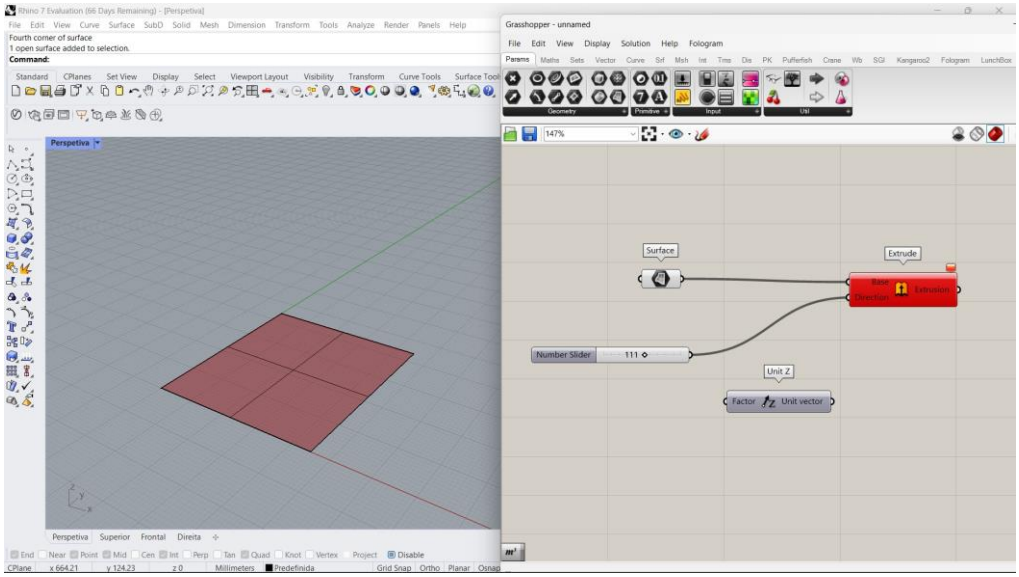
Figura 19: Exemplo de código.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza.

Se o componente de quantidade fosse associado ao componente *Extrude* sem a definição de um vetor de direção que orienta para onde a variação de altura deve convergir, isso ocasionaria um erro. Esse erro é claramente apresentado pela alteração da cor do componente, que fica vermelho, chamando a atenção do projetista, conforme a Figura 20.

Figura 20: Exemplo de erro.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza.

Para Silva (2017), os dados dentro do *Grasshopper* são enviados de componente para componente por intermédio de um conector, “o fio”, como apresentado no exemplo anterior, ligando os pontos de saída dos componentes aos pontos de entrada de outros componentes. Os algoritmos parametrizáveis gerados dentro do *Grasshopper* criam e transformam geometrias.

No *Grasshopper*, parâmetros não especificados utilizam dados padrão, como quando se constrói um ponto e se apresenta as coordenadas X e Y, mas não a Z. O padrão será entendido de modo que Z equivale a 0 até que o usuário altere este parâmetro. No *Grasshopper*, segundo Oxman (2017a), existe o emprego de símbolos de codificação visual, no qual, em simultaneidade, uma imagem visual 3D é exibida à medida que o *script* visual é construído ou editado.

Para Tunçer e Wortmann (2017, p. 2) o *script* visual estabelecido no *Grasshopper* permite que o usuário arraste, solte e conecte componentes em uma interface de sentido único. Os autores comentam sobre os modelos paramétricos de pontos de vista do controle, exploração e racionalização das formas (TUNÇER; WORTMANN, 2017, p. 3).

Desse modo, a visualidade, assunto muito discutido nesta dissertação, proposta pelos *scripts* visuais, pode ser um trunfo dentro da intenção de construção de superfícies, pois lida diretamente com as percepções em volta da construção da forma.

Na seção, foi apresentado um panorama geral quanto às intersecções entre os processos de construção em código para a formulação de geometrias e manipulação da forma associáveis aos processos e projetos de design. Destacam-se, com isso, as possibilidades de adaptação, variação e alto nível de controle propiciados pelos *softwares* que lidam com a modelagem tridimensional parametrizada e algorítmica.

No mesmo sentido, consideram-se as lacunas deixadas em aberto quanto à formação dos profissionais que lidam com a forma, que geralmente pouco interagem com a construção formal computacional por meio do código. A partir disso, foi discutida a aplicação e construção de códigos computacionais por intermédio de metodologias visuais, os *scripts* visuais, que apresentam curvas de aprendizado maior para os iniciantes quanto ao interesse de manipular e gerir os elementos formais de maneira parametrizada.

No fim, observa-se que a abordagem paramétrica propiciada pelo *Grasshopper* se enquadra nas intersecções de projeto aqui inferidas quando aos diálogos acerca das ambiguidades encontradas nas superfícies como elementos e objetos transitórios. Observa-se que o *Grasshopper* pode ser uma ferramenta eficaz na manipulação dos elementos constituintes das superfícies podendo apresentar resultados que se adaptem às limitações e requisitos de projeto.

Desse modo, o capítulo que se segue trata das incursões dessas metodologias de *script* visual aos preceitos definidos nos capítulos iniciais quanto ao Design de Superfícies e seus constituintes comunicativos, seja na geração de módulos, motivos, padrões e na possibilidade de variação destes.

EXPERIMENTAÇÃO

4 EXPERIMENTAÇÃO

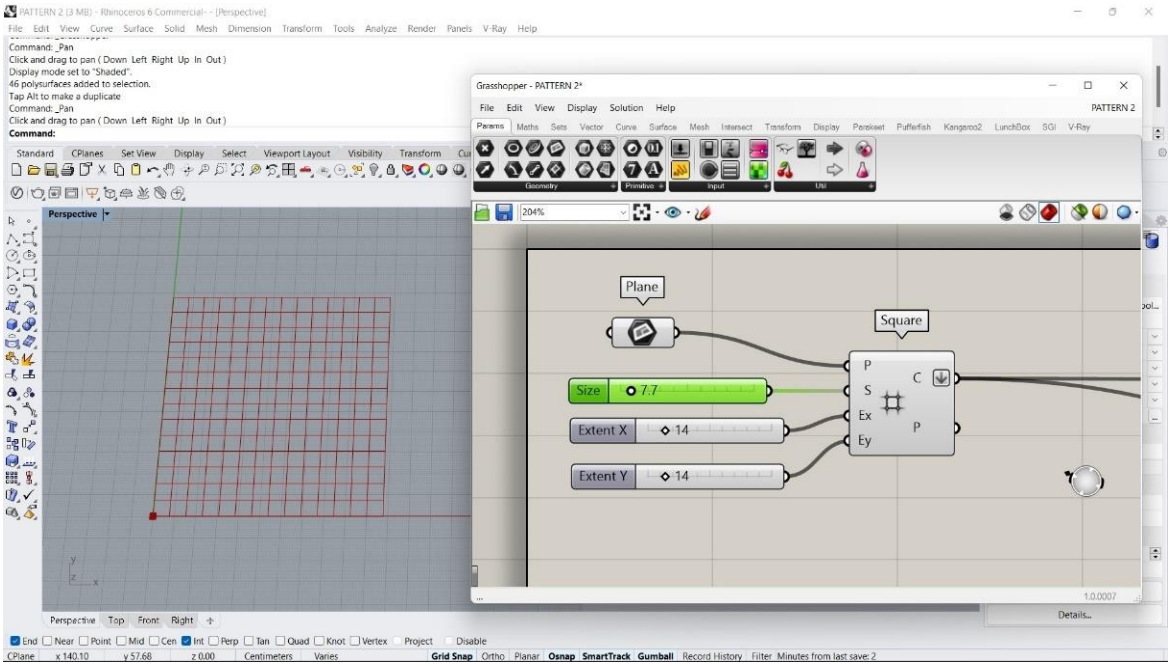
O capítulo que se segue visa a apresentar, de modo prático, as possibilidades integrativas entre os elementos componentes das superfícies e a construção com base nos algoritmos parametrizáveis. Para isso, inicialmente foi apresentado um dos exercícios arbitrários propostos por Yazdi (2022) que serviram de subsídio para mais explorações acerca das capacidades de composição e manipulação das superfícies dentro do ambiente simulado tridimensional. Desse modo, com as explorações iniciais, visa-se a apresentar o potencial a que este recurso está acometido.

Dito isso, toda a experimentação foi construída dentro da interface *Rhinoceros* e *Grasshopper*, que, como bem apresentado nos capítulos anteriores, são os *softwares* que interagem com a *script* visual, na qual os algoritmos são representados por células e seus dados de entrada (*inputs*) e dados de saída (*outputs*) estão conectados por cabos responsáveis por transmitir o fluxo de dados ao longo do algoritmo como um todo.

Yazdi (2022) é um *computacional designe*r e CEO da plataforma *Parametric House*, a qual conta com vários exercícios para a comunidade que se interessa pelo processo de programação dos modelos digitais por intermédio do *Grasshopper* e *Rhinoceros*. Um dos exercícios propostos é o *Truchet Tiles* que considera a construção de um módulo base e que a partir da manipulação aleatória e randômica varia a superfície final como um todo, gerando quase que infinitas possibilidades de combinação com apenas um módulo construído.

A Figura 21 apresenta o ambiente de manipulação integrativo entre *Rhinoceros* e *Grasshopper*, respectivamente lado esquerdo e direito. Na Figura, vemos uma malha construída a partir do algoritmo intitulado *square*, o qual aceita como dados de entrada um plano, dados de dimensão de cada célula da malha (quadradinho), quantidade de células no eixo X e a quantidade de células no eixo Y. Como dados de saída, podem ser apresentadas as células geradas e os pontos de cada encontro de segmento de reta (linha ou aresta) presente na malha.

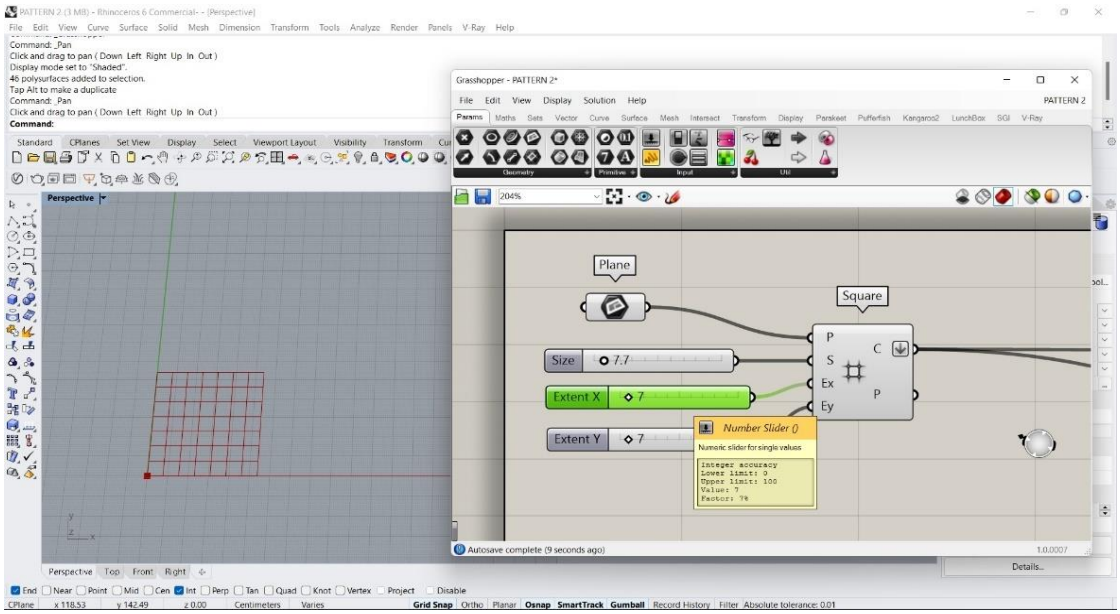
Figura 21: Construção de uma malha no *grasshopper*/*rhinoceros*.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2019).

Na Figura 22, são apresentadas as características parametrizáveis do algoritmo *Square*, no qual podemos, com um controle deslizante chamado *Number Slider*, gerenciar a quantidade de células no eixo X e a quantidade de células no eixo Y, bem como o tamanho das células em ambos os eixos. A variação da forma com base nesses controles deslizantes se dá de modo rápido e prático. A alteração na dimensão da malha resulta em uma alteração no modelo algorítmico como um todo.

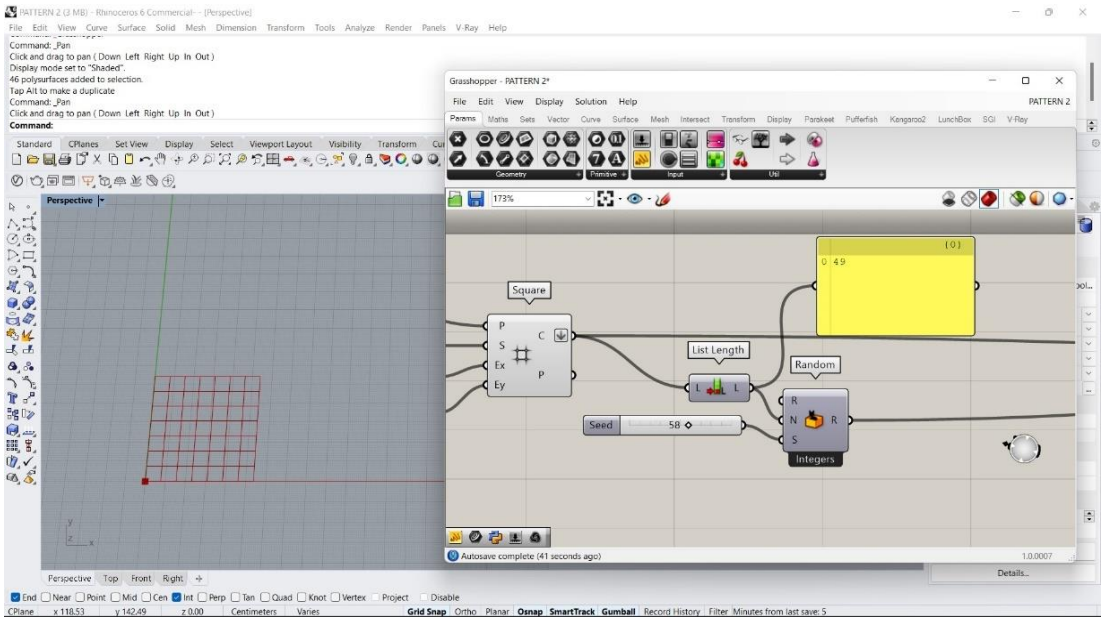
Figura 22: Algoritmo Square parametrizável.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2019).

O objetivo da parametrização deste algoritmo é gerar a maior quantidade de padrões de uma superfície utilizando apenas um módulo. Desse modo, faz-se necessário considerar os componentes que condicionam a randomização de dados como é o caso do algoritmo *Random*. A partir de uma lista de dados, aqui no exemplo da quantidade de células dentro da malha *Square*, o algoritmo *Random* irá variar a localização das células de modo aleatório (Figura 23).

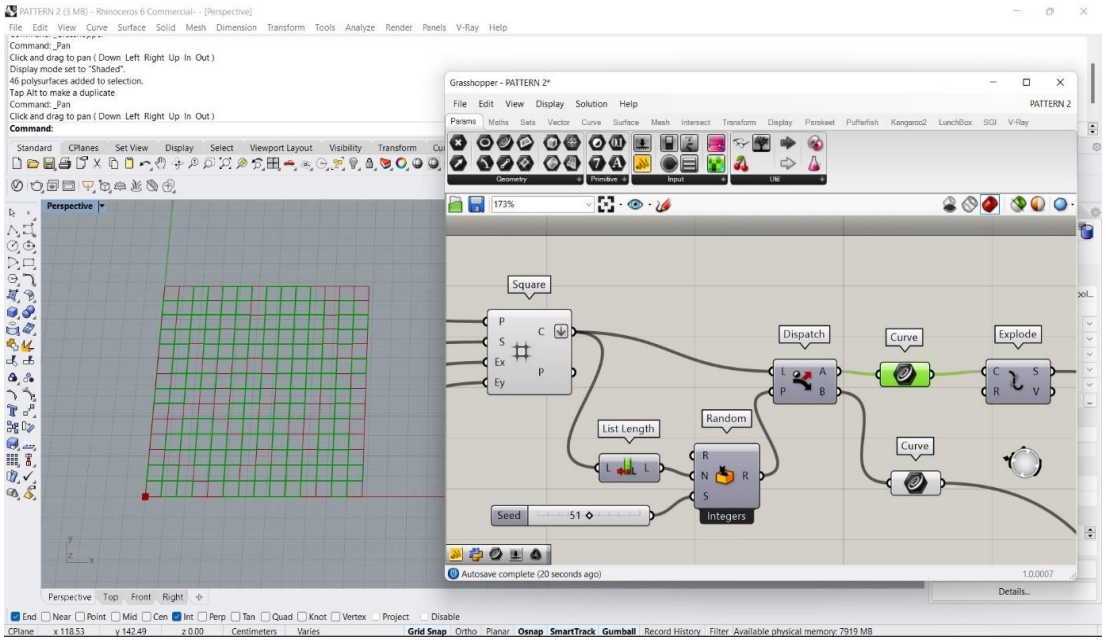
Figura 23: Componente *Random* recebendo como dados de entrada os dados de saída do componente *Square*.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2019).

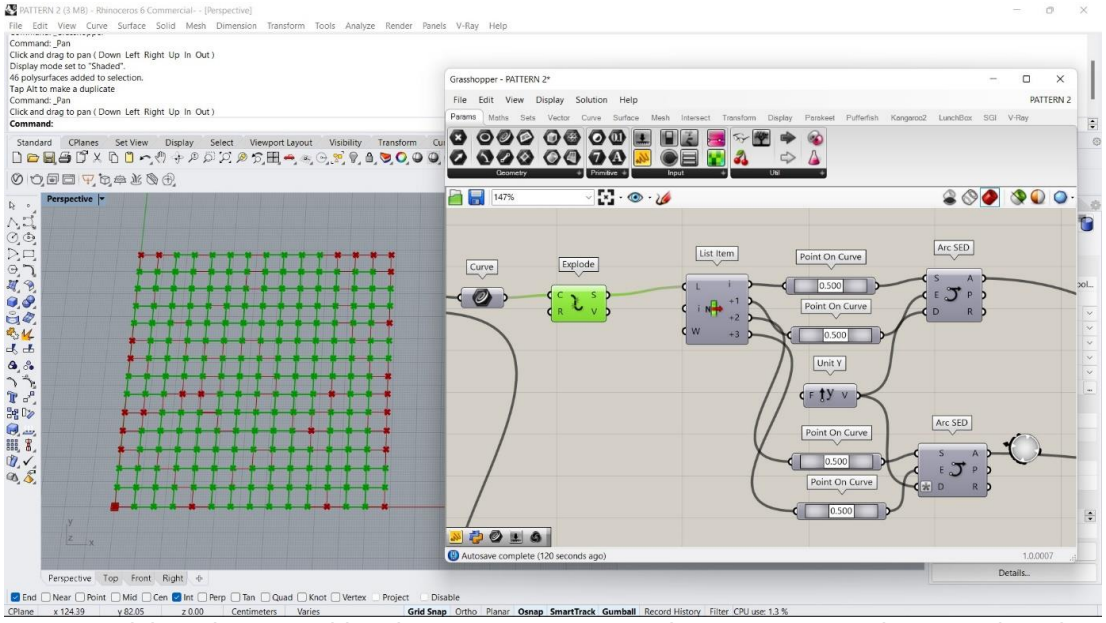
Em seguida, os dados da malha, já randomizados, são divididos em duas listas pelo componente *dispatch* e, depois, pelo componente *Explode* são extraídos os dados de ponto de cada aresta que compõem a malha em questão. As Figuras 24 e 25 apresentam a sequência de ações descrita respectivamente.

Figura 24: Componente *Dispatch* dividindo a malha em dois conjuntos de lista.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2019).

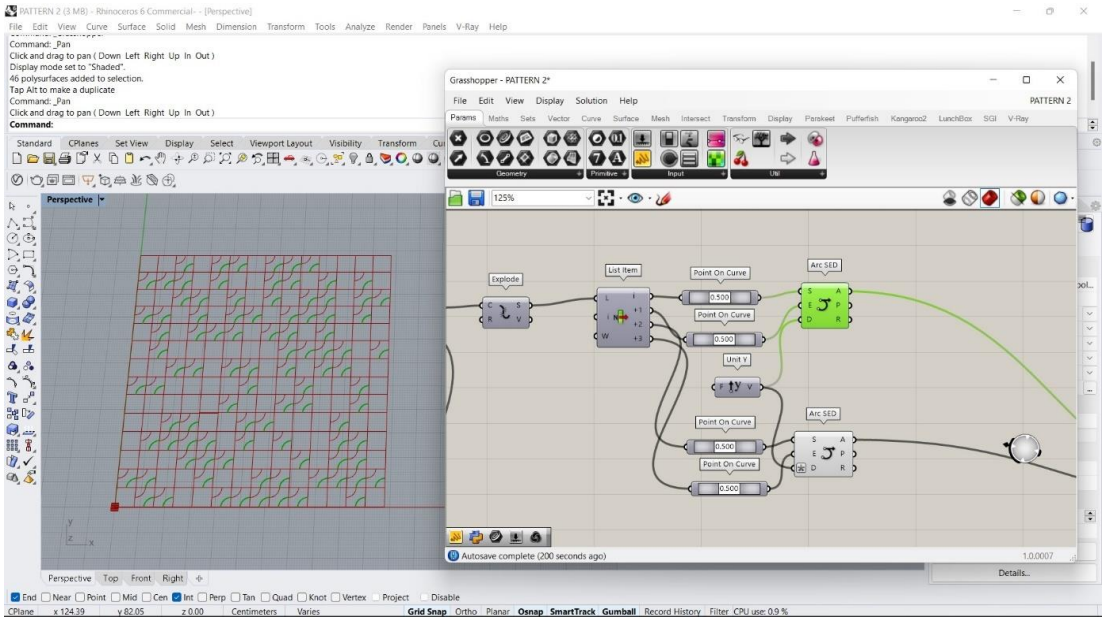
Figura 25: Componente *Explode* extraindo os pontos das arestas da malha.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2019).

Em seguida, com base nos pontos estriados pelo componente *Explode*, encontrado os pontos médios dos segmentos de reta e vinculando estes dados aos dois conjunto de listas gerados randomicamente, se utiliza o algoritmo *Arc SED para gerar* vários arcos aleatórios com base nos pontos extraídos pelos componentes anteriores. A Figura 26 apresenta mais esta etapa.

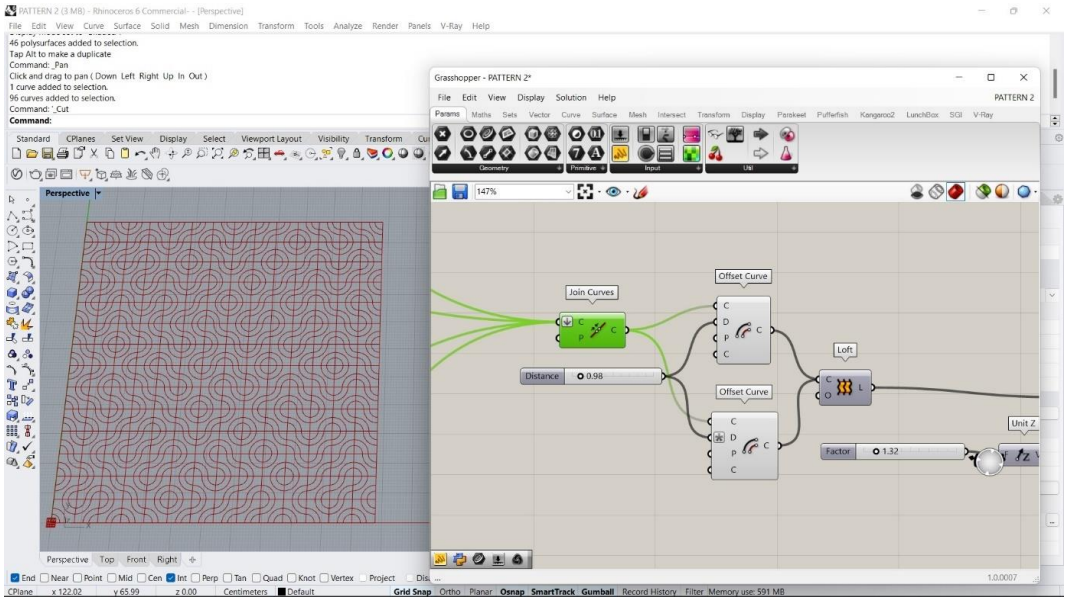
Figura 26: Arcos gerados pelo algoritmo *Arc Sed*.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2019).

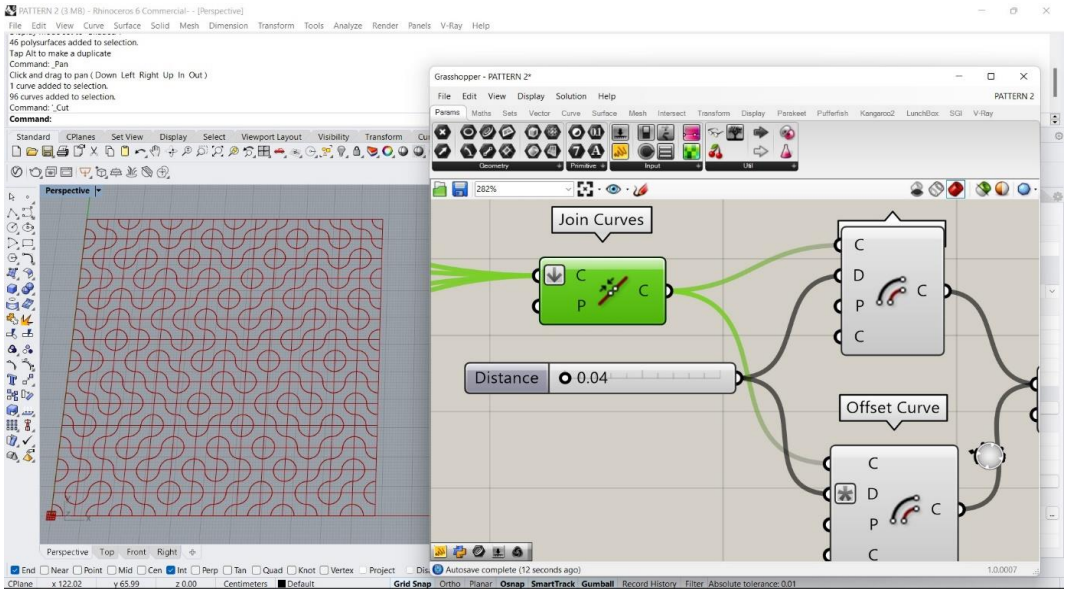
Logo em seguida, unidos todos os arcos associados às células que já estão atreladas à condição randômica de variação de localização teremos a construção de um padrão/superfície. O componente *Offset* aqui foi utilizado para gerar uma espessura entre as linhas médias dos arcos. Nas Figuras 27 e 26, podemos observar, primeiro o padrão como um todo, e, em seguida, as possibilidades de variação parametrizada da espessura do *offset*.

Figura 27: *Offset* aplicado no padrão.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2019).

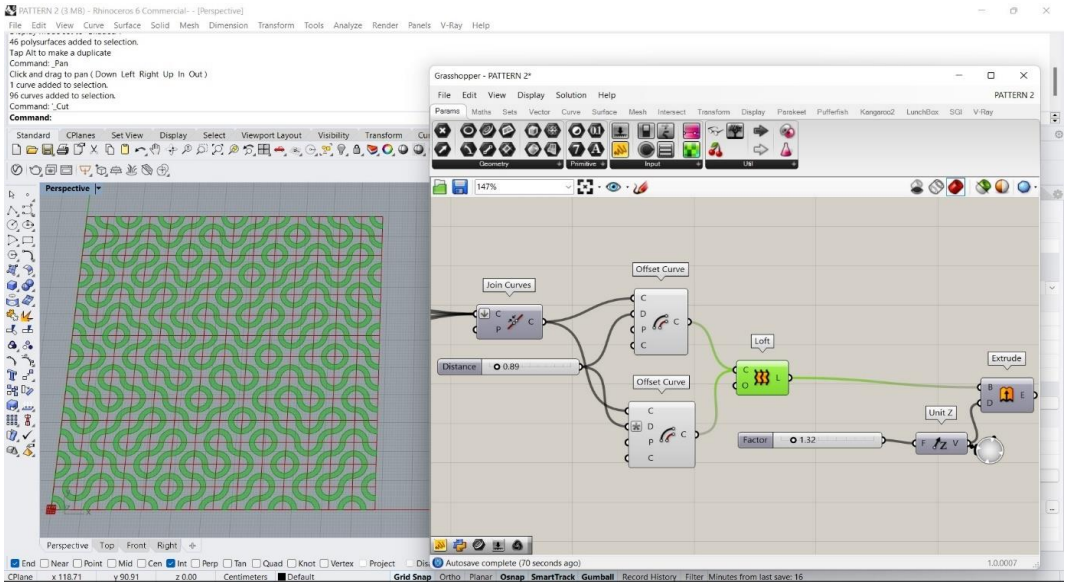
Figura 28: *Offset* parametrizado estimulando a variação do modelo.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2019).

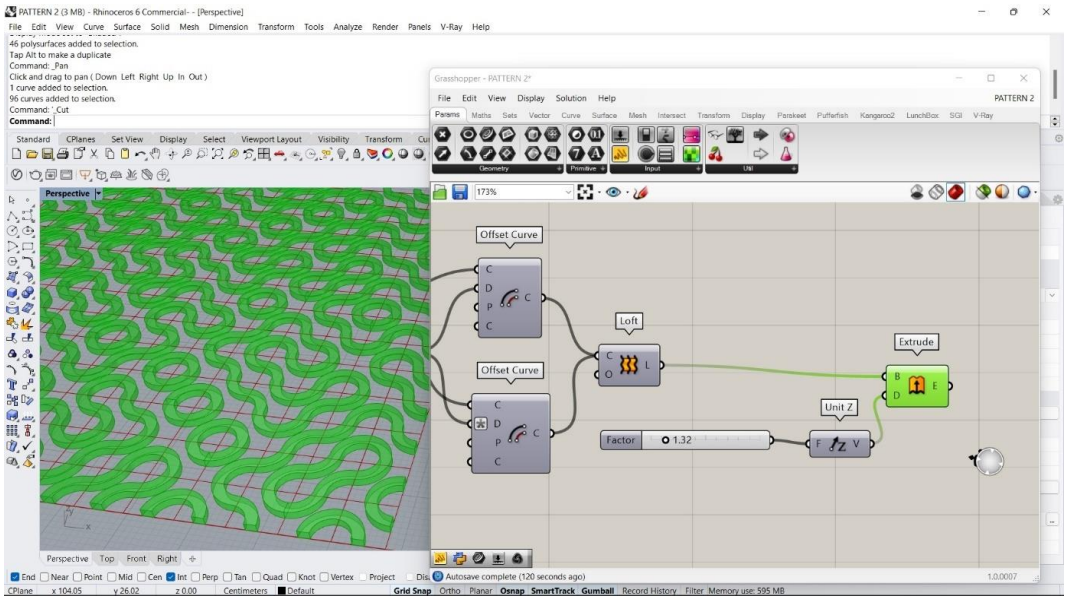
Em seguida, são apresentadas as possibilidades de variação e tridimensionalização da superfície gerada. Primeiro, utilizando o componente *Loft* para gerar uma superfície bidimensional entre as curvas (linhas/segmentos de reta) e, depois, explorando a tridimensionalização com os componentes *Extrude* vinculados ao eixo Z do plano. Desse modo, temos uma superfície que varia da sua condição bidimensional aos planos, para a condição tridimensional a qual executa volumes parametricamente. Isso vai ao encontro dos comentários tecidos ao longo deste trabalho sobre a ambiguidade comunicativa das superfícies. As Figuras 29, 30 e 31 apresentam visualmente as considerações comentadas.

Figura 29: Superfície gerada pelo componente Loft.



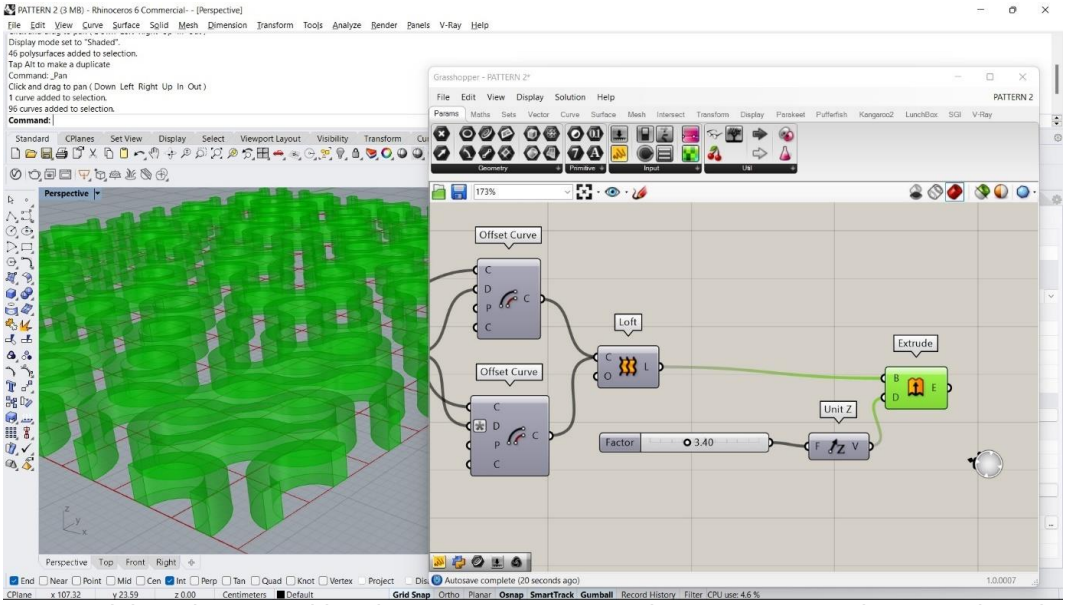
Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2019).

Figura 30: Superfície tridimensional gerada a partir do algoritmo *Extrude*.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2019).

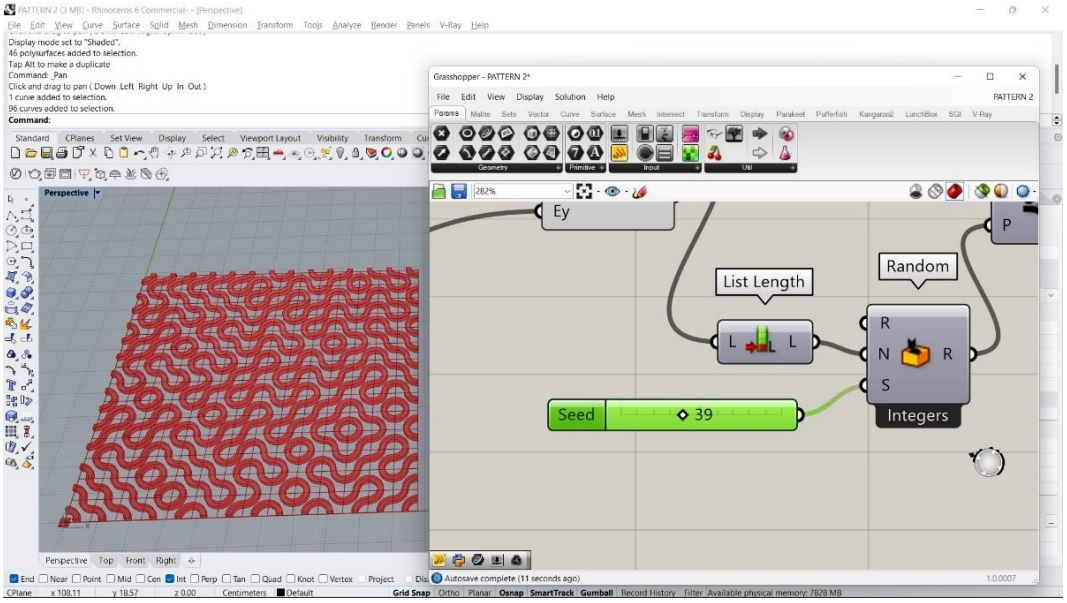
Figura 31: Superfície tridimensional parametrizada com variação do volume e altura da peça.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2019).

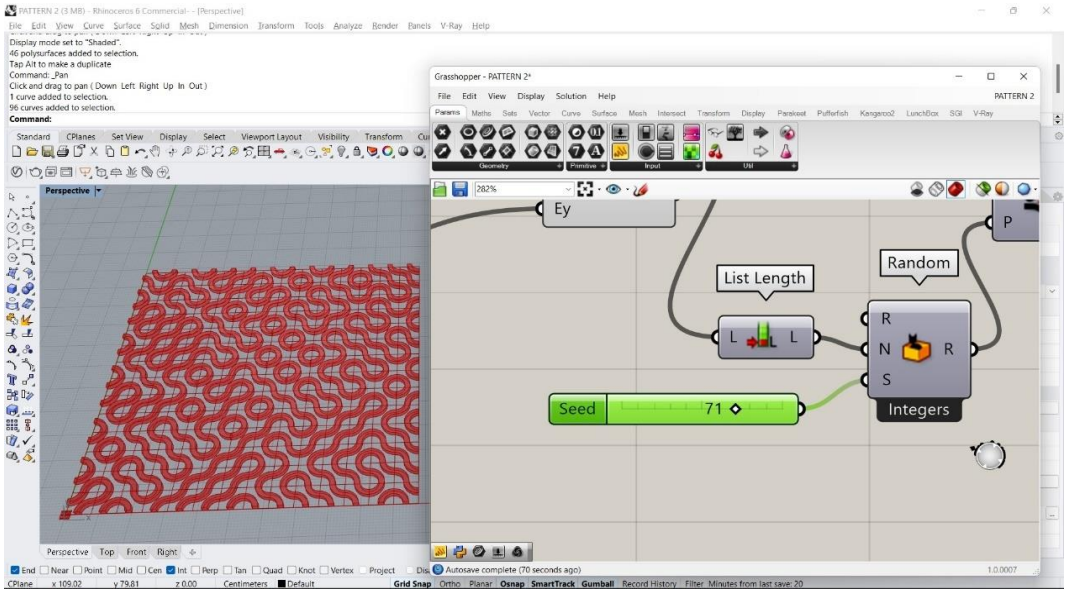
As Figuras 32 e 33 apresentam a condição randômica do padrão para a geração de superfícies distintas a partir da combinação aleatória do módulo. Tudo isso já considerando a tridimensionalização da informação visual e tátil.

Figura 32: Parametrização randômica do padrão nível 1.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2019).

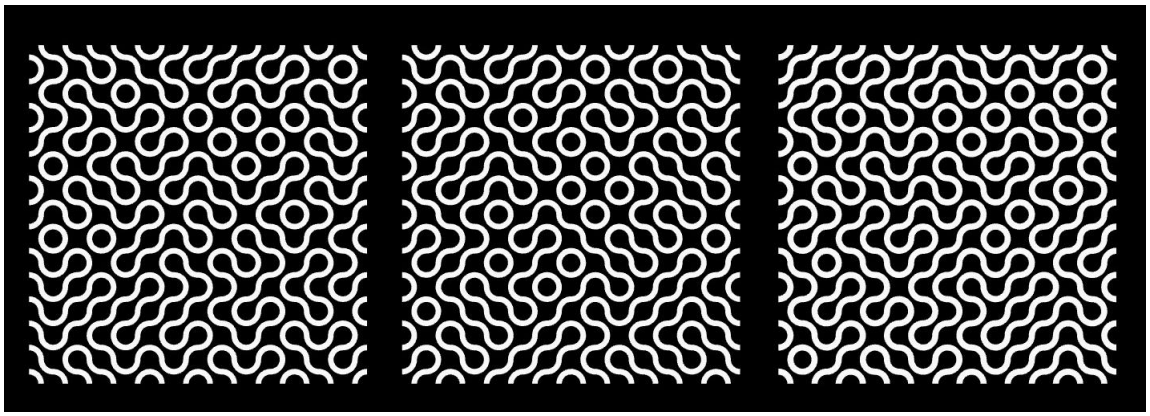
Figura 33: Parametrização randômica do padrão nível 2.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2019).

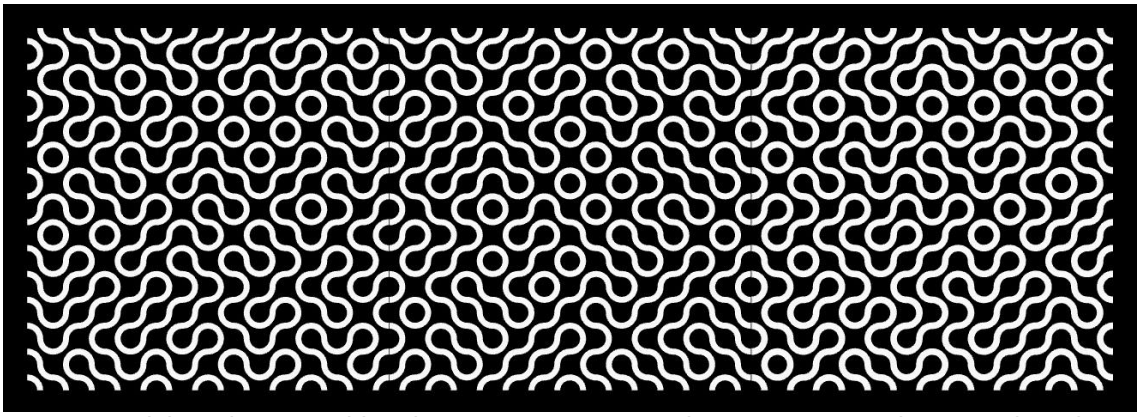
A Figura 34 apresenta um esquema para visualização mais detalhada das diferenças entre os padrões gerados pelo algoritmo de aleatoriedade. Cada padrão, gerado pelo mesmo módulo, apresenta uma configuração visual distintiva. Mesmo assim, ainda é possível perceber que o fator de encaixe dos módulos não se perdeu como demonstrado na Figura 35.

Figura 34: Padrão parametricamente variado a partir de um único modulo.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2019).

Figura 35: Encaixe dos módulos preservados.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2019).

Desse modo, a partir do exercício arbitrário apresentado, é possível observar as potencialidade e possibilidade de exploração para a construção de superfícies dentro dos ambientes virtuais com simulação/emulação do tridimensional. Aplicações variadas podem ser estimuladas de modo a considerar e pontuar mais uma vez esse hibridismo tão inerente às construções do Design de Superfícies.

Entretanto, nesta experimentação, existe uma condição para a conectividade entre os módulos que faz o padrão construído não apresentar uma variação tão expressiva das características de configuração visual. Observando os exemplos gerados randomicamente, é inegável que os três apresentam encaixes exatos entre os módulos, consideração importante dentro da teoria do Design de Superfícies, mas, justamente por este caráter, a variação da forma e expressividade desta variação, ou seja, o quanto as diferenças entre as variações são perceptíveis, é quase mínima.

Isso se dá pela necessidade de conexão entre os pontos construídos de acordo com os segmentos de reta. Os arcos encontram nas suas terminações novos arcos que fazem gerar a conectividade e o encaixe perfeito. Mas ao longo da discussão promovida neste trabalho, especialmente no capítulo referente, a utilização da manipulação algorítmica paramétrica frente à manipulação tida tradicional, o que fica destacado é o potencial de construir variações da forma e variações das condições configurantes da superfície de modo expressivo.

Dito isso, fizeram-se necessários experimentos dentro do ambiente computacional destacado que propicie essa possibilidade de alteração, manipulação e adaptação. Para isso, e mais uma vez com base na Teoria do Design de

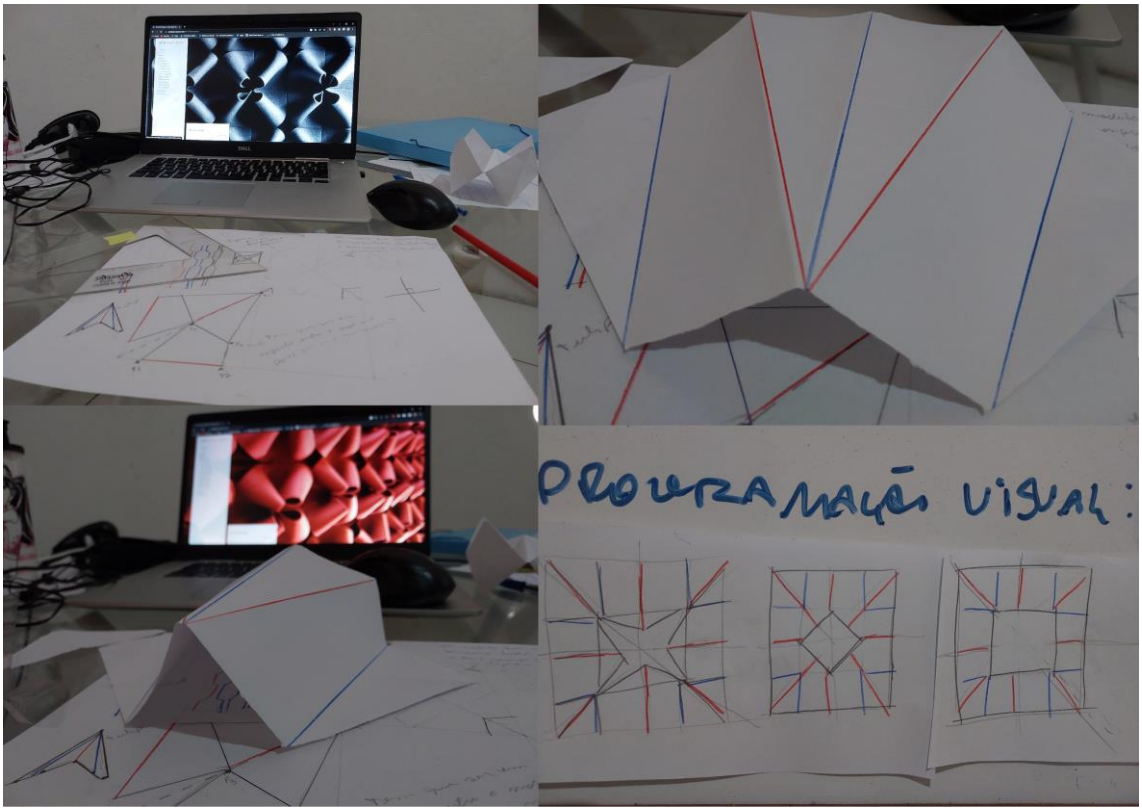
Superfície, o módulo, unidade de informação visual/tátil mínima, será o ponto de partida.

É interessante destacar que o trabalho da designer finlandesa Anne Kyyrö Quinn, comentado no capítulo sobre Design de Superfícies e inovação, também inspira por destacar uma condição para os módulos que vinculam informações visuais, informações táteis, composição por repetição, volume e a condição bi/tridimensionalidade da forma. O feltro, material utilizado pela designer, aqui sai de uma condição bidimensional, se projeta, é dobrado, conformado e encaixado de modo a construir um módulo tridimensional. O refletir sobre estas possibilidades de projeções para a construção destes volumes foi uma etapa importante.

O transitar entre o bi e o tridimensional se torna um impulso para as explorações que se seguem. E é neste sentido que chegamos à ação e ao sentido de “dobrar” os elementos bidimensionais para conferir características tridimensionais.

Na Figura 36, são apresentados alguns momentos de análise do trabalho da Anne Kyyrö Quinn por intermédio de fotografias e a construção de geometrias que transitam entre planos inspirados no seu trabalho. As geometrias foram estabelecidas inicialmente enquanto bidimensionais, representação em desenho com planificações da forma, e, posteriormente, o elemento foi construído considerando o espaço tridimensional. Faz-se necessário frisar as marcações dos segmentos de reta em azul e vermelho, estas representam os sentidos de dobra, um com a concavidade para baixo e outro com a concavidade para cima.

Figura 36: Exploração e proposição de formas que transitam entre o bi e o tridimensional.

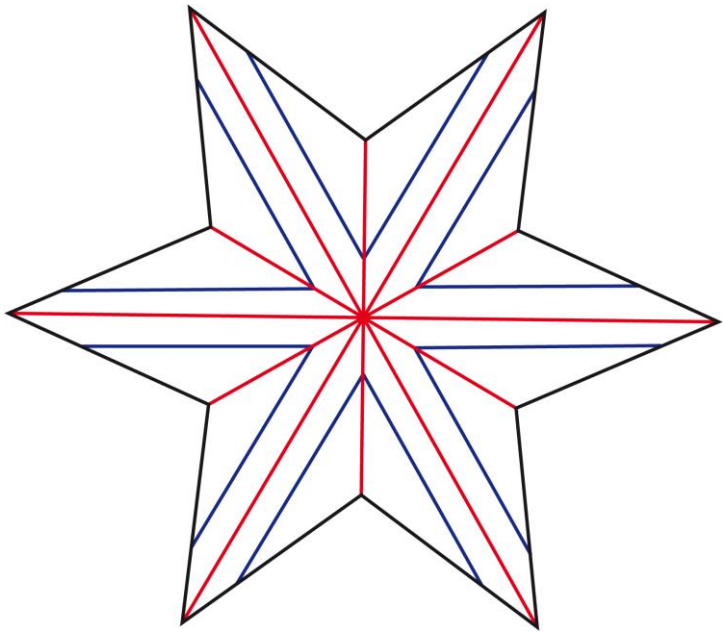


Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza.

Com este momento, no qual se propõe entender as formas e seus configurantes (pontos, segmentos de retas, planos e volumes), comentados em detalhe nos capítulos anteriores, passamos para a tentativa de construção das variações destes parâmetros algoritmicamente a fim de conseguir apresentar a maior quantidade de possibilidades de composição visual de superfície que transite entre o bi e o tridimensional.

Uma geometria arbitrária foi construída para a experimentação da viação bi/tridimensional de um modulo de superfície. Essa forma foi construída considerando as possibilidades de dobra, ou seja, os segmentos de reta apresentados (linhas) podem ser atribuídos a movimentações do plano para a construção das variações da superfície. As linhas que compõe a Figura 37 podem ser divididas em três grandes grupos: (1) linhas pretas que delimitam a forma, aquilo que é interior e exterior; (2) linhas vermelhas que sinalizam as dobras com concavidade voltadas para baixo; e, por fim, (3) as dobras que apresentam sua concavidade voltadas para cima.

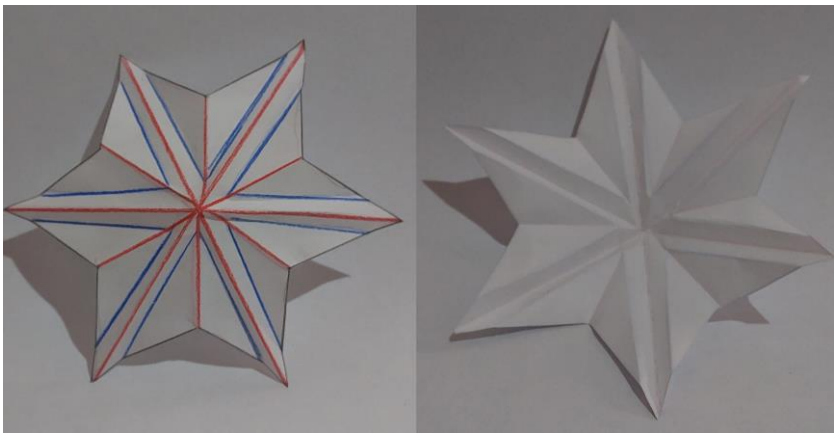
Figura 37: Geometria arbitraria para a experimentação da viação bi/tridimensional de um modulo de superfície.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza.

Na Figura 38, podem ser observadas estas observações dos grupos de linhas/dobras na prática. Duas fotografias apresentam um recorte de papel considerando as linhas em preto que delimitam a informação visual/tátil, bem como as distintas orientações de concavidade das dobras para gerar o volume da peça, atributo que faz este módulo transitar entre o bidimensional e o tridimensional, tanto na parte da frente quanto no verso da superfície construída.

Figura 38: Dobras em papel para visualização.

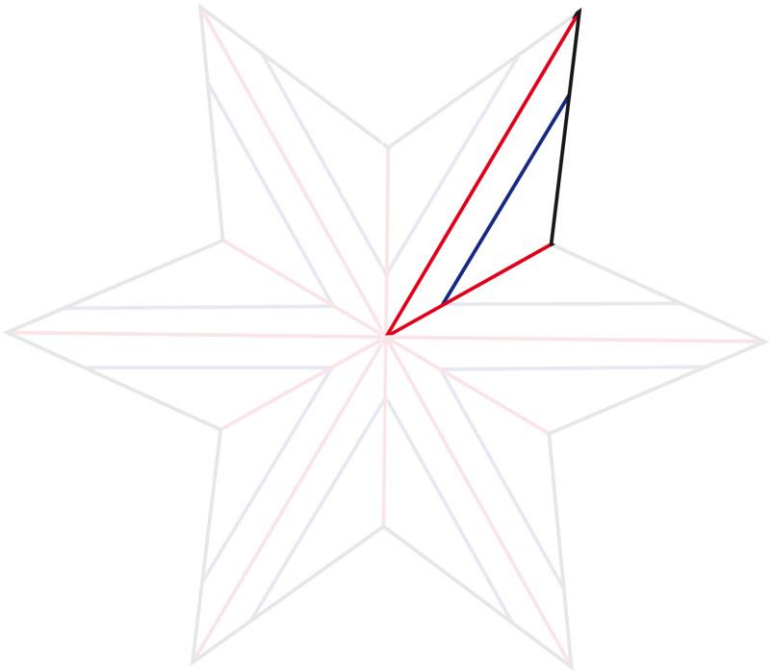


Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza.

Já a Figura 39, com o artifício da opacidade, evidenciam-se as linhas que são

refletidas e replicadas para a construção da geometria. Relações de simetria para a repetição são observadas. Nesta figura, podemos entender que apenas se fazem necessárias: uma única linha de contorno a ser repetida, a qual não se insere dentro da figura; duas linhas de dobra com a concavidade para baixo; e uma linha de dobra com a concavidade para cima.

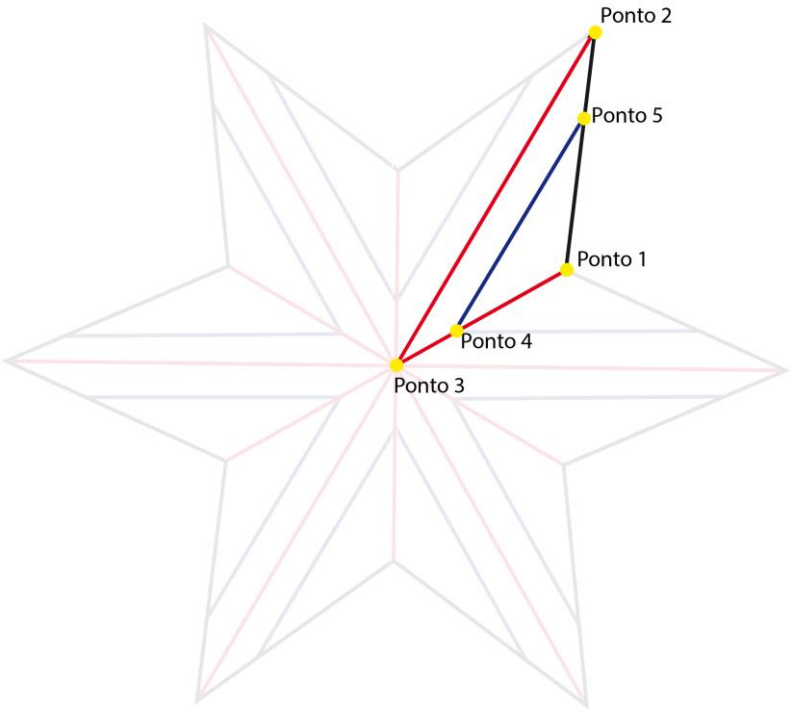
Figura 39: Repetição e reflexão dos grupos de linha.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza.

A Figura 40 apresenta a decomposição dos grupos de linhas em pontos de controle, ou seja, pontos que quando manipulados, por exemplo, com parâmetros de deslocamentos no eixo X ou Y vão alterar as condições e caraterísticas das linhas de contorno e dobra. É importante ressaltar que um mesmo ponto faz ligações e constroem linhas distintas.

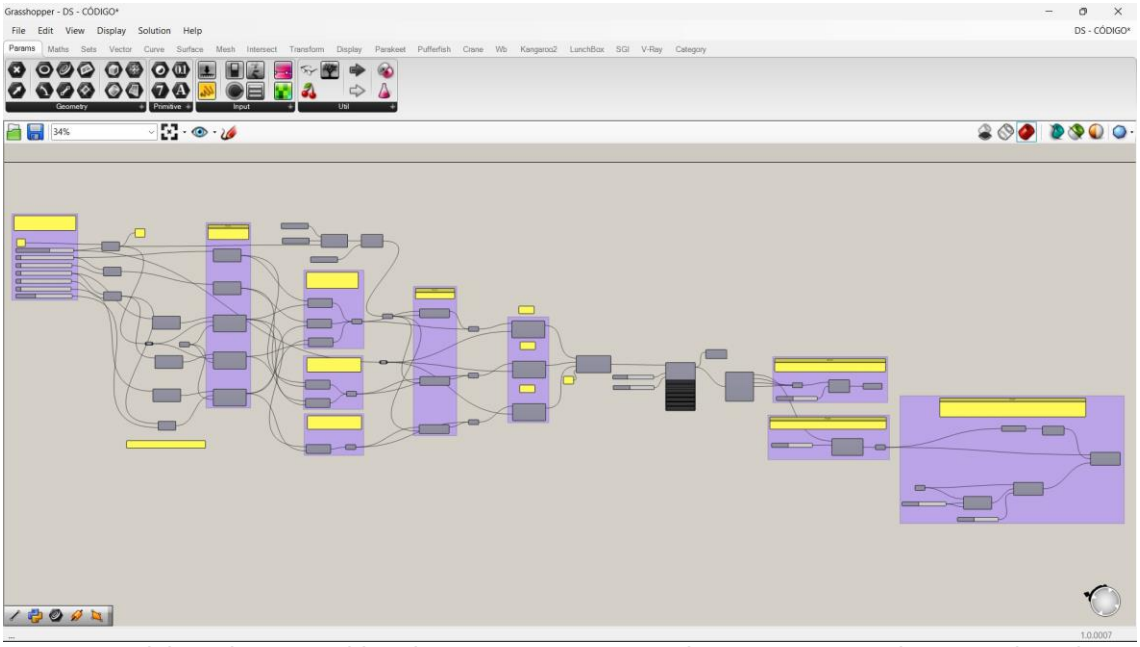
Figura 40: Pontos de controle.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza.

Partido para a experimentação dentro dos *softwares* comentados ao longo desta pesquisa, podemos considerar que o código construído, apresentado por inteiro na Figura 41, pode ser dividido em algumas seções que são discutidas em detalhes ao longo deste capítulo. O fluxo de dados foi construído com auxílio de exercícios propostos pelo grupo Parametric House (2022).

Figura 41: Código completo.



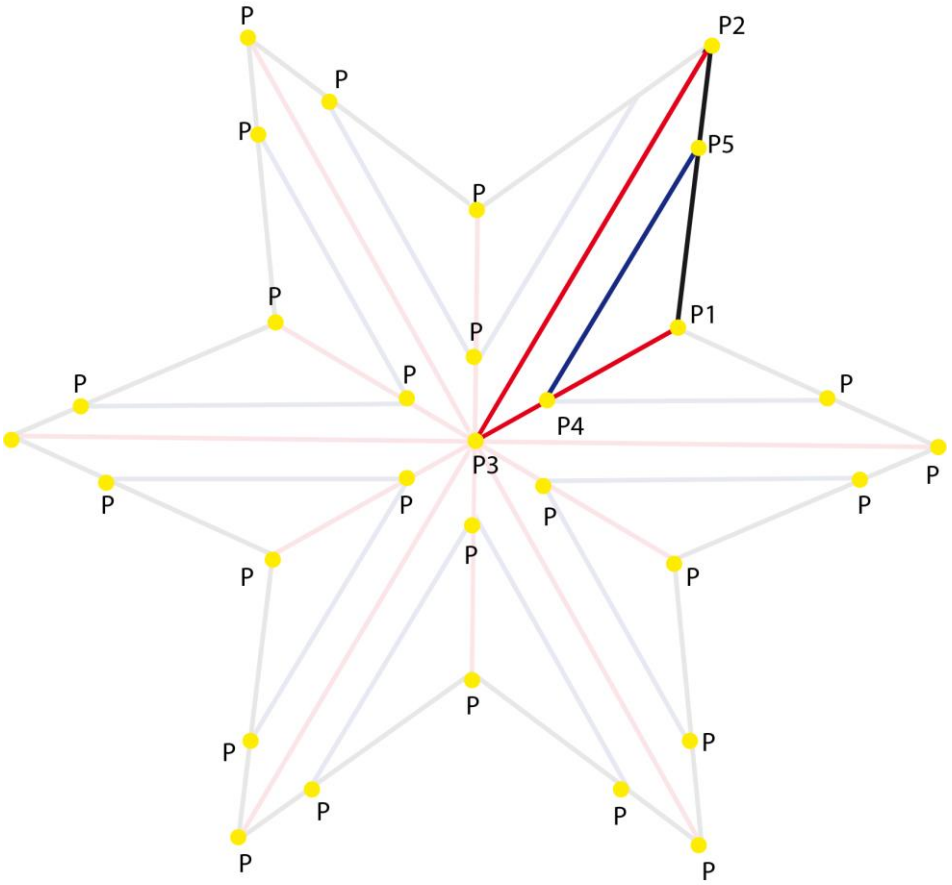
Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

Em linhas gerais, podemos o considerar que o código administra dados relativos a pontos de controle, linhas, reflexão, repetição, variação da forma a partir da tridimensionalinzação (dobrando o plano), e a construção de superfícies, as quais fazem uso das possibilidades associadas aos algoritmos parametrizáveis.

Estabelecer um elemento geométrico com características de simetria faz-se interessante, pois a quantidade de pontos a serem administradas dentro do *software*, ou seja, dados, é muito menor e faz com que o projetista não tenha que editar uma grande gama de dados individualmente. Como comentado em momentos anteriores, a ideia de construir uma geometria que lida com a parametrização de algoritmos está atrelada à possibilidade de adaptação da forma em cadeia, ou até mesmo em cascata, onde o variar de um ponto resulta em uma variação completa das informações do modelo construído. Entretanto, se existe a possibilidade de variação de inúmeros dados isso acaba resultando em um algoritmo adaptável inviável do ponto de vista de administração dos dados.

Como exemplo desta questão, são apresentadas as Figuras 42 e 43. Na primeira, a partir da geometria construída inicialmente, são elencados todos os pontos possíveis e não apenas os essenciais como discutido na Figura 38. Para isso, foram desconsideradas as relações simétricas de repetição e reflexão dos dados.

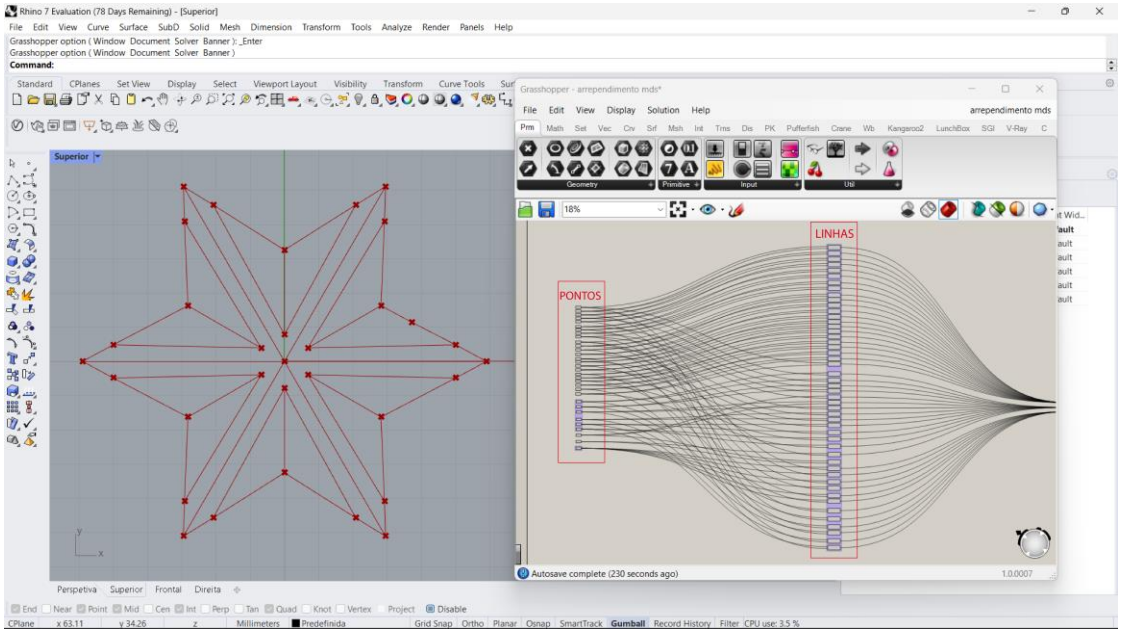
Figura 42: Pontos possíveis encontrados na geometria inicial.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza.

Na Figura 43, todos os pontos foram plotados ao *Rhinoceros*, bem como ao *Grasshopper,* cada ponto apresenta o obedece às relações de construção dos três grupos de linhas. O resultado apresentado na imagem é uma quantidade inviável de dados a serem administrados, tanto de pontos, quanto de linhas. Observe os campos destacados no ambiente do *Grasshopper*, o código fica extenso, e exige poder de processamento para lidar com esta quantidade de informação.

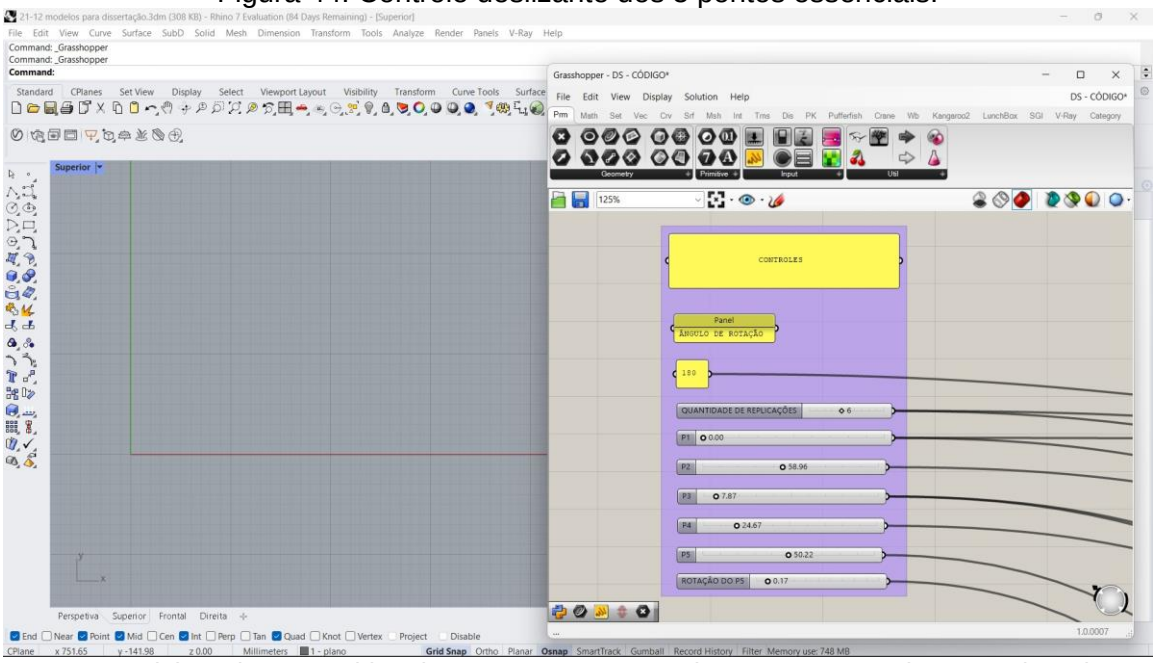
Figura 43: Pontos possíveis e linhas associados ao *Grasshopper*.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza.

A Figura 44 apresenta as primeiras relações a serem observadas para construir a geometria pensada ainda atendendo ao requisito de variação da forma. Na imagem, são apresentados os parâmetros de controle deslizante, *Number slider*, que irão controlar a localização dos 5 pontos essenciais para construção da geometria. Além disso, dados sobre os ângulos de rotação para as reflexões simétricas também são apresentados.

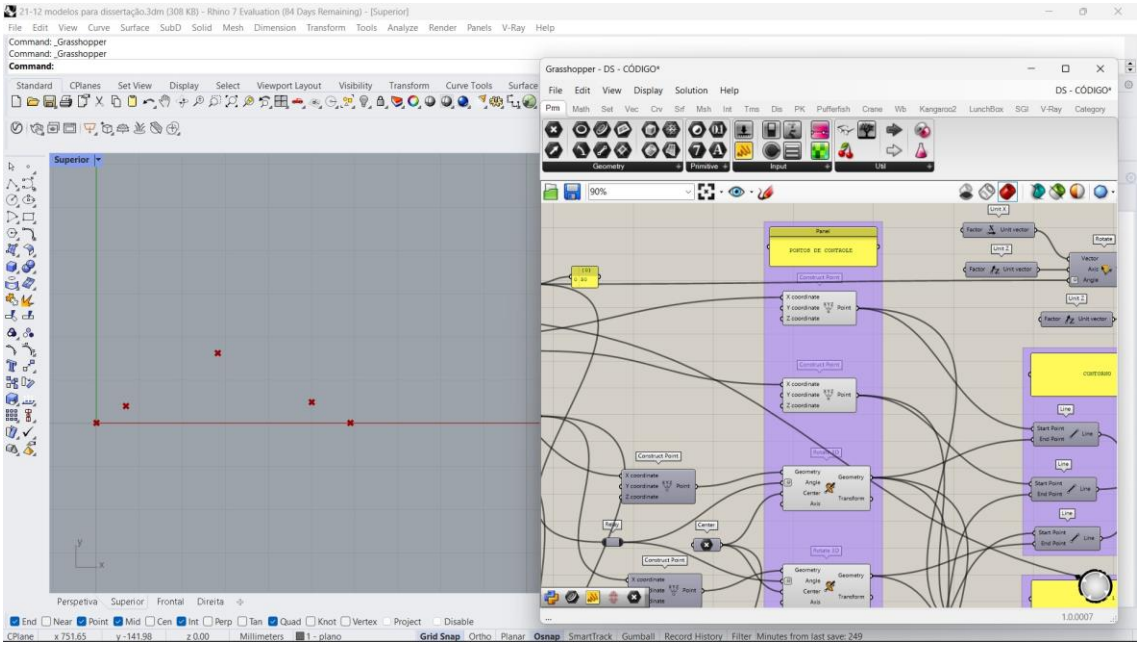
Figura 44: Controle deslizante dos 5 pontos essenciais.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

A Figura 45 foca na integralização dos pontos construídos no *Grasshopper* e associados ao *Rhinoceros*. É possível observar que os eixos X e Y, inicialmente, se manifestam de maneira mais evidente para a construção da geometria bidimensional.

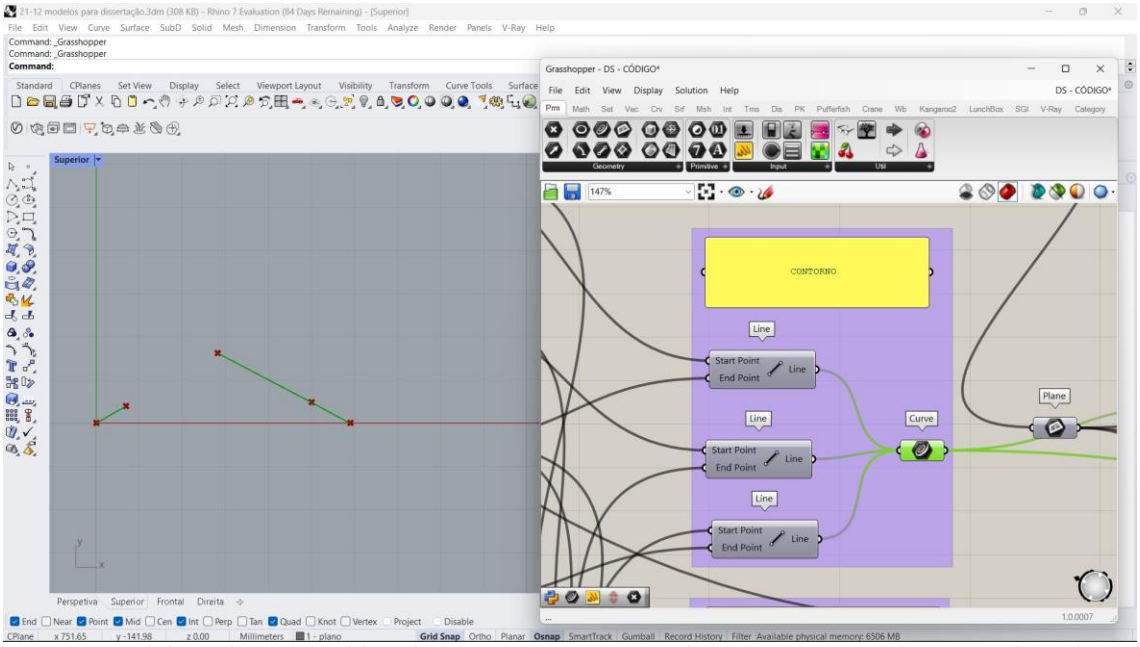
Figura 45: Pontos integralizando entre *Rhinoceros* e *Grasshopper*.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

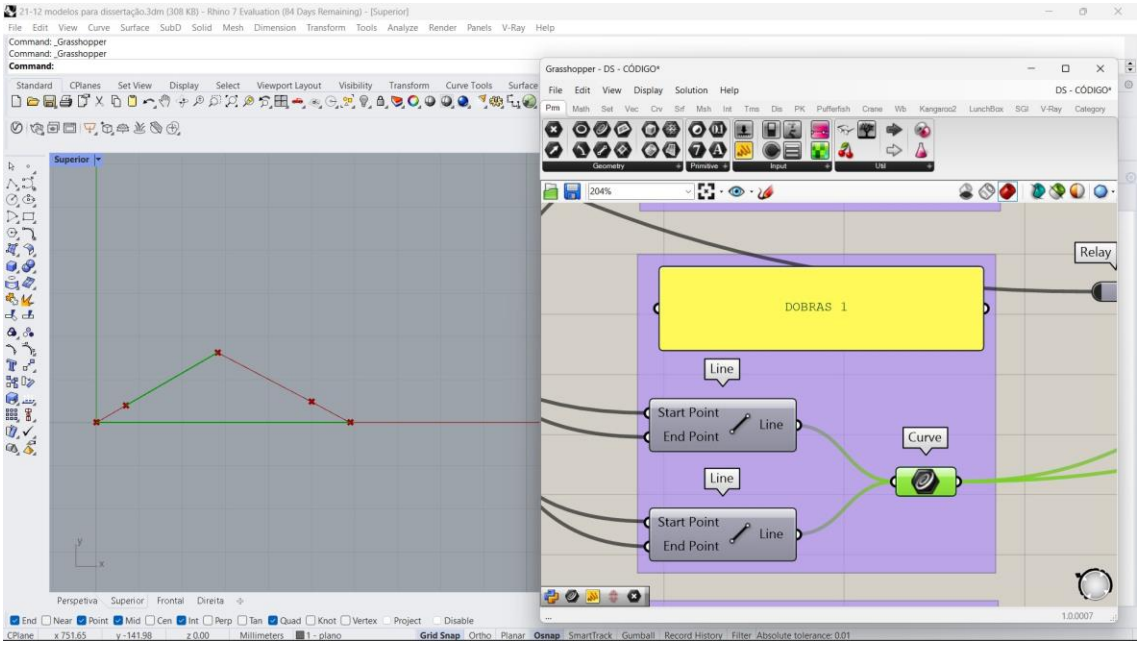
Em seguida, os pontos são ligados pelo componente *Line*, o qual requer um ponto inicial e um final para a construção de linhas. Estas linhas estão divididas nos três grupos como podemos observar nas figuras em sequência. A Figura 46 apresenta o grupo das linhas de contorno, aquelas que limitam o interior e o exterior da forma, a Figura 47 comenta o primeiro grupo de linhas para dobra e a Figura 48 o segundo grupo de linhas para dobra da geometria. A Figura 49 apresenta a união dos três grupos de linhas essenciais.

Figura 46: Linhas de contorno.



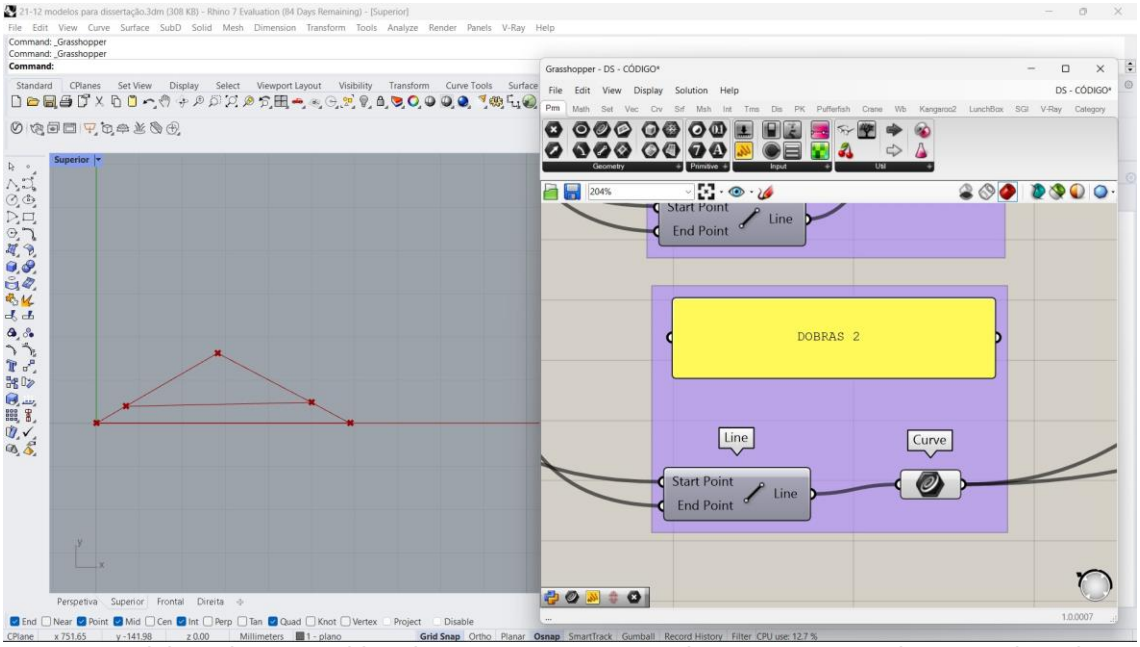
Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

Figura 47: Primeiro conjunto de linhas de dobra.



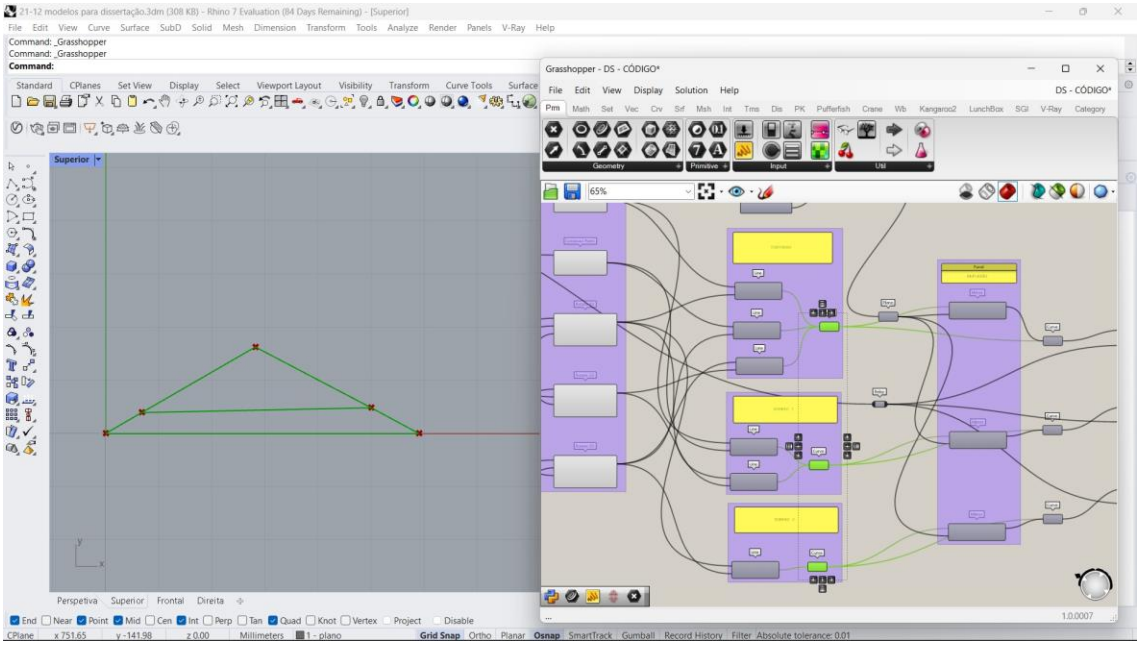
Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

Figura 48: Segundo conjunto de linhas de dobra.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

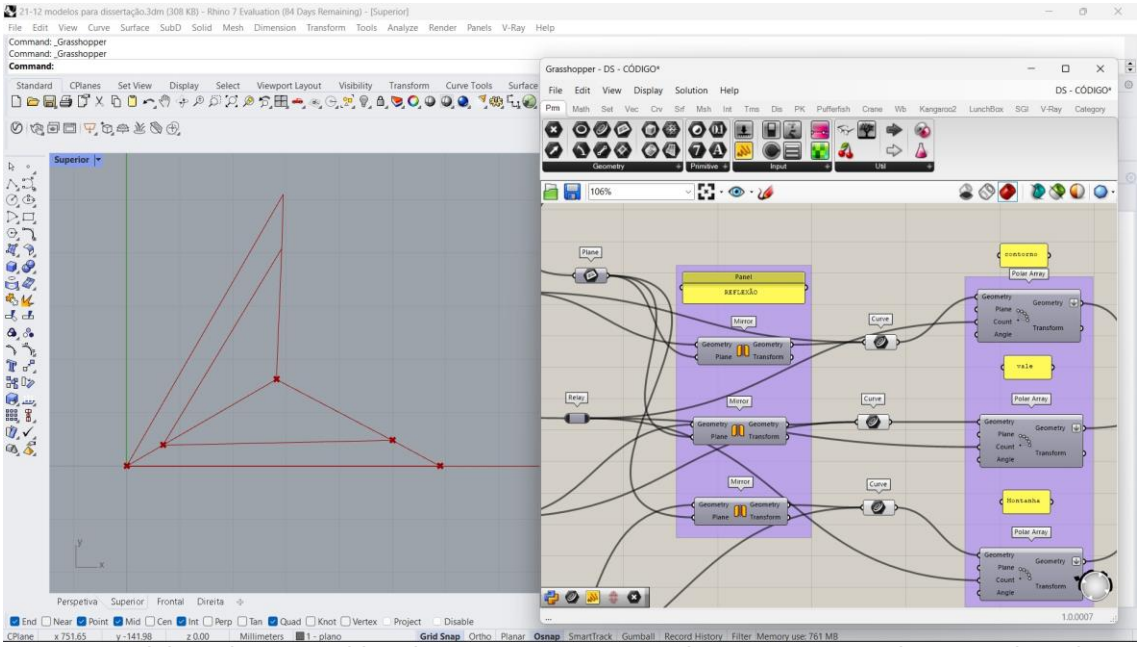
Figura 49: União dos três grupos de linhas.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

Na sequência, o elemento síntese, no qual constam os 5 pontos essenciais e os 3 grupos de linhas, é refletido a partir do componente *Mirror.* Este componente demanda uma geometria e um plano para gerar a reflexão. Então foi definido o plano Z e o ângulo para reflexão foi de 45 graus, conforme a Figura 50.

Figura 50: Reflexão das geometrias essenciais.

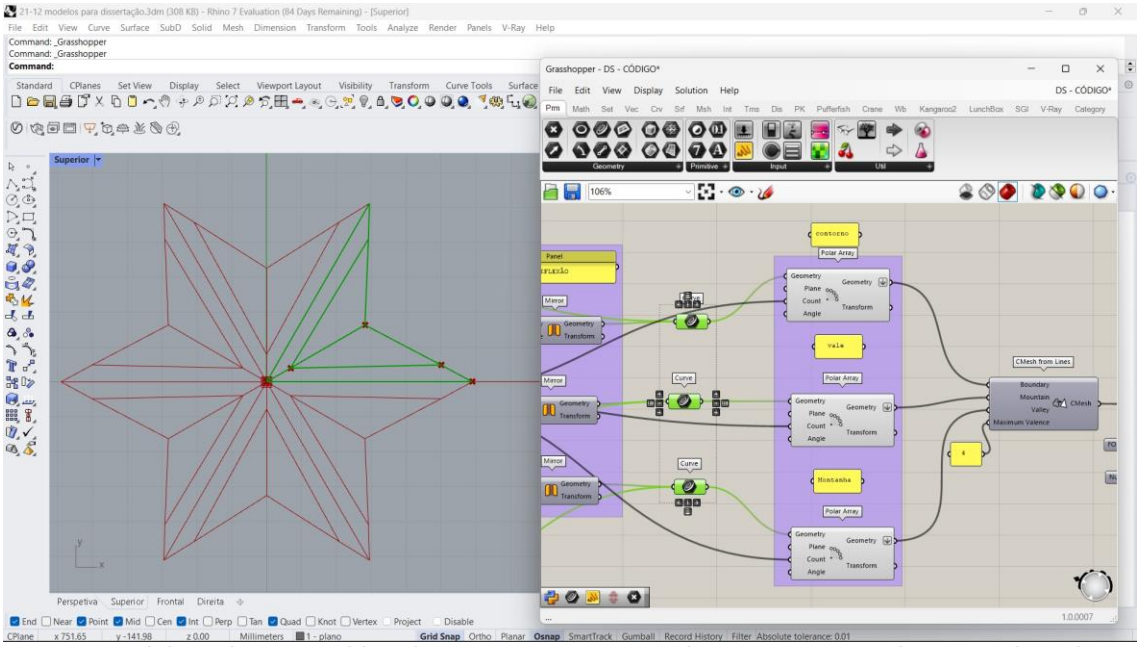


Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

O próximo componente que irá viabilizar a construção da geometria inicial é o *Polar Array*, este permite organizar múltiplas cópias de um objeto seguindo o padrão regular circular. Esta demanda: uma geometria, aqui sendo os elementos refletidos anteriormente; um plano para gerar as cópias, aqui absorve os dados de plano construídos previamente; a quantidade de cópias; e o ângulos, o qual também absorve as predefinições.

Como pode ser observado na Figura 51, a partir destas reflexões e repetições conseguimos chegar à geometria inicial sem utilizar e adaptar literalmente todos os pontos passiveis possíveis de serem encontrados no elemento.

Figura 51: *Polar Array* da geometria.



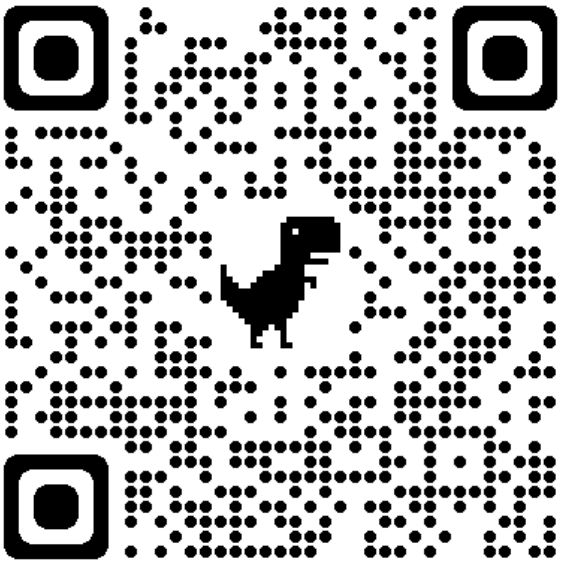
Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

A etapa seguinte consiste na construção da tridimensionalização da forma com base em simulações computacionais de dobra. Para isso, foi necessária a utilização do plugin *Crane* desenvolvido por Suto e Tanimichi (2021). Este se propõe a ser um artifício para projetar produtos similares ao origami, produtos dobráveis com movimento ou ainda objetos que aparentam ter dobras. O *Crane* conta com ferramentas específicas para visualizar a simulação em tempo real, dando ao projetista o poder de controlar a rigidez da dobra, a velocidade e o quanto o objeto irá dobrar.

Nesta etapa do projeto, algumas especificidades não conseguem ser transmitidas apenas por imagens estáticas. Com isso, na Figura 52, os leitores conseguem encontrar um Código QR que dá acesso direto a um vídeo no qual é possível ver as variações e adaptações do modelo paramétrico com maior detalhamento. Basta abrir o aplicativo de câmera de um *smartphone* utilizado, seja *Android* ou *iOS*, para ter acesso ao conteúdo. Também é possível acessar ao vídeo por intermédio de um *link*[4] adicionado à nota de rodapé desta página.

[4] Superfície Bi/tridimensional. *Link* para acesso: https://www.youtube.com/watch?v=mBp4PI3E25w.

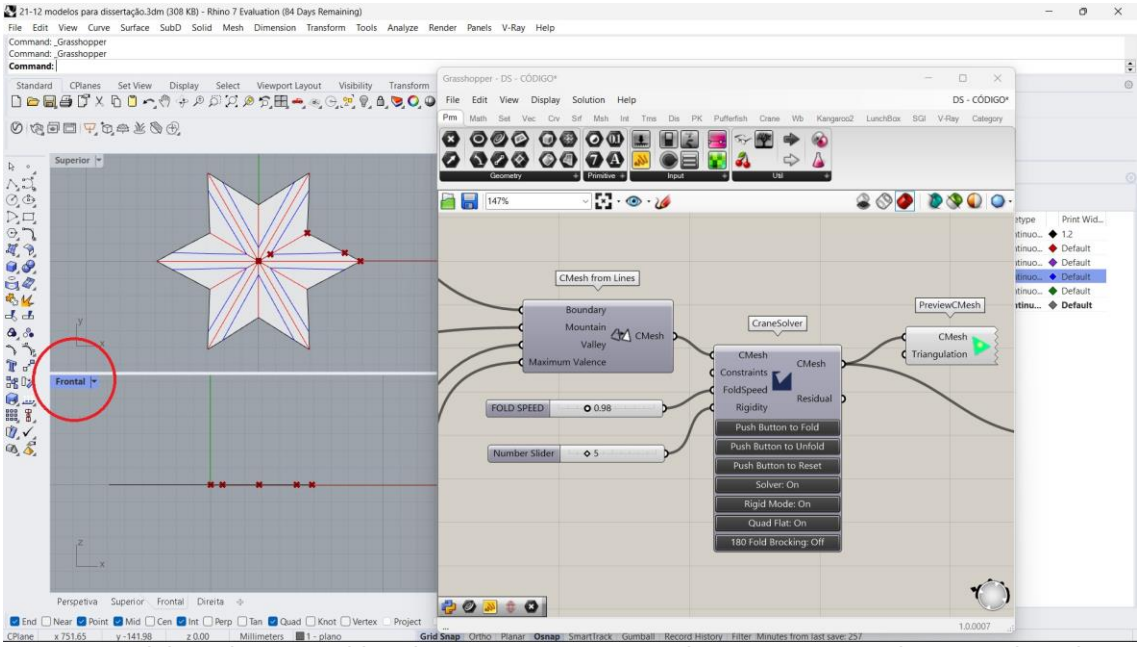
Figura 52: Código QR para acesso ao vídeo demonstração.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza.

A Figura 53 apresenta um trecho do código com as especificações do *plugin* comentado. O primeiro componente *Cmesh From Lines* espera a definição de linhas que serão lidas como contorno e tipos de dobra. O componente *Crane Solver* executa a simulação da dobra, variando rigidez e velocidade. Já o *Preview Cmesh* apresenta em tempo real uma pré-visualização da movimentação que está ocorrendo no modelo projetado. É importante observar na imagem a vista frontal, destacada com um círculo vermelho. Quando o *Crane Solver* não está ativado, a geometria se mantém plana.

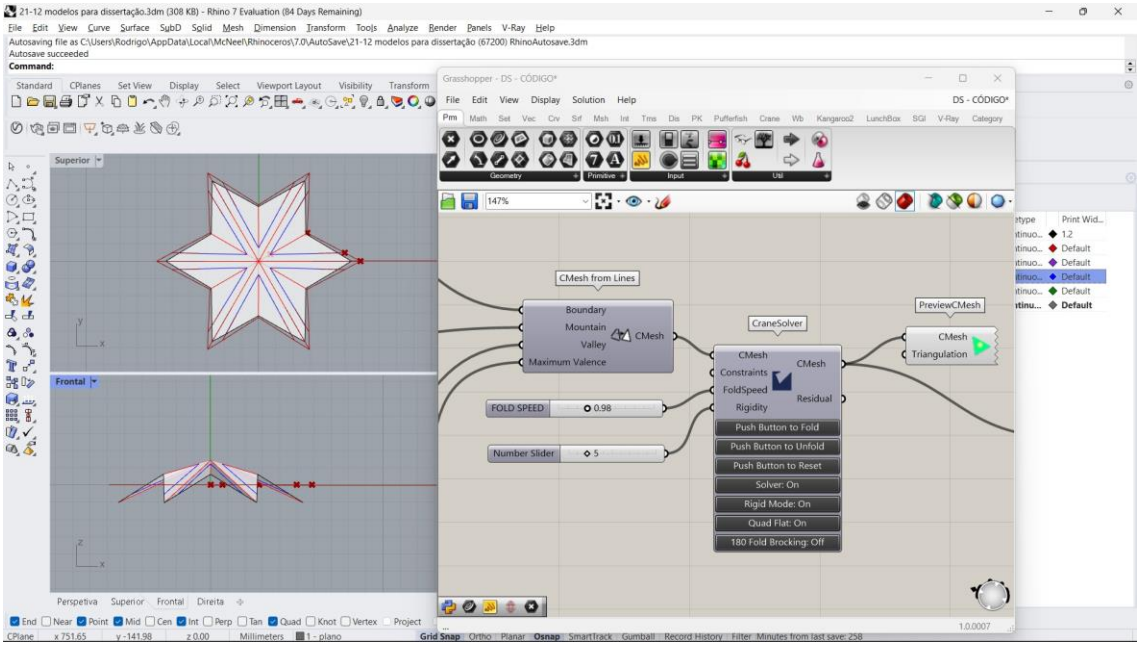
Figura 53: *Plugin Crane* com a geometria plana.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

Quando o *Crane Solver* está ativo, a geometria passa a movimentar-se por entre o plano Z conferindo tridimensionalidade ao objeto. É a superfície bidimensional se transformando em tridimensional. Absorvendo características e gerando outras em virtude da movimentação. É importante observar a vista frontal mais uma vez. A Figura 54 apresenta o movimento descrito anteriormente.

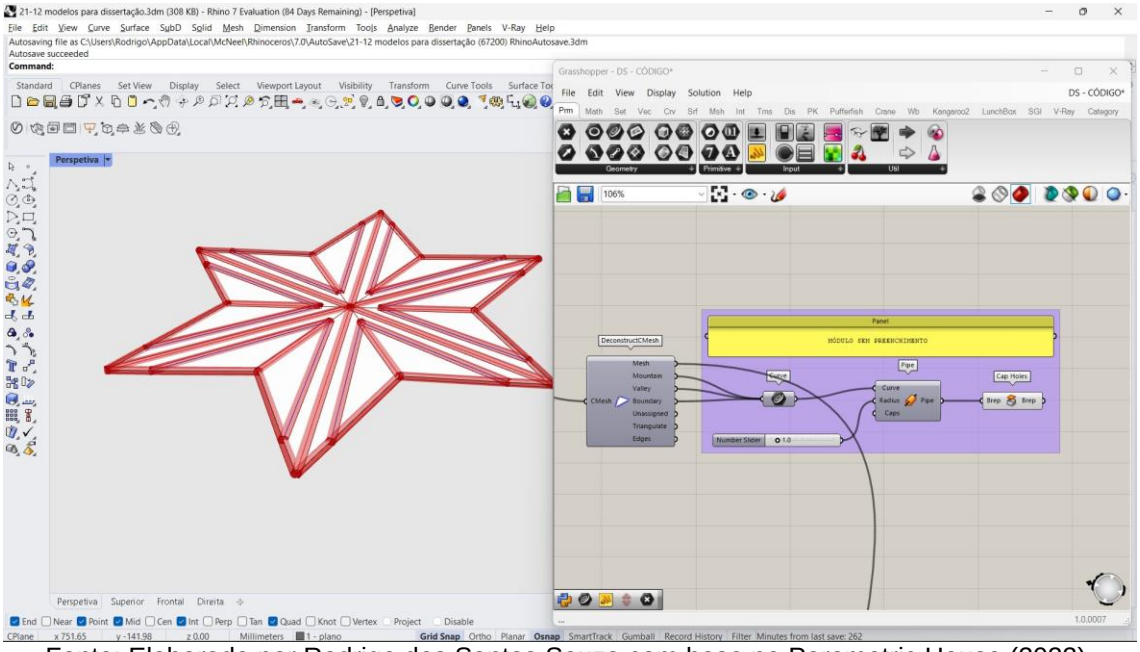
Figura 54: Crane Solver executando uma simulação de movimento.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

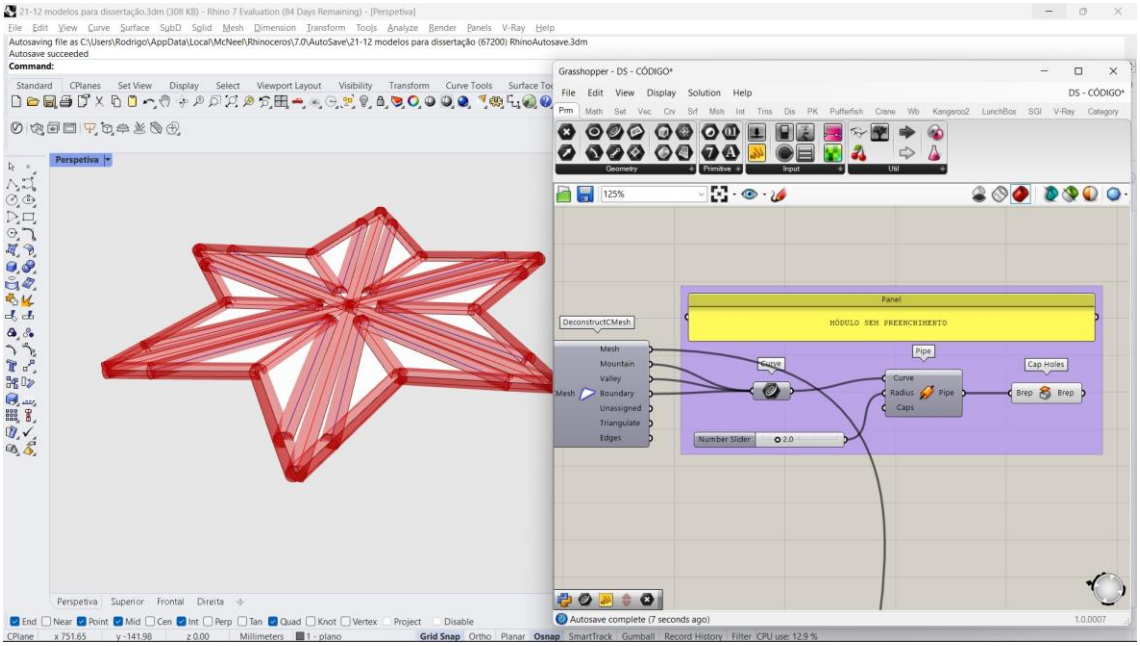
A partir dos elementos anteriores, é possível construir módulos distintos, como no caso apresentado nas Figuras 55, na qual as linhas estruturais recebem o componente *Pipe*, que confere espessura cilíndrica ao modelo. Essa espessura é adaptativa ao interesse dos projetistas. Já na Figura 56 é possível observar como quais são os possíveis resultados de uma variação desta natureza no objeto.

Figura 55: Componente *Pipe*.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

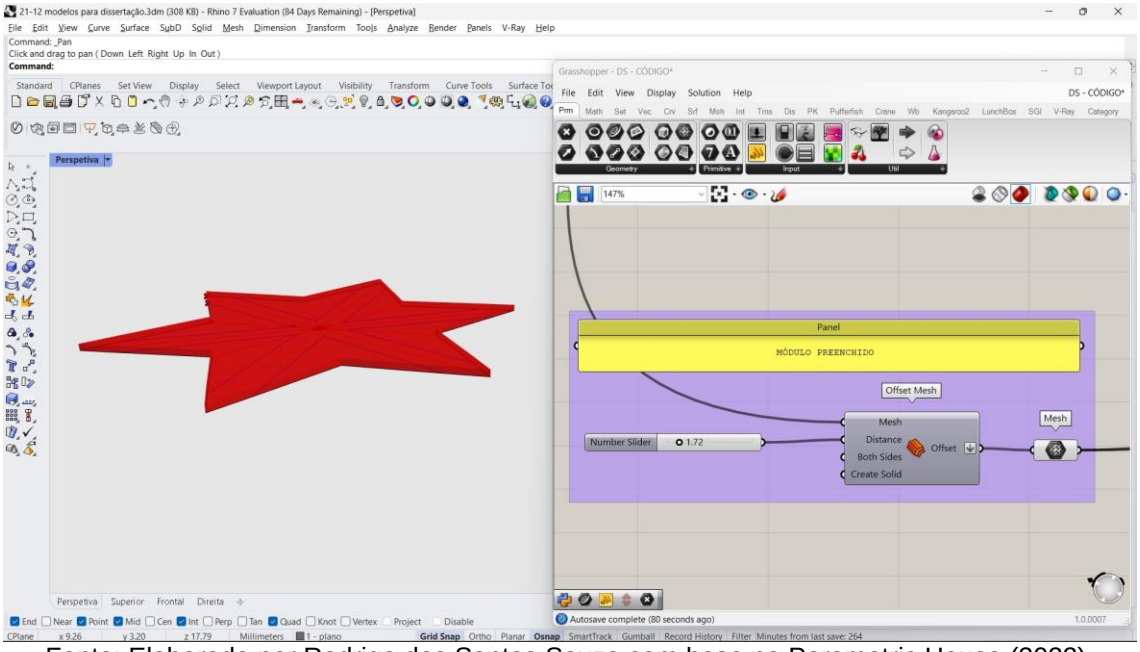
Figura 56: Variação a partir do componente *Pipe.*



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

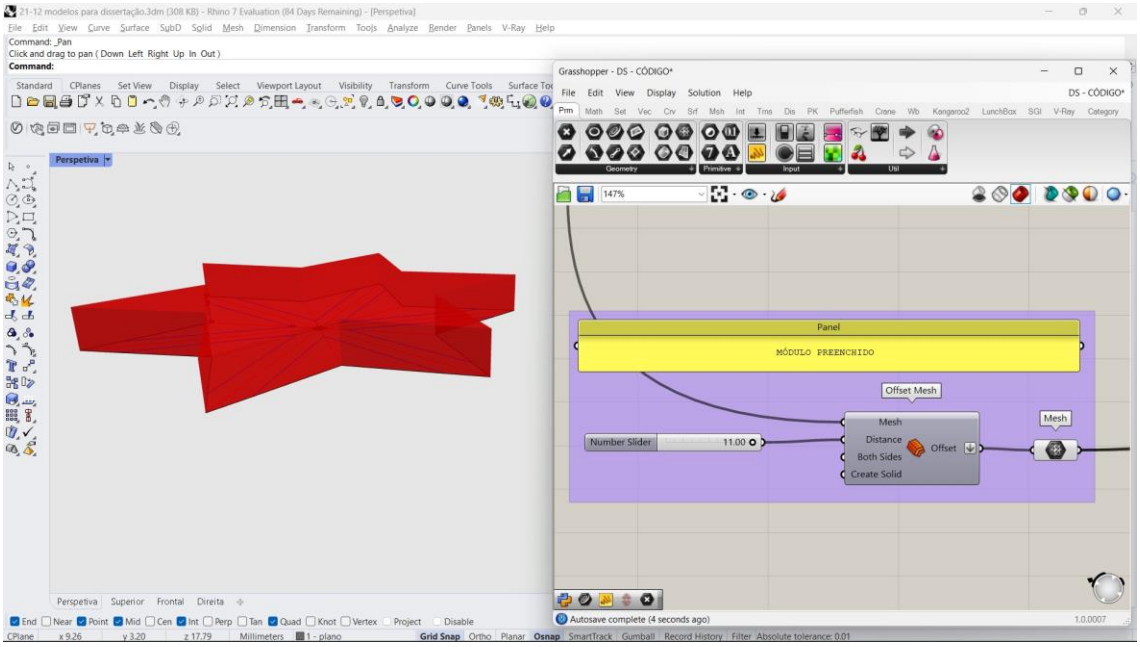
Outra possibilidade, como exemplificado na Figura 57, é a construção do módulo preenchido. O componente utilizado é o *Offset Mesh*, que confere aos objetos uma espessura adaptável a partir também de um controle deslizante. A Figura 58 apresenta como essa espessura pode variar.

Figura 57: Variação preenchida.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

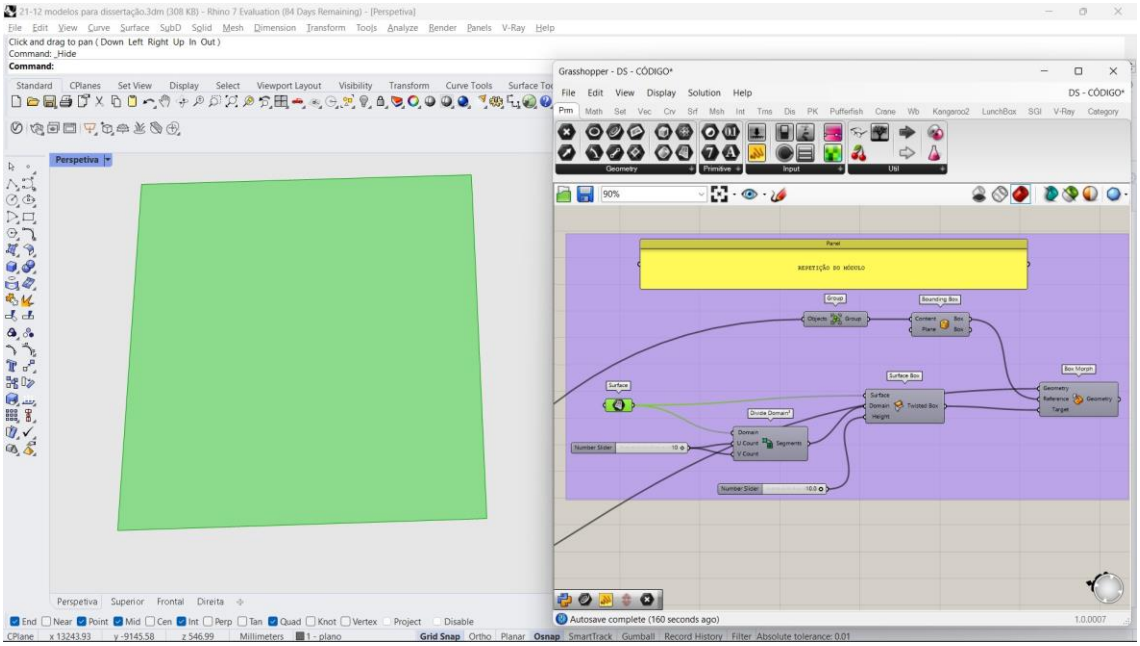
Figura 58: Variação preenchida com espessura maior.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

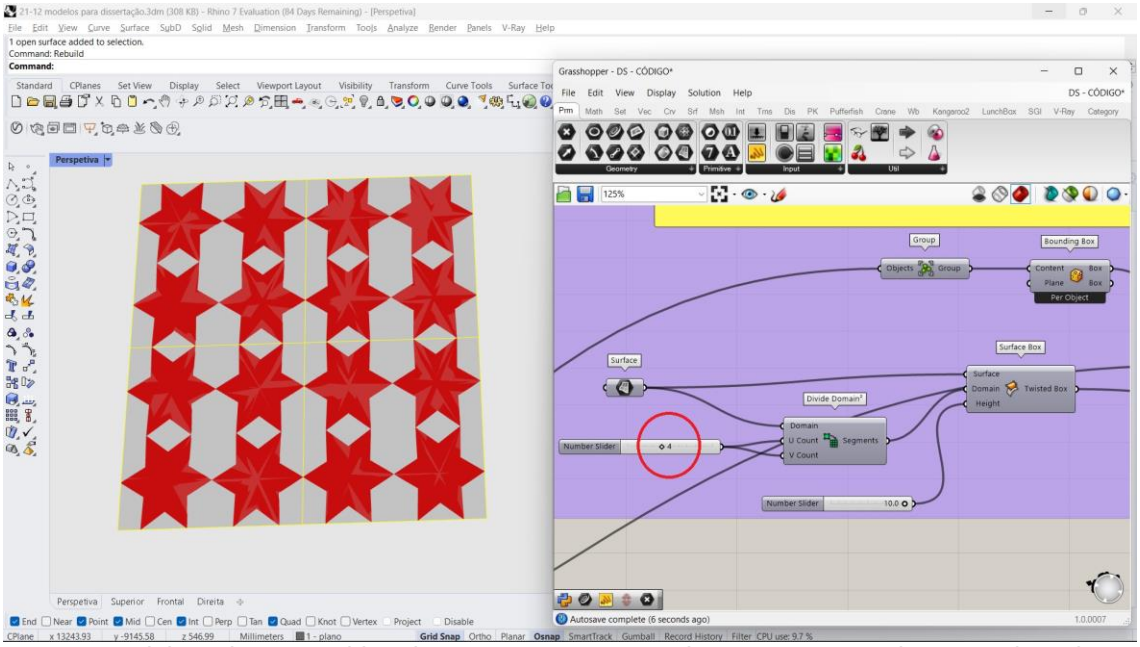
O algoritmo construindo ainda prevê a possibilidade de alocar estes módulos, sejam preenchidos, vazados, bidimensionais ou tridimensionais, em superfícies com um caráter de repetição especificado. Deste modo, a partir de um plano de quatro pontos, como o elemento em verde apresentado na Figura 59, é possível construir a repetição da informação visual. Para isso, basta integralizar o quadrilátero ao componente *Surface* e, de modo automático, por intermédio dos demais componentes, a replicação do módulo se efetivará, observável na Figura 60 que também evidencia a possibilidade de controle da quantidade de replicações da informação visual, como destacado no círculo vermelho.

Figura 59: Quadrilátero inicial que irá orientar a repetição do módulo.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

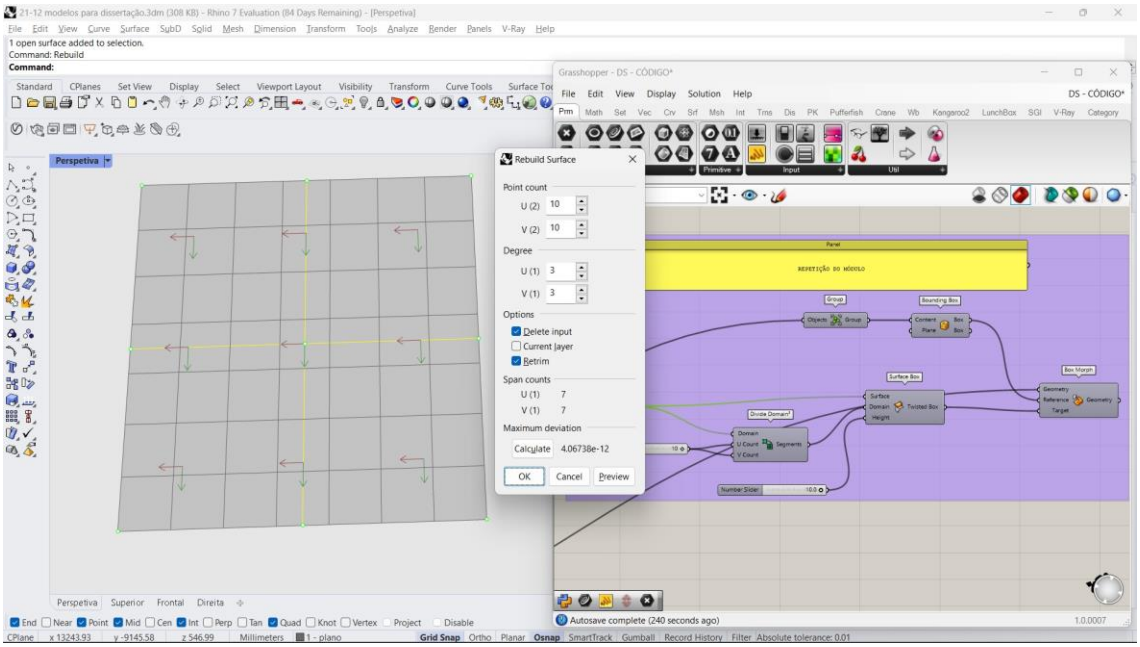
Figura 60: Resultado da integralização do quadrilátero ao modulo desenvolvido.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

Este quadrilátero inicial que irá orientar a construção da replicação da geometria do módulo também pode sofrer algumas alterações para variar os resultados observáveis na composição da superfície final. Selecionado o objeto e acionando o comando *Rebuild*, é possível subdividir o quadrilátero em outros quadrados como apresentado na Figura 61.

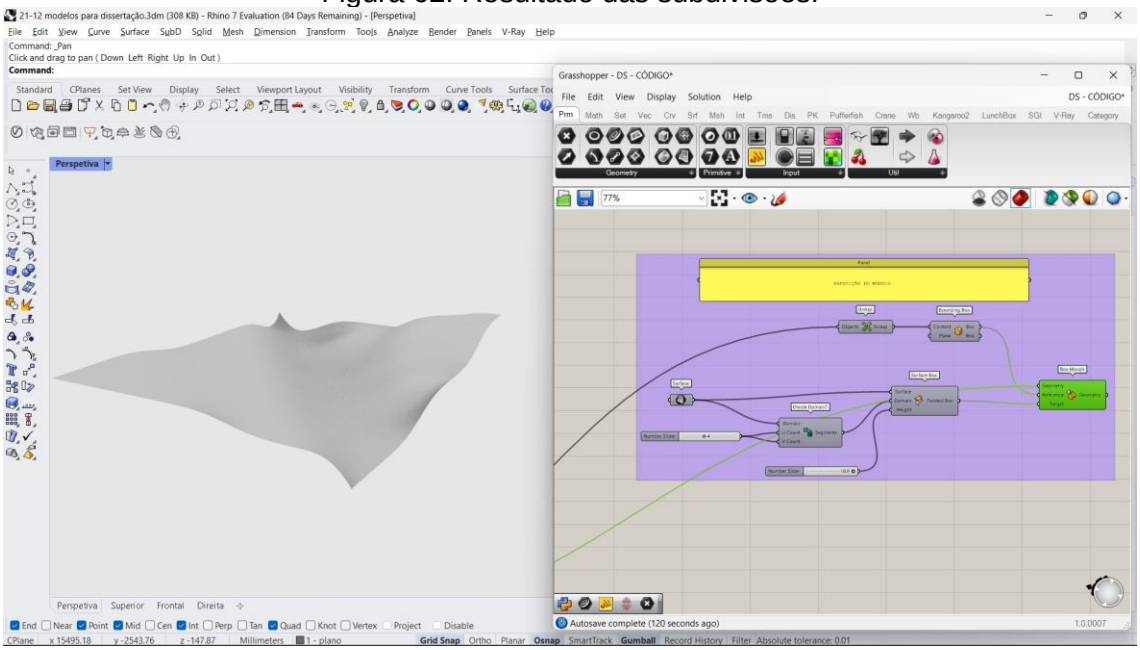
Figura 61: *Rebuild* do quadrilátero inicial.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

Isso possibilita que o número de pontos encontrado na geometria aumente. Inicialmente, existiam 4 e, a depender do número de subdivisões (UV), essa quantidade pode ficar bem maior. No exemplo, foram divididos em 10 unidades na vertical e mais 10 na horizontal. Isso possibilita que os pontos de cada quadrado possam ser manipulados individualmente. A partir desta adaptação, podemos ter uma superfície mais orgânica como mostra a Figura 62.

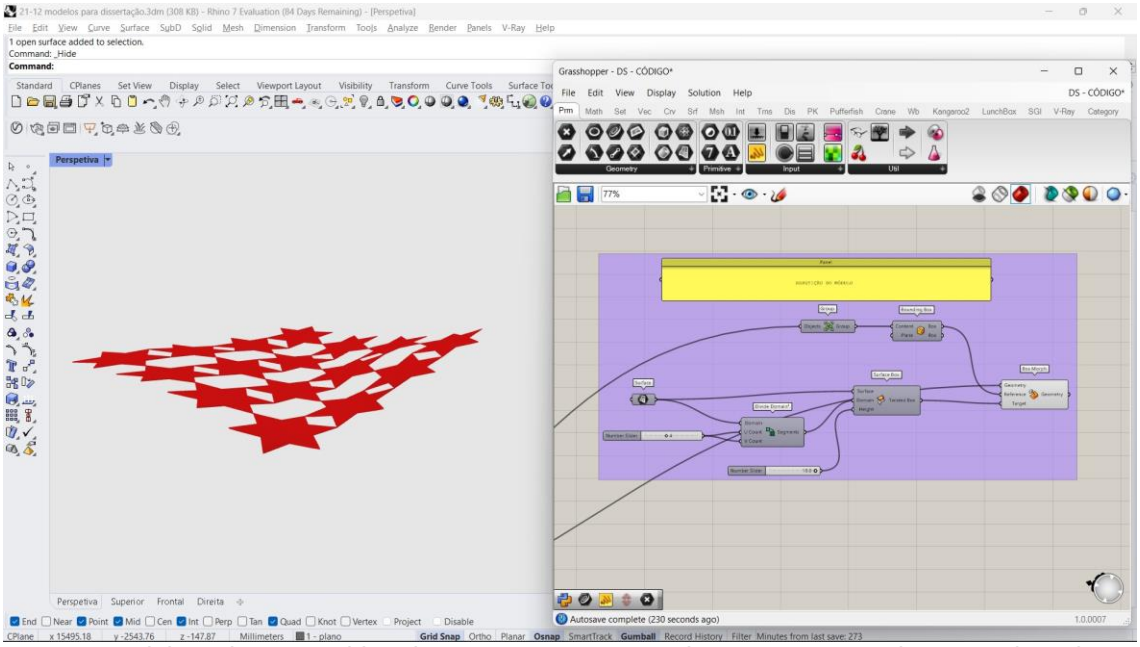
Figura 62: Resultado das subdivisões.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

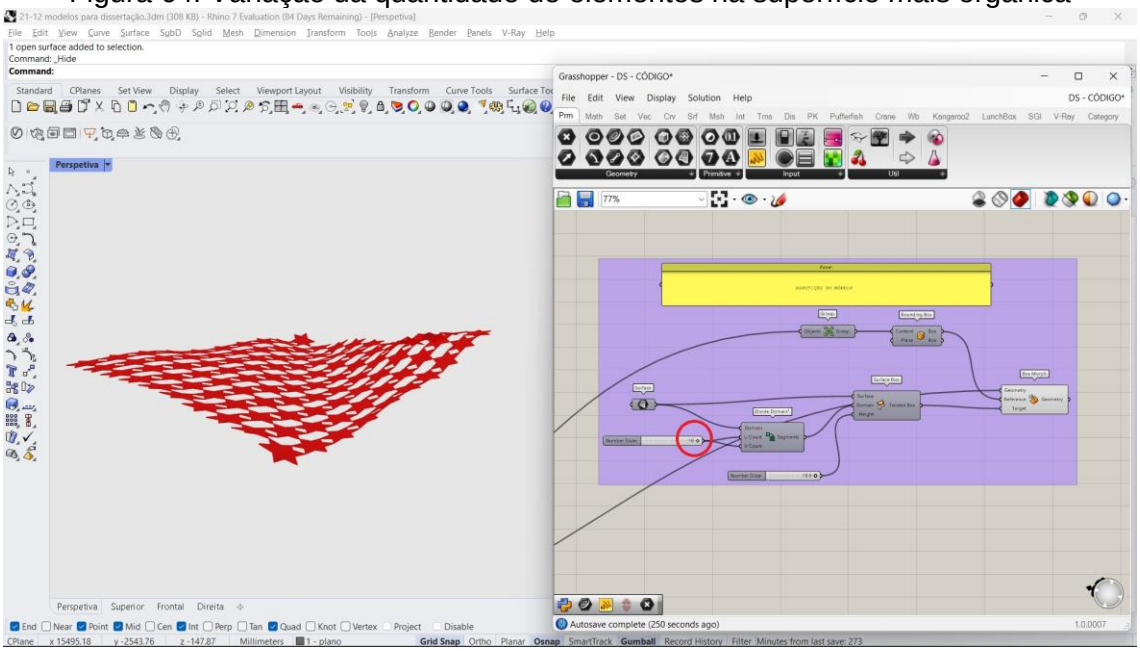
Quando o elemento reconstruído é integrado ao *Grasshopper*, e ao código, para gerar a repetição do módulo a fim de construir a superfície, o que se observa é um elemento mais sinuoso com formas menos agudas e mais suaves. Esse tipo de adaptação, em um primeiro momento, não interfere na exequibilidade do código ou capacidade de processamento. A quantidade de módulos a ser replicada ainda é variável a depender da demanda como apresentam as Figuras 63 e 64, apenas adaptando o controle deslizante.

Figura 63: Superfície mais orgânica.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

Figura 64: Variação da quantidade de elementos na superfície mais orgânica

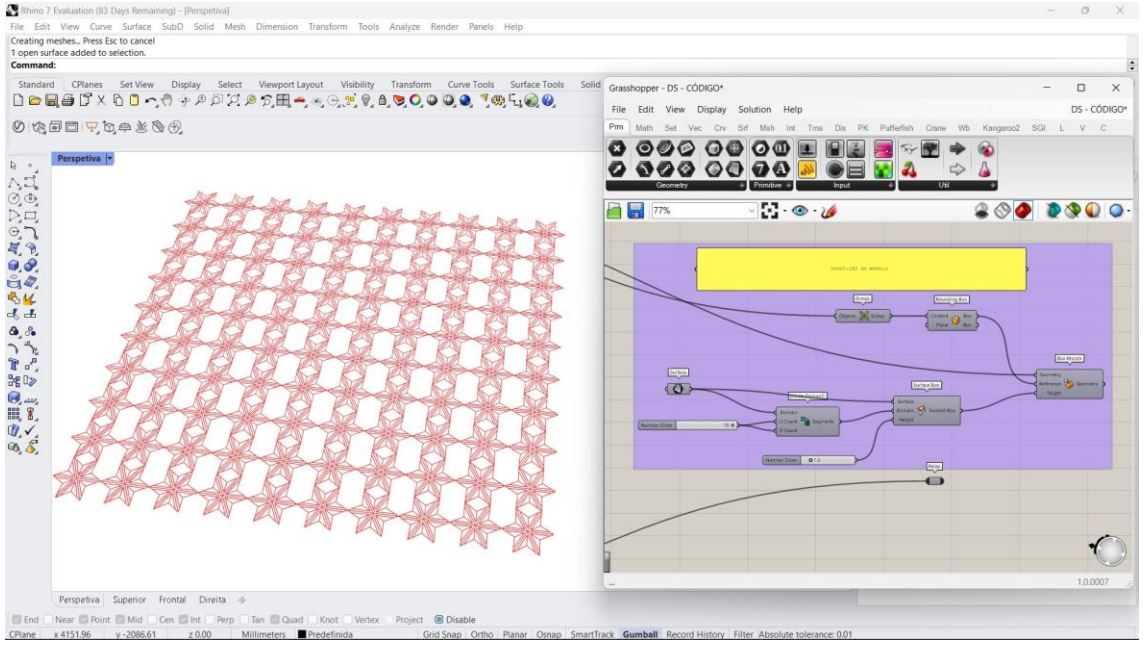


Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

Vale ressaltar que as possibilidades de composição de superfícies também absorvem a capacidade alteração e variação propiciada pela manipulação algorítmica paramétrica do modelo em questão. Nas Figuras posteriores, 65 e 66, é possível identificar que os módulos, sejam construídos apenas pelas linhas com espessura, sejam construídos com a variação tridimensional de dobra ainda conseguem executar geometrias de superfícies a serem replicadas. Isso confere ao

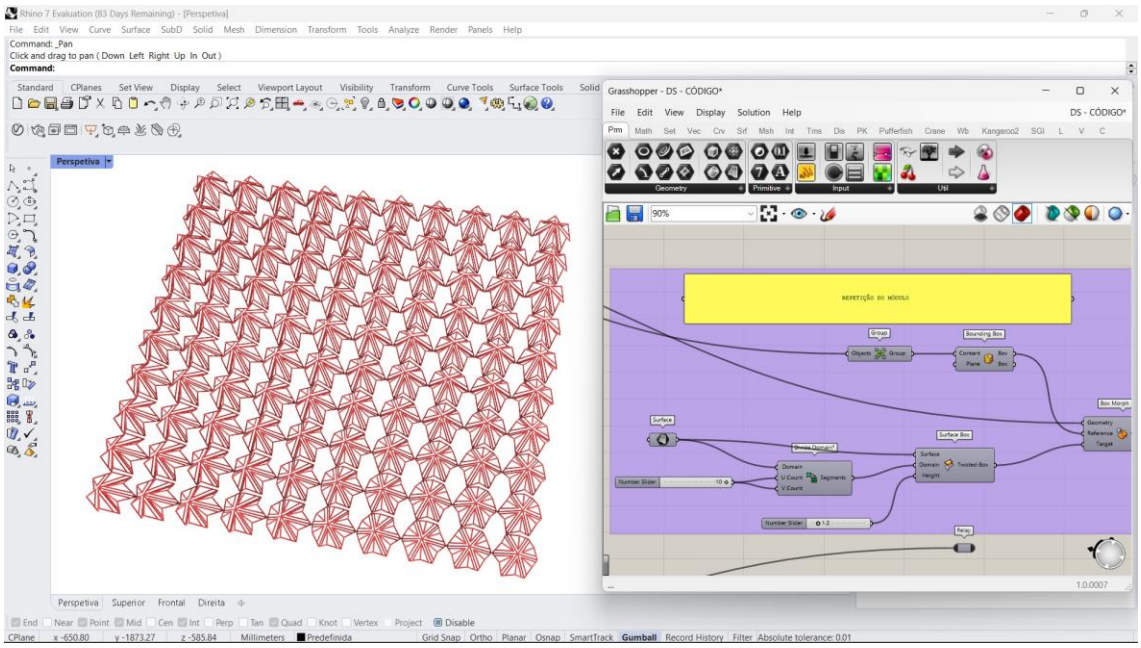
modelo possibilidades quase infinitas de aplicação, pois os vários aparatos estruturais possíveis de realização conseguem moldar-se à necessidade.

Figura 65: Superfície construída com módulo vazado.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

Figura 66: Superfície construída com módulo vazado e dobrado.

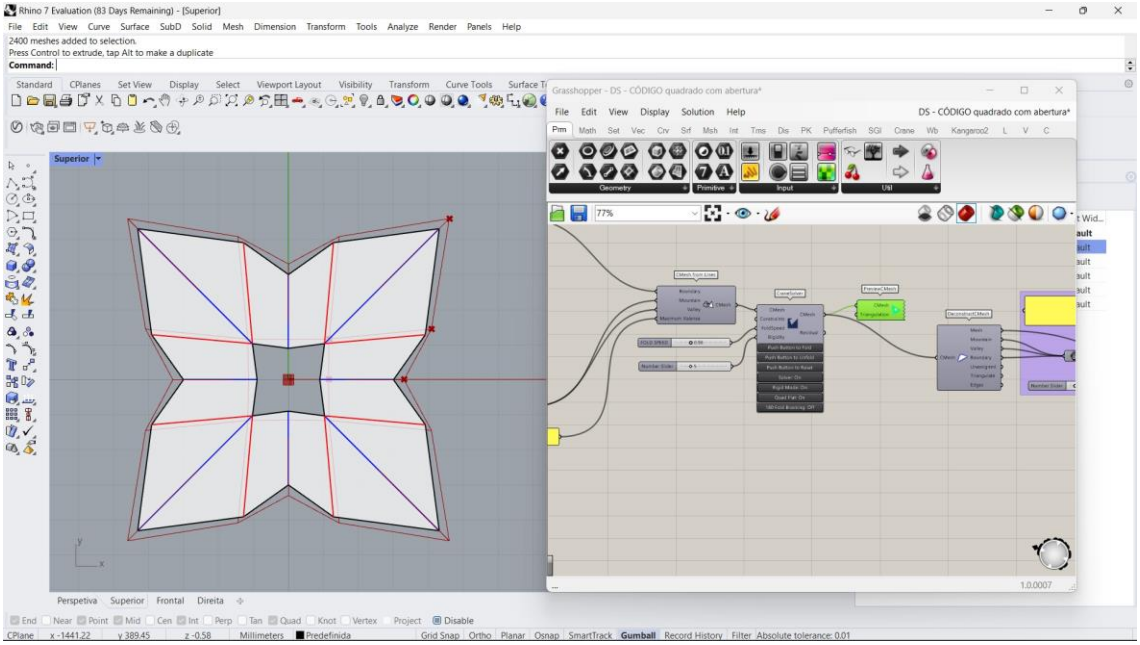


Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

Para exemplificar alguns possíveis cenários de aplicação do modelo algorítmico paramétrico na construção de uma superfície, serão apresentados 3 produtos viáveis que utilizam o resultado do código. Este modelo pode compor uma

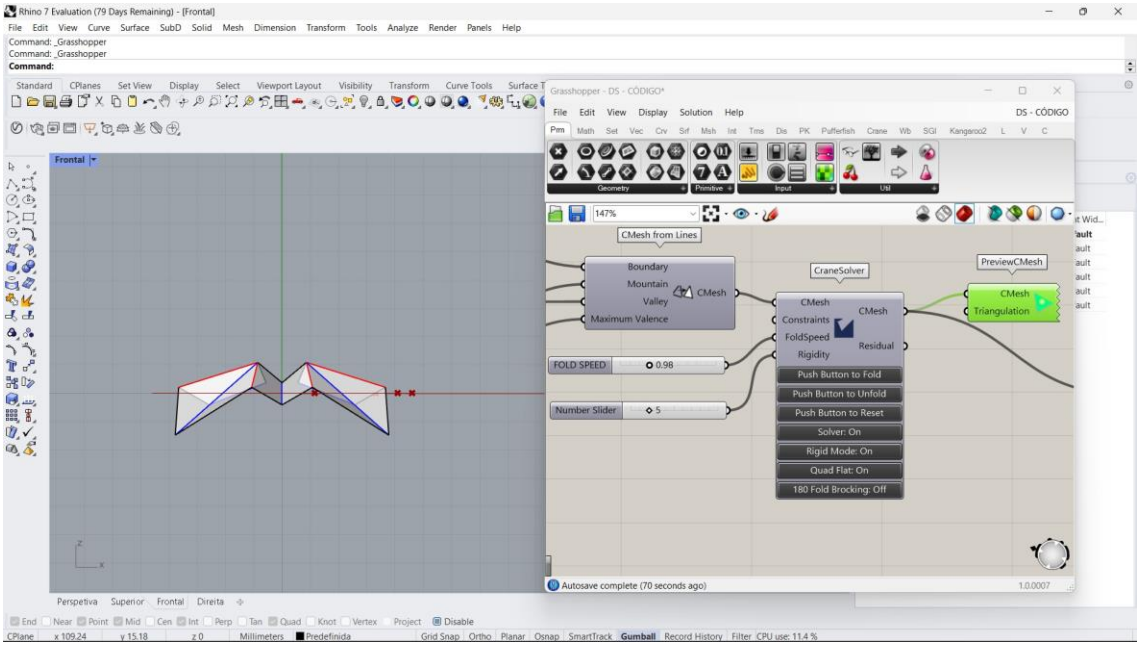
superfície que irá repetir os módulos ou apenas usar o módulo em unidade. Para isso, a partir das possibilidades de variação da localização dos 5 pontos iniciais construídos, chegou-se na geometria apresentada em detalhes nas Figuras 67, 68 e 69, respectivamente vista superior isolada, vista frontal/lateral isolada e as duas vistas comentadas juntas dividindo a figura.

Figura 67: Vista superior.



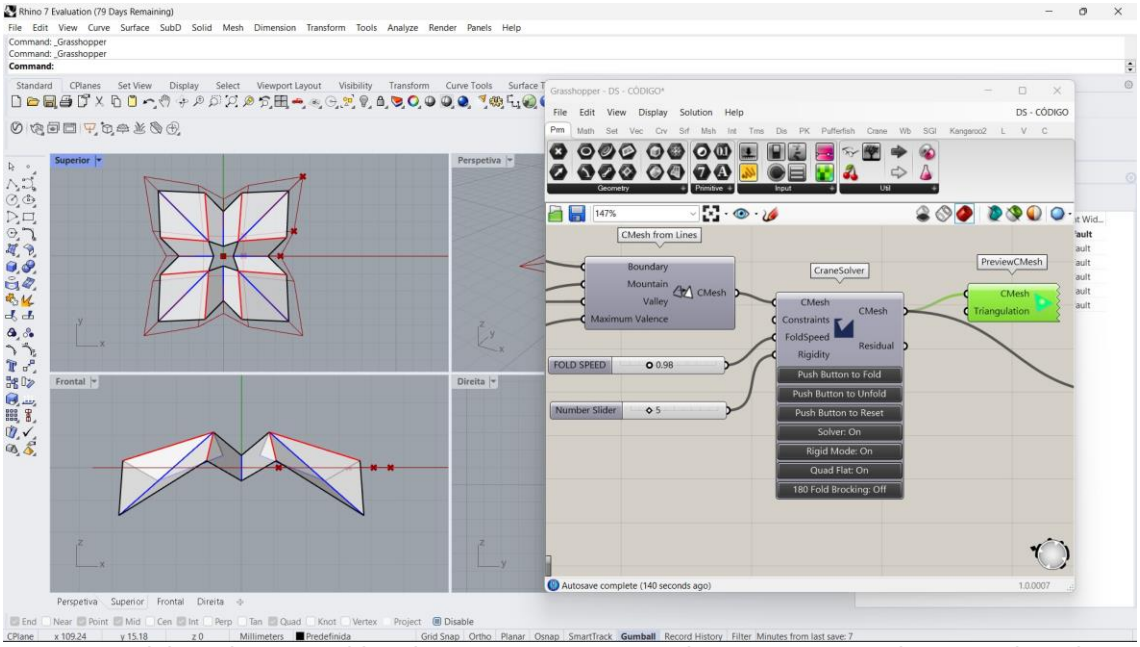
Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

Figura 68: Vista Frontal/lateral.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

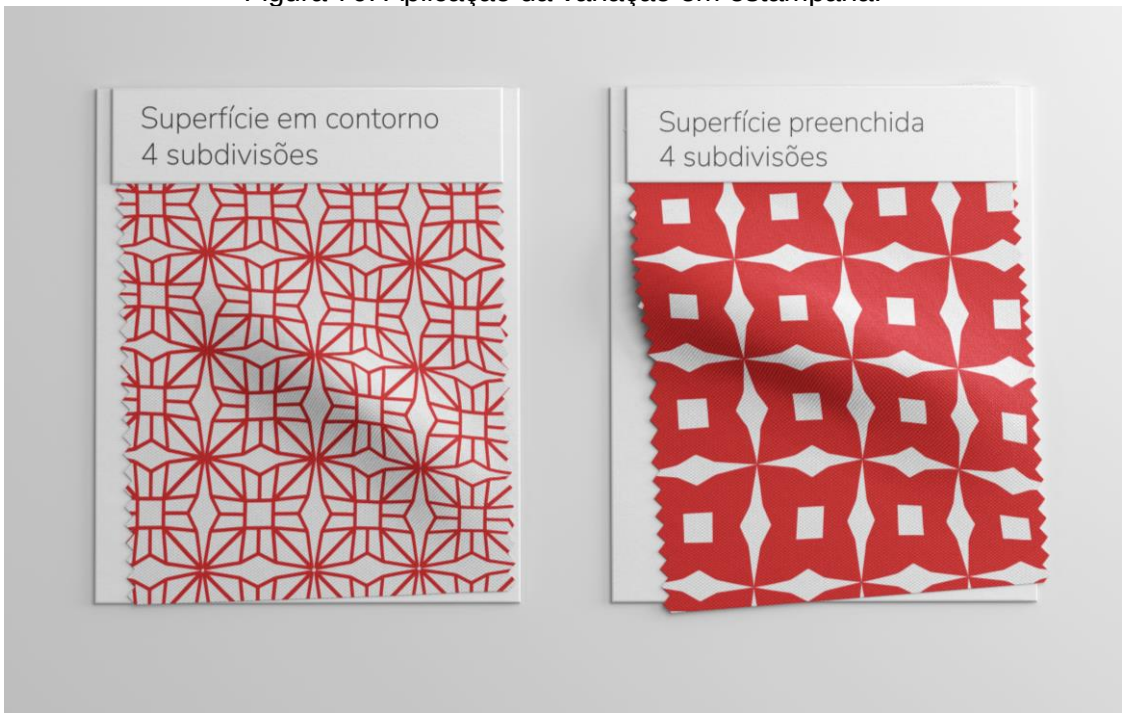
Figura 69: Vistas superior e frontal/lateral.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza com base no Parametric House (2022).

Neste sentido, as aplicações giram em torno de uma superfície têxtil utilizando o módulo repetido diversas vezes como uma estampa que pode ser aplicada em peças de vestuário e demais artigos que levem em conta a produção têxtil o beneficiando com a estamparia. É possível observar, na Figura 70, a construção de dois tipos de estampa a partir de um mesmo módulo, uma que conta com a superfície algorítmica vazada e a outra preenchida. É possível comentar que as características de configuração visual diferem especialmente nos contatos estabelecidos entre os módulos das duas versões.

Figura 70: Aplicação da variação em estamparia.



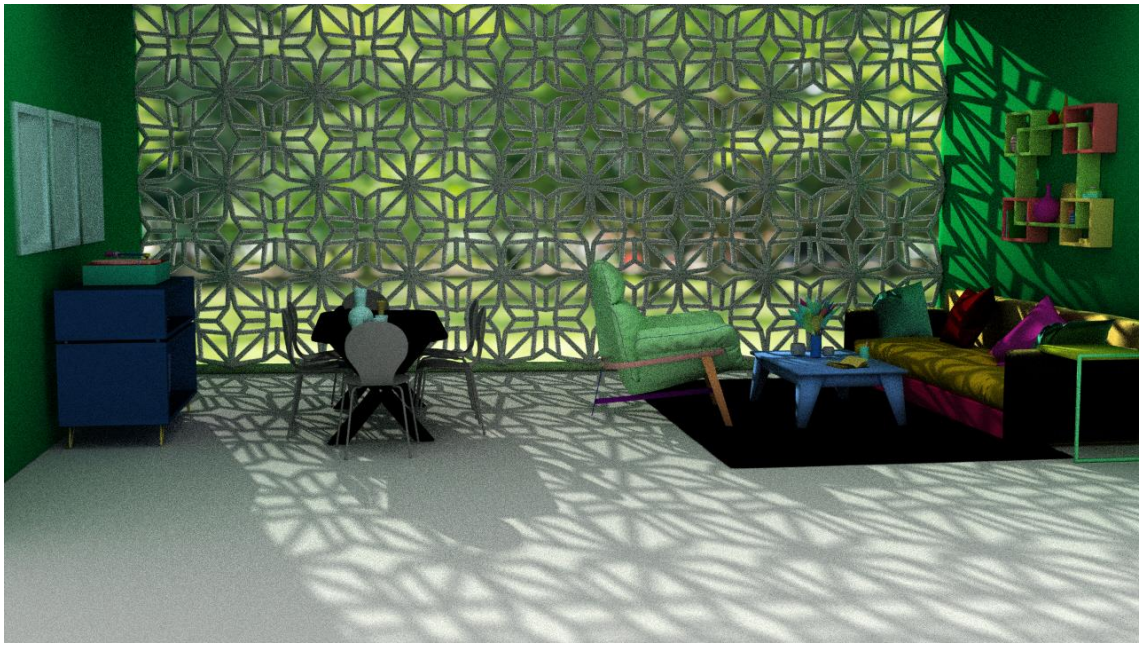
Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza.

Outro cenário de aplicação pode ser apresentado levando em consideração o modelo vazado para a construção de possíveis cobogós, elementos arquitetônicos muito comuns no nordeste brasileiro. Este permite a passagem de luz e ventilação natural para os edifícios. Na Figura 71 e 72, é apresentada uma possível aplicação em ambiente, uma sala de estar, onde a iluminação natural invade o espaço.

Figura 71: Aplicação em ambiente interno como Cobogó.

Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza.

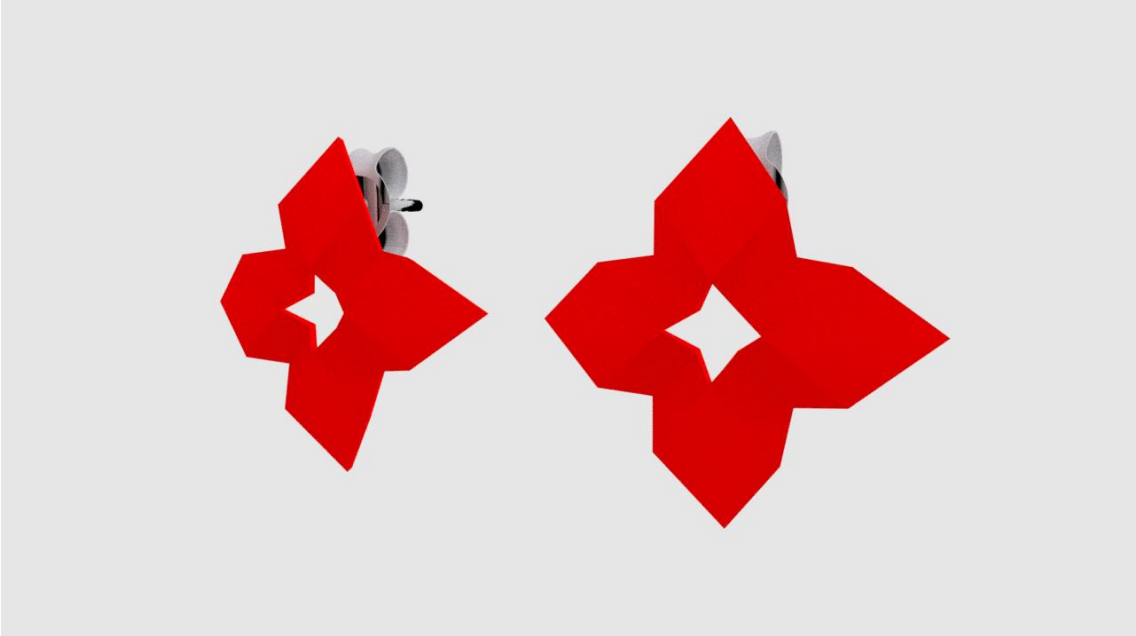
Figura 72: Destaque para o ambiente composto junto ao Cobogó.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza.

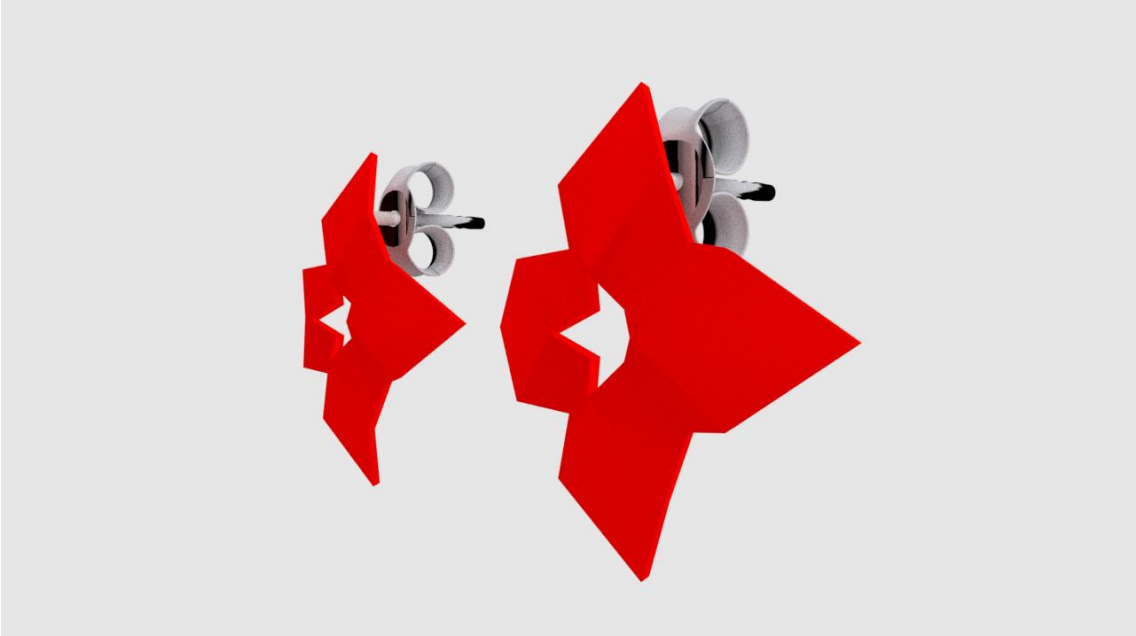
Por fim, em um último exemplo de possível aplicação, se é proposta a utilização do módulo como informação visual/tátil individual. Os volumes e formas aplicados na tridimensionalização da geometria inicial podem ser alocados a objetos de contato direto com o indivíduo como joias e bijuterias. As Figuras que se seguem apresentam essa possibilidade com a construção de uma simulação de brinco com detalhes que tentam mostrar os componentes e como este se encaixaria ao corpo. A Figura 73 apresenta uma vista em perspectiva, a Figura 74 uma vista tendendo para a lateral e a Figura 75 uma possível vista superior. E, por fim, a Figura 76 apresenta um possível usuário utilizando o objeto.

Figura 73: Brinco na vista em perspectiva.



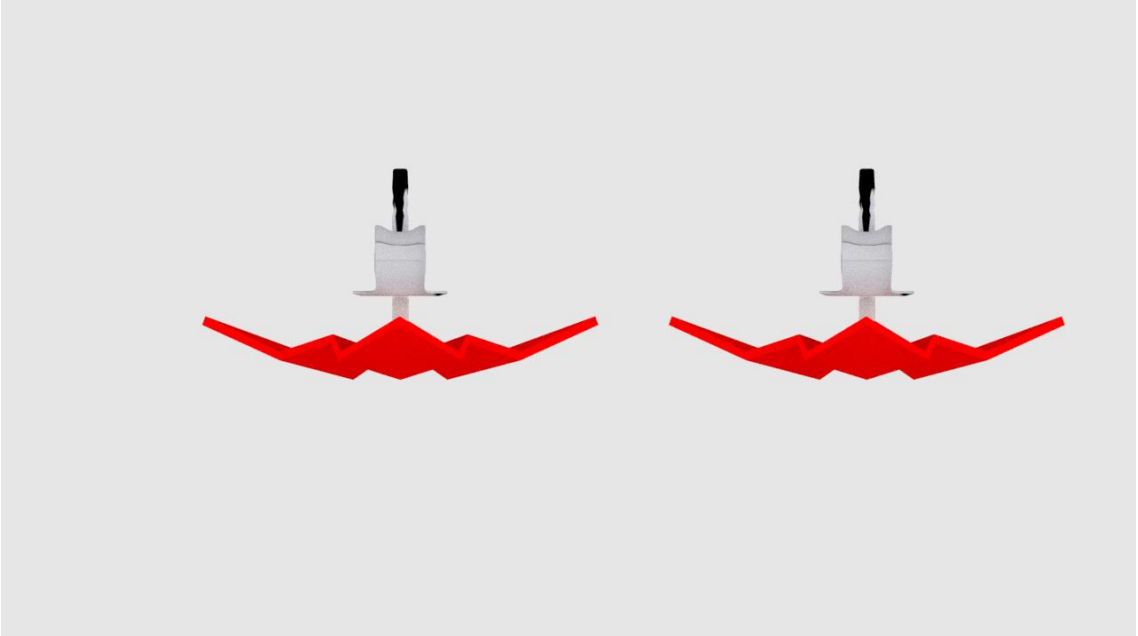
Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza.

Figura 74: Brinco na vista lateral.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza.

Figura 75: Brinco na vista superior.



Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza.

Figura 76: Brinco e possível usuário.

Fonte: Elaborado por Rodrigo dos Santos Souza.

Ao longo deste capítulo, foi possível entender que as características em volta da configuração de modelos digitais bi/tridimensionais que se baseiam na construção em código conferem uma gama interessante de possibilidades.

O Design de Superfície é enriquecido com esta característica tendo em vista o quanto a área consegue absorver de outras e ser aplicada em diversos cenários.

Deste modo, a pesquisa aqui fundamentada na perspectiva dos hibridismos das relações da superfície da própria área consegue comentar esta característica a partir dos algoritmos parametrizáveis. A vastidão de possibilidades encontrada para um único módulo e a possibilidade de adaptação e variação deste de maneira quase infinita podem comentar muito bem esta característica de aplicação nos mais diversos cenários.

O hibridismo aqui destacado e comentado não se faz presente apenas no elemento bidimensional que se torna tridimensional, mas também nas plurais manifestações que podem ocorrer.

CONCLUSÃO

5 CONCLUSÃO

O propósito desta pesquisa está atrelado à investigação e discussão da área de projetos em design que consideram as superfícies. Uma reflexão que propõe um foco no diálogo para com novas tecnologias eminentes que fazem uso do digital para propor resultados com maior agilidade e variedade. O projetar, o simular e o explorar com auxílio do computador. É possível ponderar que o objetivo central foi alcançado. Ao longo do projeto, foram apresentadas reflexões com embasamento teórico e experimentações que trazem a discussão para um canal de possibilidades a partir das características de construção de uma gama de superfícies e a integração com as tecnologias comentadas.

Os processos metodológicos estiveram diretamente atrelados à fundamentação teórica e à experimentação. Ambos têm peso de igualdade neste estudo. A fundamentação se mostrou primordial para a reunião dos escopos teóricos relativos ao assunto e vislumbraram a identificação de lacunas a serem comentadas. A experimentação deu chance para o explorar e o praticar, ações que permitiram enxergar a potencialidade das superfícies projetadas com o auxílio do digital e principalmente da modelagem algorítmica paramétrica.

Ao longo do corpo teórico, ficam evidentes os diálogos propostos pelo Design de Superfícies com a sua vastidão de manifestações, seja como componente de um objeto (superfície envoltório) ou o produto em essência (superfície objeto). Disto, coube considerar que técnicas que primam pelo maior controle do objeto modelado e que fazem destes modelos altamente adaptáveis são de interesse para a área, mas pouco discutidas até o momento, como bem pondera Silva (2020).

Para reforçar uma argumentação que entende a superfície como um objeto/elemento que deve passar por um processo de projeto consciente, exemplos como o *Bojagi Tool* e os trabalhos da designer Anne Kyyron Quinn foram apresentados. Projetos que consideram as superfícies como destaque e principalmente como articuladores da inovação. Foi possível perceber como a superfície, seja objeto ou envoltório, consegue se articular para com a inovação, principalmente as de cunho incremental.

Em todo caso, este projeto não teve por anseio a proposição de um artefato em especial que seja entendido enquanto disruptivo, mas sim o objetivo de apresentar uma ampliação nas reflexões teorias e conceitos relativos às superfícies.

A modelagem, considerando os recursos propiciados pelos *softwares* em destaque, *Grasshopper* e *Rhinoceros*, possibilitam não somente uma exploração de variação das formas, mas também o aguçamento de questões teóricas. O projetar e o entender as possibilidades transitórias/híbridas.

Uma superfície que inicialmente se entende como bidimensional dentro das experimentações pôde ser colocada à prova e transitar entre dimensões. A tridimensionalidade adiciona possibilidades de aplicação a superfícies. Uma padronagem, ou geometria, que inicialmente apenas estaria vinculada a características ornamentais de estamparia aqui pôde ser aplicada em sólidos volumétricos como cobogó e peças para adorno corporal.

Essas possibilidades de discussão afloram a intenção de propor novos cenários de aplicação e de entender mais a fundo como as superfícies podem ser, de fato, projetadas para transitar e estabelecer relações no múltiplo. Seja esse "múltiplo" entendido como possibilidades de variação da forma ou um "múltiplo" entendido na condição de variação nas possibilidades de aplicação.

A modelagem algorítmica paramétrica, com a construção de códigos, permite a manipulação mais detalhada em que cada elemento consegue ser editável e adaptável às condições de interesse. Disso, vale ressaltar que possivelmente ao utilizar recursos em volta destas tecnologias de modelagem, a demanda por individualizações e personalizações observadas no consumidor contemporâneo, comentadas por Freitas (2018), pode ser atendida. São produtos com características personalizadas e que fogem da lógica de padronização e estandardização, especialmente quando vinculados a processos de produção da indústria 4.0.

Para apontamentos futuros fica evidente a necessidade de explorar as possibilidades de fabricação, em especial aquelas que consideram fabricação digital com maquinários computadorizados e que fazem uso de insumos até mesmo inteligentes para validar os possíveis cenários de aplicação comentados. E entender se essas relações híbridas de uma mesma superfície, ou melhor, de um conjunto de dados que constrói superfícies distintas, conseguem ser, de fato, aplicadas no cotidiano e na vida comum.

Foi possível perceber como as possibilidades do digital, e em especial aquele que lida com a construção de algoritmos parametrizáveis, podem enriquecer a área. A manipulação minuciosa de fatores e elementos determinantes das superfícies é

um dos pontos centrais da integração entre a programação e o objeto superfície. As possibilidades em torno do “variar a forma” por intermédio de parâmetros possibilitam, em tese, a construção de superfícies cada vez mais complexas.

REFERÊNCIAS

AGNER, L. **Ergodesign e arquitetura de informação**: Trabalhando com o usuário. 4. ed. Rio de Janeiro: Senac, 2018.

AISH, Robert; HANNA, Sean. Comparative evaluation of parametric design systems for teaching design computation. **Design Studies**, [*s. l.*], v. 52, p. 144-172, 2017.

AMLAND, S. V. MOZOTA, B. B. **Design:** A Business Case: Thinking, Leading, and Managing. New York: Business Expert Press, 2020.

ANNE KYYON QUINN. **Cinema Room with Pleat**. Disponível em: Anne Kyyrö Quinn no Twitter: "Bringing art and function to cinema rooms with our three dimensional textile acoustic wall coverings. Pleat design. #Acoustics #wallcovering #wallart #textiles https://t.co/CoelvOvcCq" / Twitter. Disponível em: https://twitter.com/AKQ_Design/status/1023116008511430656. Acesso em: 12 jul. 2021.

ANNE KYYON QUINN. **Elbac**. Disponível em: Foto do Instagram de Anne Kyyrö Quinn • 7 de setembro de 2018 às 11:18. Disponível em: https://www.instagram.com/p/BnbY9s1HLDk/. Acesso em: 12 jul. 2021.

ANNE KYYON QUINN. **Loop Green**. Disponível em: Loop Design | Anne Kyyrö Quinn (annekyyroquinn.com). Disponível em: https://www.instagram.com/p/BY3MuIiHVNR/. Acesso em: 12 jul. 2021.

ANNE KYYON QUINN. **Loop**. Disponível em: Anne Kyyrö Quinn no Instagram: “Introducing our Loop acoustic wall panel. All handmade in our London studio to bring the beauty to acoustics. #annekyyroquinn #acoustics”. Disponível em: https://www.instagram.com/p/BKISEObB8bl/. Acesso em: 12 jul. 2021.

ANNE KYYON QUINN. **Pleat.** Disponível em: Foto do Instagram de Anne Kyyrö Quinn • 10 de setembro de 2017 às 10:39. Disponível em: https://www.instagram.com/p/BY3MuIiHVNR/. Acesso em: 12 jul. 2021.

ANNE KYYON QUINN. **Rosette.** Disponível em: Foto do Instagram de Anne Kyyrö Quinn • 10 de setembro de 2017 às 10:39. Acesso em: 12 jul. 2021.

AZAMBUJA, Cristina Splenger; MENDES, Giselly Santos; SILVA, Silva Cristina da. **Estética e semiótica aplicadas ao design**. Curitiba: InterSaberes, 2021.

BACHMAN, D. **Grasshopper**: Visual scripting for Rhinoceros 3D. Norwalk: Industrial Press, 2017.

BARAUNA, Debora *et al*. Materiais avançados no design à inovação a partir do século 21: contexto e significado. **DAT Journa**l, [*s. l.*], v. 2, n. 2, p. 91-107, 2017.

BARCELLOS, Ekaterina Emmanuil Inglesis. **Metodologia de Design para geração de inovação**. 260 f. Tese (Doutorado em Design) – Faculdade de Arquitetura, Artes

e Comunicação. Programa de Pós-Graduação em Design. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Bauru, 2020.

BONFIM, Gabriel Henrique Cruz. **A influência da forma e da cor sobre os aspectos perceptivos da usabilidade e interação biomecânica em embalagens de água mineral**. 219 f. Tese (Doutorado em Design) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. Programa de Pós-Graduação em Design. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Bauru, 2020.

BONSIEPE, Gui. **Do material ao digital**. Contribuições de David Oswald e Ralf Hebecker. São Paulo: Blucher, 2015.

BRESSAN, Felix. **Design e tecnologia**: estratégias generativas expressivas em superfície e volumetria. 2018. 230 f. Tese (Doutorado em Design) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

CABINET MAKER. Interview - Anne Kyyro Quinn: Sounds Effects. 18 Aug. 2006, p. 20. **Gale Academic OnFile.** Disponível em: link.gale.com/apps/doc/A149820789/AONE?u=capes sid=bookmark-AONE & xid=dae34a6f. Acesso em: 2 jul. 2021.

CANTAMESSA, Marco; MONTAGNA, Francesca; CASCINI, Gaetano. Design for innovation–A methodology to engineer the innovation diffusion into the development process. **Computers in Industry**, [*s. l.*], v. 75, p. 46-57, 2016.

CARDOSO, Rafael. **Design para um mundo complexo**. Ubu Editora LTDA-ME, 2013.

CARVALHO, Agda Regina de. SERON, Camila. Design de superfície para o mundo complexo: os painéis de Anne Kyyro Quinn. **Anais...** 11º Colóquio de Moda – 8ª Edição Internacional 2º Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Design e Moda. 2015

CELANI, Gabriela; VAZ, Carlos Eduardo Verzola. CAD scripting and visual programming languages for implementing computational design concepts: A comparison from a pedagogical point of view. **International Journal of Architectural Computing**, [*s. l.*], v. 10, n. 1, p. 121-137, 2012.

CHANG, Hui-Chin. Parametric Design Used in the Creation of 3D Models with Weaving Characteristics. **Journal of Computer and Communications**, [*s. l.*], v. 9, n. 11, p. 112-127, 2021.

DEAN, Lionel; LOY, Jennifer. Generative product design futures. **The Design Journal**, [*s. l.*], v. 23, n. 3, p. 331-349, 2020.

DONDIS, Donis A. **Sintaxe da linguagem visual**. Tradução de Jefferson Luiz Camargo. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2015.

DORNELES, Carolina Mello. **Inovação e design estratégico no uso da porcelana no design de luminárias**. 171 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-graduação em Design, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

DUARTE, Luana Crispim. **O crochetar de superfícies têxteis**: uma investigação no âmbito do design. 2020, 161 f. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2020.

FAVAREILLE, Michèle. **Modèle**: Métier original de Jacquard. Musée des Arts et Métiers, 2013. Disponível em: https://www.arts-et-metiers.net/musee/modele-metier-original-de-jacquard. Acesso em: 2 jun. 2022.

FIALKOWSKI, V. P.; KISTMANN, V. B. Gestão de Design e Inovação Incremental: Adequação de Plataformas de Produtos Pré-existentes em um Novo Mercado. **E-Revista LOGO**, [*s. l.*], v. 5, n. 2, p. 58-71, 2016.

FIALKOWSKI, V. P.; KISTMANN, V. B. Gestão de Design e Inovação Incremental Guiada Pelo Significado. **Estudos em Design**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p. 28-53, 2018.

FLORIO, Wilson. Modelagem paramétrica no processo de projeto em arquitetura. **Anais...** Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, SBPQ, p. 571-582, 2009.

FLUSSER, Vilém. **O mundo codificado**. São Paulo: Cosac & Naify, 2007.

FREE 3D. **Brinco V1 L2. 2019**. Disponível em: https://free3d.com/pt/3d-model/earings-v1-l2-934813.html. Acesso em: 23 dez. 2022.

FREE 3D. **Sala de estar modelo 3d**. 2019. Disponível em: https://free3d.com/pt/3d-model/estanciacomedor-934763.html. Acesso em: 23 dez. 2022.

FREEPICK. **Blur parque verde natureza com bokeh luz do sol fundo abstrato**. Disponível em: https://br.freepik.com/fotos-gratis/blur-parque-verde-natureza-com-bokeh-luz-do-sol-fundo-abstrato-copie-o-espaco-da-aventura-de-viagem-e-conceito-de-meio-ambiente-estilo-de-cor-do-filtro-de-tom-vintage_1285025.htm#page=2&query=yard&position=12&from_view=search&track=sph. Acesso em: 23 dez**.** 2022.

FREITAS, Renata Oliveira Teixeira de. **Design de Superfície**: ações comunicacionais táteis nos processos de criação. São Paulo: Blucher, 2018.

GAVIRIA, Miguel Angel Porras. **A representação paramétrica em arquitetura**. 2018. 108 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, 2018.

GIBSON, J. J. **The Ecological approach to visual perception**. 2. ed. Hillsdale: LawrenceErlbaum Associates Inc., 1986.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008

GOMES FILHO, João. **Gestalt do Objeto**: sistema de leitura visual da forma. 8. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2008.

HEMMINGS, Jessica. **Quietspaces:** Anne Kyyrö Quinn. Dublin, 2012. Disponível em: https://www.jessicahemmings.com/quiet-spaces-anne-kyyro-quinn.Acesso em: 7 jul. 2021.

HERNANDEZ, Carlos Roberto Barrios. Thinking parametric design: introducing parametric Gaudi. **Design Studies**, [*s. l.*], v. 27, n. 3, p. 309-324, 2006.

JABI, W. **Parametric design for architecture**. Laurence: London, 2013.

JABI, Wassim et al. Enhancing parametric design through non-manifold topology. **Design Studies**, [*s. l.*], v. 52, p. 96-114, 2017.

JARAMILLO, George S.; MENNIE, Lynne J. Aural Textiles. Hybrid practices for data-driven design. **The Design Journal**, [*s. l.*], v. 22, n. sup1, p. 1163-1175, 2019.

KIM, Daejung; KIM, Jieun. Is innovation design-or technology-driven? Citation as a measure of innovation pollination. **World Patent Information**, [*s. l.*], v. 64, p. 102010, 2021.

LANDIM, Paula da Cruz. **Design, empresa, sociedade**. São Paulo: Cultura Acadêmica Editora, 2010.

LARANJEIRA, Mariana Araujo Boratto. **Design de Superfície e Complexidade**: investigação do design de padrões generativos e o uso de algoritmos computacionais. 2019. 103 f. Dissertação (Mestrado em Design) - Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulistas “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2019.

LEACH, N. Parametrics Explained. **Next Generation Building**, [*s. l.*], v. 1, n. 1, p. 33-42, 2014.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. Tradução: Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Editora 34, 2004.

LINDEN, J. C. S.MARIATH, J. E. A. PALOMBINI, F. L. OLIVEIRA, B. F. Design-Aided Science: O designer como promotor de tecnologias 3D para inovação em pesquisa científica. **Educação Gráfica**, Bauru, v. 22, n. 3, p. 169-186, dez. 2018.

LISBOA, Pablo Fabião. O design da experiência do usuário em museus: o caso do website “Era Virtual”. **Anais...** Anais do VII Seminário Nacional de Pesquisa em Arte e Cultura Visual. Goiânia. UFG. 2014.

LOBACH, Bernd. **Design Industrial:** Bases para a configuração de produtos industriais. São Paulo: Blucher, 2001.

MONEDERO, Javier. Parametric design: a review and some experiences. **Automation in construction**, [*s. l.*], v. 9, n. 4, p. 369-377, 2000.

MOURA, L. F. H. A. **A História das Máquinas:** ABIMAQ 70 anos. São Paulo: Magma Editora Cultural: 2006.

MOZOTA, B. B. **Design management:** Using design to build brand value and corporate innovation, New York: Allworth Press, 2003.

NOBRE FILHO, Wilson. **Contribuição do design thinking para o processo de inovação de produtos**. 187 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas). Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, 2013.

NOME, Natália de Queiroz. **Artefatos geradores de microclima**: Biomimética, parametrização e prototipagem rápida na busca por soluções bioclimáticas para clima quente e úmido. 2015. 137 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-graduação em Design, Universidade Federal de Pernambuco, 2015.

OXMAN, Rivka. Parametric design thinking. **Design Studies**, v. 52, p. 1-3, 2017b

OXMAN, Rivka. Thinking difference: Theories and models of parametric design thinking. **Design studies**, v. 52, p. 4-39, 2017a

PARAMETRIC HOUSE. **Origami Crase**. Youtube. 2022. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ws05ANhcq1U. Acesso em: 22 dez. 2022.

PARAMETRIC HOUSE. **Truchet Tiles**. Youtube. 2019. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=DIc7a2mectY&t=694s. Acesso em: 22 jul. 2022.

PARK, Sungmee; JAYARAMAN, Sundaresan. The wearables revolution and Big Data: the textile lineage. **The Journal of The Textile Institute**, v. 108, n. 4, p. 605-614, 2017.

PEARSON, Matt. **Generative Art**: a practical guide using processing. New York: Manning, 2011.

PEIRCE. Charles Sanders. **Semiótica**. Tradução de José Teixeira Coelho Neto. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.

PEZZOLO, Dinah Bueno. **Tecidos:** História, Tramas, tipos e usos. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2013.

PIXPINE MOCKUPS. **Free fabric swatches mockup**. 2021. Disponível em: https://www.behance.net/gallery/133627299/Free-Fabric-Swatches-Mockup. Acesso em: 23/12/2022.

PRODANOV, Cleber Cristiano. FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho cientifico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevela, 2013.

RHODES, Patrick Sean. Algorithmic Futures. The Analog Beginnings of Advanced Parametric Design in First Year Studios. **The Design Journal**, [*s. l.*], v. 20, n. sup1, p. S822-S834, 2017.

RINALDI, Ricardo Mendonça. **A contribuição da comunicação visual para o design de superfície**. 2009. 155 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2009.

RINALDI. Ricardo Mendonça. **A intervenção do design nas superfícies projetadas**: processo multifacetados e estudos de caso. 2013. 204 f. Tese (Doutorado em Design) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2013.

RONCALIO, Vanessa Weiss. **Inovação a partir do processo de significação em produtos:** um framework conceitual para o design. 176 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

RUBIM, Renata. **Desenhando a superfície**. São Paulo: Edições Rosari, 2005.

RUBIN, Geoffrey D.; ABRAMSON, Richard G. Creating value through incremental innovation: Managing culture, structure, and process. **Radiology**, v. 288, n. 2, p. 330-340, 2018.

RUTHSCHILLING, Evelise Anicet. **Design de Superfícies**: prática e aprendizagem mediadas pela tecnologia digital. 2002. Tese (Doutorado em Informática da Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SANTOS, A. **Seleção do método de pesquisa**: guia para pós graduados em design e áreas afins. Curitiba: Editora Insight. 2018.

SCHWARTZ, Ada Raquel Doederlein. **Design de Superfície**: por uma visão projetual geométrica e tridimensional. 2008. Dissertação (Mestrado em Desenho Industrial) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008.

SERON, Camila Mota. **As Inter-relações do design de superfícies:** o caso de Anne Kyyrö Quinn. 118 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-graduação em Design, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2016.

SHIN, Meong Jin; WESTLAND, Stephen. Digitizing traditional cultural designs. **The Design Journal**, [*s. l.*], v. 20, n. 5, p. 639-658, 2017.

SILVA, Dailene Nogueira da Silva. **Diálogo entre o design de superfícies e o design de moda**: o caso das padronagens. 2015. 139 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2015.

SILVA, Dailene Nogueira da. **A tridimensionalidade da superfície vestível e a impressão 3D:** processos, estratégias e experimentações. 2020. 173 f. Tese (Doutorado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, cotutela (Doutorado em Design) – Faculdade de Arquitetura, Universidade de Lisboa, Bauru, 2020.

SILVA, Luciano Santos. **Design paramétrico a partir da digitalização 3D de geometrias da natureza com padrão de crescimento espiral**. 2017. 114 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, Faculdade de Arquitetura, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

SINGH, Vishal; GU, Ning. Towards an integrated generative design framework. **Design studies**, [*s. l.*], v. 33, n. 2, p. 185-207, 2012.

SOARES, João Paulo. **Processo de design em arquitetura**: complexidade e meios digitais. 2013. 185 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

STABILE, Henrique. **Entre o físico e o digital**: processos paramétricos, de interação e de fabricação digital aplicados ao design. 2015. 147 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SUTO, Kai; TANIMICHI, Kataro. **Crane Plugin**. 2021. Disponível em: https://www.food4rhino.com/en/app/crane. Acesso em: 28 dez. 2022.

TEDESCHI, A. **Algorithms-Aided Design - AAD**: Parametric strategies using Grasshopper. Brienza: Le Penseur, 2014.

TERZIDIS, K. **Algorithms for Visual Design Using the Processing Language**. Indiana: Wiley Publishing, 2009.

TUNÇER, Bige; WORTMANN, Thomas. Differentiating parametric design: Digital workflows in contemporary architecture and construction. **Design Studies**, [*s. l.*], v. 52, p. 173-197, 2017.

VOLTOLINI, Giovani. **Design paramétrico e modelagem algorítmica**: os efeitos de seus conceitos e técnicas em acadêmicos de arquitetura. 2016. 205 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

WONG, Wucius. **Princípios de forma e desenho**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1998.

WOODBURY, R. **Elements of parametric design**. New York: Routledge, Taylor & Francis Group, 2010.

YANGSOOK, C. **Korean patchwork quilting**: 37 modern bojagi styles projects. Tradução: Sanae Ishida. Editora Tuttle: Tokyo, 2020.

YAZDI, Mohammad. **Parametric House – About us**. 2022. Disponível em: https://parametrichouse.com/about/. Acesso em: 22 jul. 2022.