

[illegible]

Atenção

Este PDF possui arquivos de vídeo que podem não estar disponíveis para visualização em seu programa padrão de leitura.

Recomendo o download do software [Foxit PDF Reader](#). Você pode também assistir aos vídeos pelo Youtube clicando na frase [veja no Youtube](#) ao lado de cada vídeo.

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço Técnico de Biblioteca
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Pamplona, Mariana
Estampas em tecido, desenhos no ar / Mariana Pamplona;
orientador Eduardo Costa. - São Paulo, 2022.
70 p.

Trabalho Final de Graduação (Bacharelado em Arquitetura
e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da
Universidade de São Paulo.

1. Design. 2. Estampa. 3. Parametrização. I. Costa,
Eduardo, orient. II. Título.

Estampas em tecidos, desenhos no ar
Mariana Costa Pamplona

Trabalho final de graduação em
Arquitetura e Urbanismo apresentado à
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
da Universidade de São Paulo.

Orientador: Eduardo Augusto Costa

São Paulo, 2022

Resumo

O objetivo deste estudo foi explorar as relações entre arquitetura e moda de modo a compreender, vivenciar, descrever e avaliar o uso da parametrização digital no desenvolvimento de estampas, sugerindo possibilidades para sua aplicação. Na primeira etapa do trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica que permitiu constituir conhecimentos sobre estampa têxtil, técnicas de criação de estampas, uso de elementos matemáticos e computacionais para preenchimento do plano, bem como sobre softwares paramétricos. Na segunda etapa, dediquei-me a uma pesquisa exploratória de cunho qualitativo, ancorada na prática da reflexão na ação e reflexão sobre a ação. Então, por meio de experimentos práticos de produção de estampas a partir do estabelecimento de parâmetros no plug-in de programação Grasshopper do software Rhinoceros3D, foram criadas uma série de estampas. A partir das práticas realizadas nesse trabalho, e levando em conta as limitações de conhecimento do software, de referências gráficas e de tempo, foi possível concluir que o grasshopper é muito eficiente como ferramenta na elaboração de padrões a partir de formas matemáticas, mas, provavelmente, a composição de estampas orgânicas ou figurativas ainda sejam menos trabalhosas feitas manualmente.

Palavras chave: design paramétrico, estampas, Grasshopper.

Abstract

The objective of this study was to explore the relationship between architecture and fashion in order to understand, experience, describe and evaluate the use of digital parameterization in the development of patterns, suggesting possibilities for its application. In the first stage of the work, a bibliographic research was carried out, which built knowledge about textile printing, techniques for creating patterns, the use of mathematical and computational elements to fill in the plan, as well as about parametric softwares. In the second stage, I dedicated myself to an exploratory research of a qualitative nature, anchored in the practice of reflection in action and reflection on action. Then, through practical experiments in the production of patterns from the establishment of parameters in the Grasshopper programming plug-in of the Rhinoceros3D software, a series of patterns were created. From the practices carried out in this work, and taking into account the limitations of knowledge about the software, of graphic references and of time, it was possible to conclude that Grasshopper is very efficient as a tool in the elaboration of patterns from mathematical forms, but probably the composition of organic or figurative patterns still are less laborious when done manually.

Keywords: parametric design, patterns, Grasshopper.

Lista de figuras

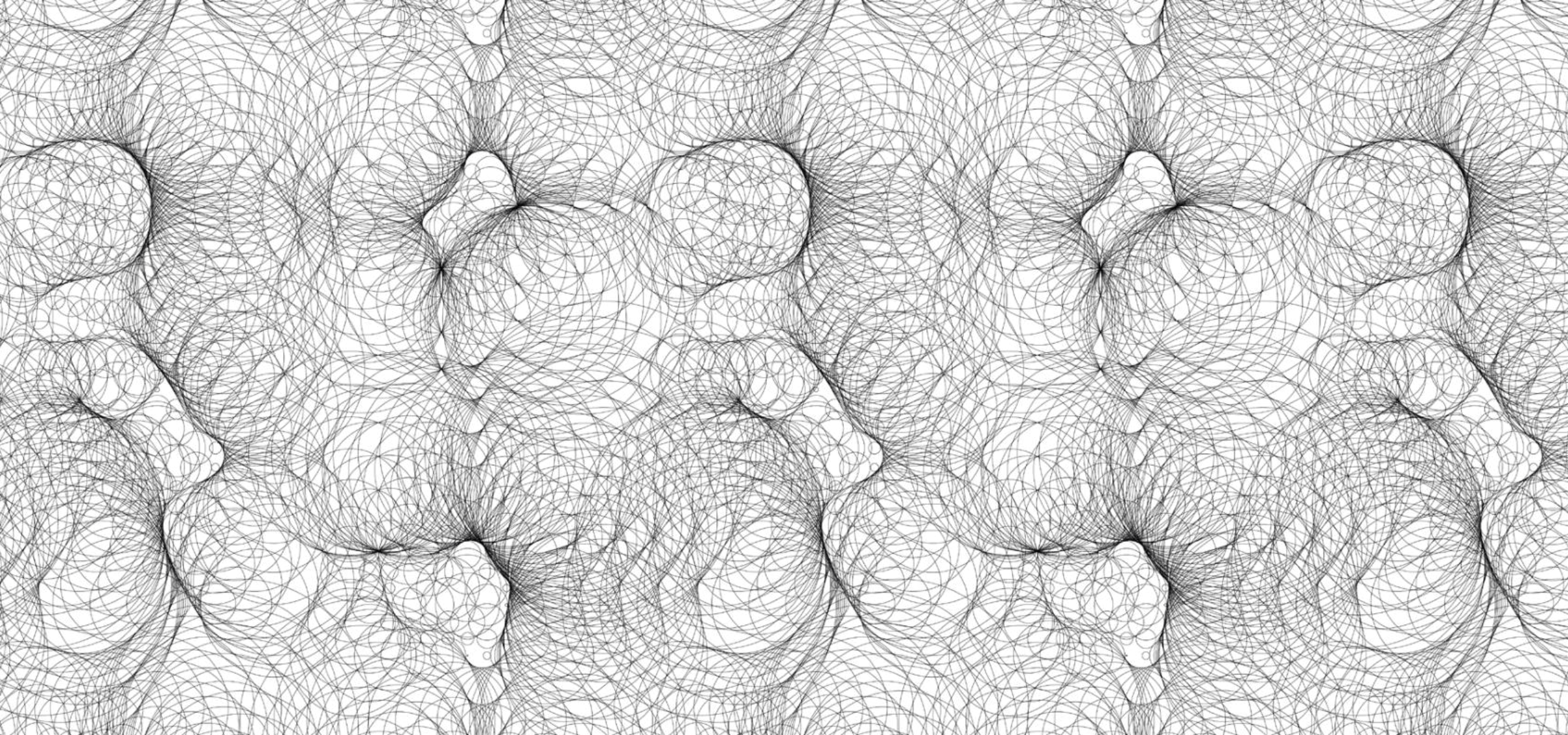
Figura 1: Estamparia por blocos	21	Figura 16: Exemplo de estampa criada a partir da ferramenta de campo magnético	48
Figura 2: Máquina de estampar com rolos	22	Figura 17: Exemplo de estampa criada com múltiplos point attactors	48
Figura 3: Mesa de serigrafia automática	23	Figura 18: Exemplo de estampa criada usando as ferramentas de maelstrom e bezier span	49
Figura 4: Máquina de estampar com cilindros	23	Figura 19: Exemplo de estampa criada formando curvas de bezier entre curvas desenhadas randomicamente	49
Figura 5: Máquina de impressão digital em tecido	25	Figura 20: Estampa de folhagem	51
Figura 6: Tesselações regulares	33	Figura 21: Detalhe da construção das folhas	52
Figura 7: Tesselação semirregular	33	Figura 22: Estrutura de componentes no grasshopper - folhagem	52
Figura 8: Preenchimento do plano com uso da técnica do envelope	35	Figura 23: Estampa de passarinhos	53
Figura 9: Triangulação de Delaunay e Diagrama de Voronoi	36	Figura 24: Detalhe de construção do passarinho	53
Figura 10: Sentido de conexão entre componentes	39	Figura 25: Estrutura de componentes no grasshopper - passarinhos	53
Figura 11: Correspondência entre componentes conectados no grasshopper e a representação gráfica do resultado dessa conexão no Rhino	39	Figura 26: Exemplos de estampas criadas a partir de uma mesma construção de representação tridimensional	56
Figura 12: Exemplo de estampa criada a partir da multiplicação quadrada de um conjunto de linhas	42	Figura 27: Possibilidades de formato de arquivo para salvamento	60
Figura 13: Exemplo de estampa criada usando o point attactor	42	Figura 28: Opções de padrão de repetição da estampa	61
Figura 14: Exemplo de estampa criada com a ferramenta de Triangulação de Delaunay	43	Figura 29: Orientações de envio do arquivo de estampa para impressão digital 1	61
Figura 15: Exemplo de estampa criada com a ferramenta de Diagrama de Voronoi	43	Figura 30: Orientações de envio do arquivo de estampa para impressão digital 2	61

Lista de vídeos

Vídeo 1: Processo de criação de uma estampa de bolinhas	41
Vídeo 2: Uso da ferramenta de grid quadrado	45
Vídeo 3: Uso da ferramenta de grid triangular	45
Vídeo 4: Uso da ferramenta de grid hexagonal	45
Vídeo 5: Variação de parâmetros em uma tesselação	47
Vídeo 6: Variação de parâmetros em um padrão de representação tridimensional	56
Vídeo 7: Exemplo 1 de coloração no grasshopper	58
Vídeo 8: Exemplo 2 de coloração no grasshopper	58

Sumário

Introdução	9	<i>Criação de estampas a partir de representações tridimensionais</i>	55
<i>Problematização: da continuidade do lazer à origem de um trabalho</i>	9	<i>Testes de cores</i>	58
<i>Objetivos do estudo</i>	10	<i>O fim do processo</i>	60
<i>Relevância e justificativa</i>	10	Considerações finais	63
<i>Metodologia</i>	11	Referências	66
<i>Sobre o título e a estrutura do trabalho</i>	11		
1. Relações entre arquitetura e a Moda	13		
<i>Dos conceitos e das semelhanças</i>	13		
<i>Dos afastamentos/diferenças</i>	17		
2. Estamparia e definição de parâmetros	20		
<i>Histórico da estamparia</i>	20		
<i>Parametrização</i>	27		
<i>Design paramétrico em edificações e roupas</i>	31		
<i>Estamparia, geometria e parametrização</i>	33		
3. Experimentos	38		
<i>Breve guia de compreensão do grasshopper</i>	39		
<i>Criação de estampas a partir de poucos componentes</i>	41		
<i>Criação de estampas com mais componentes</i>	47		
<i>Criação de estampas figurativas</i>	51		



Introdução

Problematização: da continuidade do lazer à origem de um trabalho

- O que você gosta de fazer? - perguntou Eduardo depois de meses de indecisão e pouquíssimo trabalho feito. Não sei, respondi. Gosto de ler. A verdade é que gosto de fazer várias coisas, mas nenhuma delas me pareceu boa o suficiente, ou melhor, feita bem o suficiente por mim, para ser apontada como um possível tema para o TFG. Visivelmente, eu não estava dando muito combustível para a discussão e a resolução do problema, então olhei para o que estava logo à minha frente na mesa - uma máquina de costura - e falei que gostava de costurar. Partindo deste, talvez inesperado, mas basicamente único interesse manifestado por mim, foi definido: estudaremos as relações entre arquitetura e moda.

As discussões seguintes levaram à decisão de voltar o trabalho para a estamparia têxtil, pois enquanto costureira iniciante e amadora, tenho aprendido a trabalhar com as estampas, seja prestando atenção nas posições que ficarão no modelo e na costura, seja reconhecendo como a beleza de determinada peça está relacionada à estamparia do tecido que lhe serviu de matéria prima, dentre outros fatores que, na costura e na moda, colocam as estampas em destaque.

Entretanto, nos últimos anos, o design paramétrico tem modificado profundamente tanto a arquitetura quanto a moda, por isso considerei que, ao abordar a relação entre arquitetura e moda, voltando-me para a estamparia, seria interessante desenvolver um caminho que me permitisse criar estampas digitais e refletir sobre esse processo. Essa escolha

se firmou a partir da percepção de que o caminho a ser percorrido me permitiria explorar elementos de designs paramétricos, que cada vez mais contribuem para dar resposta às necessidades da arquitetura contemporânea.

Objetivos do estudo

No contexto descrito, surgiu esse trabalho que tem como objetivo geral:

- Explorar as relações entre arquitetura e moda de modo a compreender, vivenciar, descrever e avaliar o uso da parametrização digital no desenvolvimento de estampas, sugerindo possibilidades para o seu uso.

Objetivos específicos:

- Entender a dinâmica de relacionamento entre a arquitetura e a moda;
- Aprofundar conhecimentos acerca de padrões matemáticos usados na elaboração de estampas e sobre conceitos e técnicas relativos ao design de superfície, ao design têxtil e à estamparia;
- Conhecer os processos historicamente aplicados e desenvolvidos para a estamparia em tecidos;
- Compreender os processos industriais de criação de estampas digitais;
- Perceber as características e as possibilidades do grasshopper para a elaboração de estampas digitais;
- Refletir sobre a mobilização da mente criativa humana durante um processo tão marcadamente computacional utilizado nesse método de criação de estampas.

Relevância e justificativa

Tradicionalmente, os projetos arquitetônicos são caracterizados pela presença de elementos estáticos, resultante de uso de softwares cujas linhas de comando não são escritas para sofrerem mutação. Em vista disso, quando, por exemplo, uma parede é movida no projeto, torna-se necessário alterar outras paredes, de modo a tornar o todo funcional e harmônico. Então, os vários elementos simples que compõem o projeto o tornam um sistema complexo e relativamente difícil de ser modificado.

Mas os softwares paramétricos estão se tornando cada vez mais parte da arquitetura, pois a parametrização de elementos arquitetônicos auxilia na concepção e no desenvolvimento de projetos, alinhando a complexidade à criatividade e à rapidez. Assim, a possibilidade de traçar novo projeto com celeridade e eficiência permite ao arquiteto encontrar soluções para questões e desejos individuais, algo importante num momento histórico no qual as diferenças entre as pessoas estão sendo cada vez mais aceitas e valorizadas.

Por sua vez, o design paramétrico também tem modificado a moda, tanto no sentido de permitir a customização em massa, quanto de oferecer respostas para problemas ambientais. De fato, no contexto de preocupação com o meio ambiente, a aplicação da estamparia digital tem-se mostrado uma alternativa mais sustentável e econômica.

Em vista do exposto, ao abordar as relações entre arquitetura e moda explorando a criação de estampas por meio de softwares paramétricos, abre-se um campo de investigação relevante e fértil, que justifica a pesquisa ora apresentada.

Metodologia

As fontes de pesquisa foram livros, teses, dissertações e artigos de periódicos. A busca então realizada me permitiu conhecer publicações sobre a estamparia têxtil, sobre as técnicas de criação de estampas, sobre o uso de elementos matemáticos e computacionais nessa tarefa, dentre outros. De modo especial, essa etapa da pesquisa deu a conhecer a forma como essas áreas dialogam e se interconectam para dar o suporte teórico às produções sobre as estamparias digitais em tecido.

Na continuidade dos estudos, dediquei-me a uma pesquisa exploratória de cunho qualitativo. Ao fazê-lo, inspirei-me em Landim (2019), que adotou a prática investigativa proposta por Schön e descrita pelo autor como reflexão na ação e reflexão sobre a ação. Para Schön (1983), a reflexão na ação surge, na maioria das vezes, quando, a partir de ações intuitivas, o profissional se vê frente a um resultado surpresa. Em tal processo, a reflexão tende a focar-se nos resultados da ação, na ação em si e ainda no saber intuitivo implícito na ação. Então, a pessoa que está envolvida no processo tenta entender o sentido deste, ao mesmo tempo em que descreve e reflete sobre o saber que está implícito em suas ações. Assim, o autor enfatiza que a reflexão na ação possui uma função instrumental, relacionada à resolução de problemas que surgem no cotidiano de um profissional. Por sua vez, a reflexão sobre a ação se refere ao ato de rever o que foi realizado, buscando compreender como o ato de conhecer na ação contribui para se alcançar determinado conhecimento.

A metodologia pareceu-me adequada para a segunda etapa da pesquisa, quando, por meio de experimentações com o uso do grasshopper, me dediquei à criação de estampas, bem como à descrição do processo e a reflexões sobre ele.

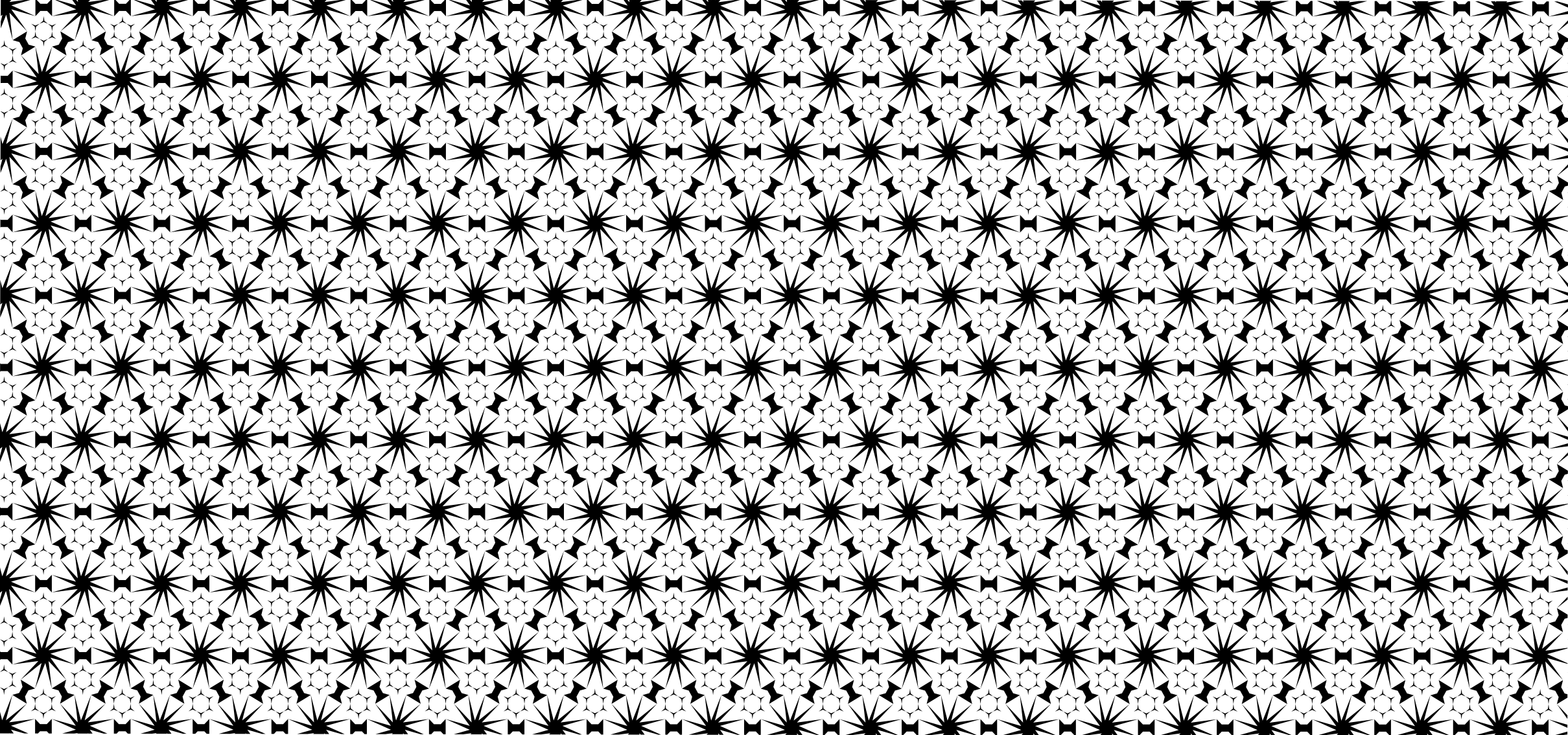
Sobre o título e a estrutura do trabalho

Esse trabalho é fruto de uma imersão em estudos que me levaram a vários encontros, que incluíram a matemática, o design e a moda, as técnicas de estamparia, a computação gráfica, dentre outros. Mas o trabalho realizado também me levou a exercitar meu gosto pela literatura ficcional. De fato, no final do trabalho, na tarefa de dar-lhe um título, voltei a ler uma publicação de um dos autores que admiro: Ítalo Calvino.

Foi num dos seus livros “Se um viajante numa noite de inverno” que fui apresentada a Irina, uma jovem que desenhava estampas de tecidos: “— Sou Irina Piperin e já o era mesmo antes da revolução. No futuro, não sei. Desenhava estampas de tecidos e, enquanto eles continuarem a faltar, farei desenhos no ar”. (CALVINO, 2011, p. 85).

Esse é um trecho muito curto, e a profissão de Irina nunca mais é citada, pois a personagem faz parte de apenas uma das várias histórias que compõem o livro. Em qualquer outro momento essa fala teria me passado despercebida, mas, em meio a produção desse trabalho, pensei que eu também, sem ter tecidos nos quais desenhar, acionava comandos de curvas e formas em algo tão imaterial e flexível quanto o ar: o infinito espaço virtual composto por pontos nas direções X,Y e Z do software de modelagem.

O trabalho resultante é composto por três partes. A primeira se relaciona com o processo inicial de investigação e descoberta de interesses e de relações possíveis entre arquitetura e moda. A segunda se constitui pelos estudos feitos a partir de uma intenção já definida: a de investigar a parametrização de estampas. Nela, são abordados mais detalhadamente os conceitos de estampa, da parametrização digital e do encontro entre as duas. A terceira parte representa a materialização dessa intenção, na qual são expostos os experimentos práticos de produção de estampas a partir do estabelecimento de parâmetros no plug-in de programação Grasshopper do software Rhinoceros3D.



1. Relações entre arquitetura e moda

Dos conceitos e das semelhanças

Muitos autores discutem a aproximação entre Moda e Arquitetura, Souza (2014, p.87), ao fazê-lo, procura “identificar princípios estruturais similares e pensamentos construtivos análogos”. Nessa parte do trabalho, o interesse é identificar e discutir aproximações e diferenças entre essas áreas. Para iniciar as reflexões a esse respeito, cabe conceituar Moda e Arquitetura, a partir de autores que tratam de tais temáticas.

Lipovetsky (1989) inicia seu livro *O império do Efêmero* declarando que a moda não pertence a todas as épocas nem a todas as civilizações, ela tem um início localizável na história. Segundo ele, esse início seria entre o fim da idade média e o renascimento, possivelmente ligado ao crescimento do capitalismo mercantil. É então que a moda se consolida como sistema, fazendo com que a renovação das formas se torne uma necessidade.

A associação do nascimento da moda a essa época também é relatada por Svendsen (2004). O autor conta que o vestuário europeu tinha mudado relativamente pouco da era romana até o século XIV, com sua forma permanecido praticamente inalterada. Assim, segundo Lipovetsky (1989), o primeiro período da história da moda teria durado em torno de cinco séculos e seria marcado como um momento artesanal e aristocrático. Mas mudanças sociais, tecnológicas e econômicas, dentre outras, tornaram-se mais rápidas e efetivas a partir do século XIX:

O século 19 foi palco de uma revolução nos meios de transportes e de comunicação que só parece menos fantástica em comparação com a sua aceleração contínua posterior. A introdução das estradas de ferro, da navegação a vapor, do telégrafo, da fotografia e de outras inovações (...) alterou inteiramente as perspectivas para a distribuição de mercadorias e de informações, estabelecendo os alicerces do processo de globalização que gera tanta discussão nos dias de hoje. (CARDOSO, 2008, p.43)

Compreende-se, portanto, porque Lipovetsky (1989), ao defender que a moda é a busca pela inovação e a constante ruptura com o estabelecido e busca pelo novo, declara que a moda é uma manifestação intrinsecamente moderna.

Na obra *A moda*, Palomino (2002) afirma que moda é muito mais do que roupa, é um sistema que integra o simples uso das roupas do dia a dia a um contexto maior, político, social, sociológico. Segundo sua concepção, moda é um sistema que acompanha o vestuário e o tempo e, por isso, está sempre em mutação. Do exposto, entende-se que a moda é, portanto, um fenômeno social moderno e ocidental, que surgiu inicialmente no universo das roupas, mas que atualmente pode ser aplicada a praticamente qualquer coisa (LIPOVETSKY, 1989). O vestuário, no entanto, ainda é a principal esfera de exemplo da manifestação da moda e assim, por vezes, encontramos que um dos significados de moda é a “forma atual do vestuário”. (Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa, 1980, p.1156).

Quando investigamos a arquitetura, no entanto, Lúcio Costa (2006) a conceitua como sendo a construção concebida com o propósito de organizar e de ordenar plasticamente o espaço e os volumes decorrentes, em função de uma determinada época, de um determinado meio, de uma determinada técnica, de um determinado programa e de uma determinada intenção. Já Carlos Lemos (2009), em seu livro *O que é arquitetura*,

estabelece sinteticamente que arquitetura seria a providência de uma construção bela. Nos deparamos com afirmações de sua constante presença na vida humana: “a Arquitetura sempre foi parte integrante e fundamental no processo da criação artística como manifestação normal de vida” (COSTA, 2006, p.17).

Assim, ainda que ambos os escritores tenham feito parte de um movimento específico da arquitetura brasileira, suas definições servem aqui para indicar a tendência de entender a arquitetura como uma prática ou um objeto produzido por tal prática, presente em todos os lugares ou momentos históricos, enquanto as definições de moda a apresentam como um fenômeno social específico.

Dessa forma, concluímos que Moda não significa o pensamento e o processo de desenvolvimento de roupas, e sim algo decorrente disso. A construção do vestuário é uma ação muito anterior ao surgimento da moda, e essas duas coisas não devem ser utilizadas como sinônimos.

Discutiremos neste trabalho, portanto, a relação entre o design de espaços habitáveis e o design de roupas, sendo este último compreendido como a utilização do conceito de design para a concepção de peças do vestuário, com a utilização dos materiais desse segmento, principalmente, de origem têxtil, ou seja, malhas, tecidos e não-tecidos derivados de fibras têxteis naturais e/ou artificiais.

Do exposto, quanto às aproximações entre as duas áreas - arquitetura e design de roupas - se evidencia um objetivo em comum: proteger e abrigar o corpo humano. Ao considerarmos que existem processos definidos e profissionais dedicados a projetar edificações e roupas, percebemos que eles partem de um mesmo problema e, por isso, utilizam conceitos idênticos para desenvolver estudos sobre as mesmas questões: espacialidade, ergonomia, forma, funcionalidade, elementos de adorno, técnicas construtivas, como aponta Mello (2008).

Para ela, os arquitetos e os designers devem resolver, nos croquis, empecilhos semelhantes aos criadores dos produtos de moda (MELLO, 2008). Sobre isso, Maciel (2007, p.2) também afirma que:

Na indústria têxtil e na construção civil, há uma busca constante por materiais alternativos que reduzam custos, aumentem a agilidade e a durabilidade do produto, poupando os recursos naturais e energéticos, assim ajudando a contribuir com a preservação ambiental.

Mello (2006) ressalta ainda que as interferências que são identificadas, entre a arquitetura, o urbanismo, o design e a moda, analisadas sob um olhar conceitual, nos leva à compreensão de que esses são produtos de expressão artística e cultural que compõem a paisagem das cidades.

A circulação dos indivíduos que exibem suas modas e dos seus modos nos espaços urbanos é um dos mais expressivos elementos construtores de imagens para as cidades. Cenários urbanos podem ter suas imagens personalizadas ou modificadas de acordo com a aparência dos seus transeuntes, a exemplo das zonas frequentadas por um público específico: artistas, intelectuais, desportistas, familiares, etc. (MELLO, SABACK, 2007, p. 4)

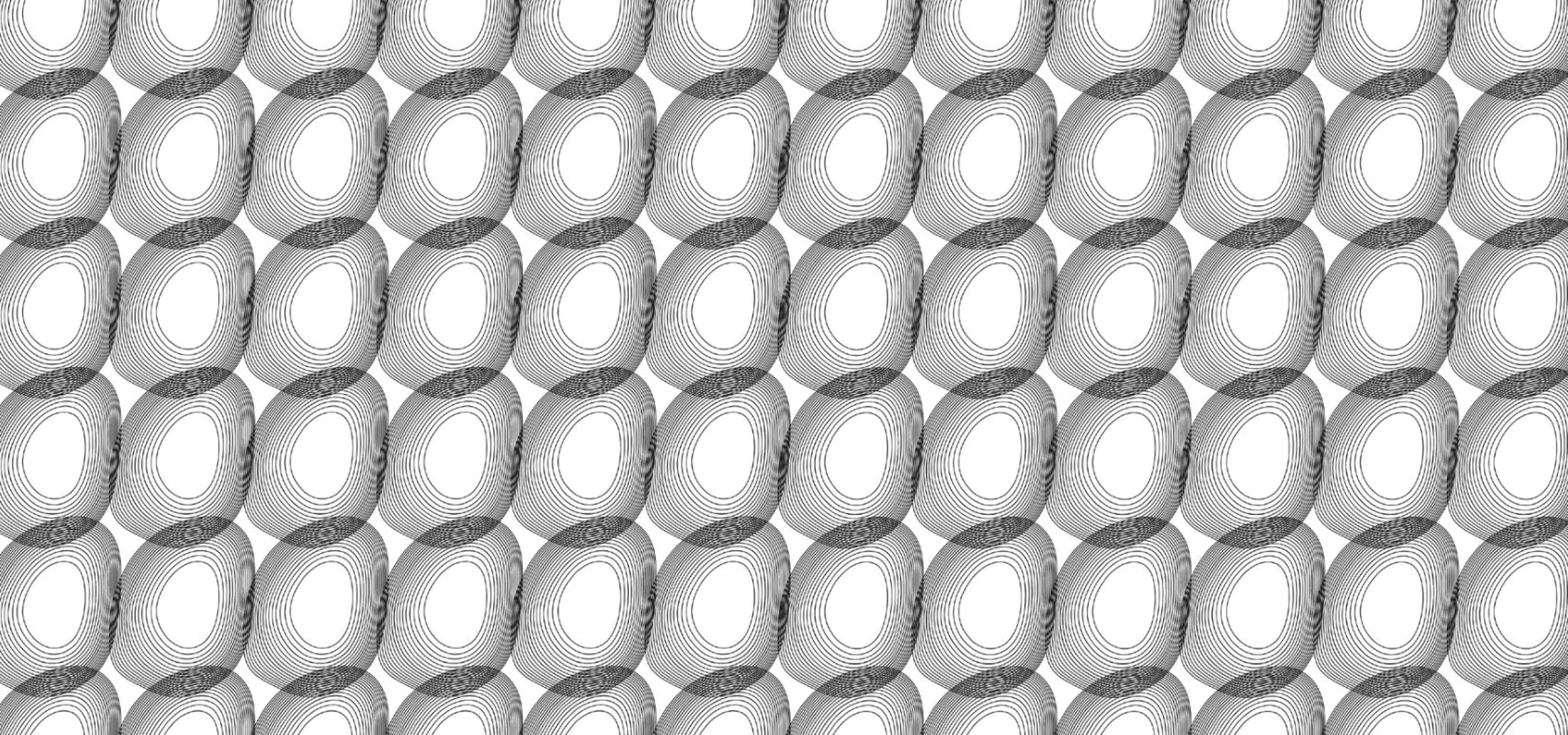
Observando ainda as similaridades entre arquitetura e design de roupas, destaca-se que os processos de criação são parecidos: partem de uma concepção 2D para execução 3D, (usam geometria, constroem volume), são afetadas pela ciência e tecnologia, dentre outros

aspectos identificados nessas práticas.

Reconhecendo que outras semelhanças entre as duas áreas podem ser encontradas, retomamos o conceito de Arquitetura expresso por Lúcio Costa, no qual o autor afirma que:

Arquitetura é coisa para ser exposta à intempérie;
Arquitetura é coisa para ser concebida como um todo orgânico e funcional;
Arquitetura é coisa para ser pensada, desde o início, estruturalmente;
Arquitetura é coisa para ser encarada na medida das ideias e do corpo do homem;
Arquitetura é coisa para ser sentida em termos de espaço e volume;
Arquitetura é coisa para ser vivida. (COSTA, 2006, p.23)

Observemos que essas afirmações continuariam verdadeiras se substituíssemos arquitetura por vestuário.



Dos afastamentos/diferenças

Se, muitas vezes, as duas áreas se aproximam, por outro lado, os produtos resultantes desses processos conceituais parecidos possuem entre si diferenças determinantes. Miller (p.19) lista algumas diferenças entre arquitetura e projetos de moda, focando principalmente nas formas de representação das ideias e dos projetos. O desenvolvimento de uma obra de arquitetura passa, na maior parte das vezes, por programas computacionais, além de estudos em maquetes produzidas em uma escala e materiais diferentes daqueles que serão utilizados para o produto final. A produção de roupas, ao contrário, ainda se desenvolve muito a partir de desenhos e de planejamentos manuais, acompanhados por produções teste de tecido e da mesma escala que o artigo final.

A percepção da sociedade – moda como superficial e efêmera e arquitetura como monumental, sólida e perene – é outro fator que se destaca, quando pensamos nas relações entre as duas disciplinas. Assim, pensamos na arquitetura como fonte de inspiração para a moda, mas não o contrário. Broega e Cunha (2007), pontuam que, desde sempre, a arquitetura tem servido, ao longo da história, como referência e fonte de inspiração para o vestuário.

Assim, nesse olhar para as relações entre arquitetura e vestuário, se destaca a diferença temporal, de mudanças rápidas de estilo e de calendário feitas pela própria indústria na moda, enquanto a arquitetura tendo mudanças mais lentas e seguindo as temporadas da natureza. O tempo de construção e a característica permanente das construções arquitetônicas têm implicado uma relação diferente com o tempo. É justamente na questão temporal que, segundo Palma (2014), a arquitetura deve buscar inspirações na moda:

Demonstra-se, exponencialmente, a necessidade de reforçar o impacto da quarta dimensão na arquitetura – a do tempo –, de reavivar a ideia subjacente de que esta se deve acomodar ao compasso da evolução, procurando espaços que se destinam a um estilo de vida cada vez mais nômade, que se adaptam às pessoas dinâmicas, progressivas e adaptativas dos dias de hoje. Assim, urge interpretar os espaços para que eles acompanhem as alterações das necessidades, compreendam a tendência de migração, estimulem o ritmo de vida acelerado. (PALMA, 2014, p. 17)

Ao levar em conta a constante necessidade de inovação do mundo da moda, Miller (2012) destaca que os designers devem estar sempre virando as costas ao seu próprio mundo, rejeitando as tendências do momento e buscando inspiração na cultura contemporânea. Dessa forma, ela vê a moda como uma importante manifestação de olhares à realidade cultural e propõe que uma arquitetura inspirada na moda deveria tentar também refletir uma compreensão do mundo atual.

Nessa busca pela inovação a partir do mundo tecnológico atual, Palma (2014) e Polonini (2014) afirmam que a Modelagem Paramétrica é uma grande aliada da produção arquitetônica contemporânea, caracterizada pelo aumento da complexidade das formas propostas e pela renovação do interesse por formas curvilíneas. Isso ocorre porque a modelagem paramétrica “permite representar os objetos, não com geometria e propriedades fixas, mas com parâmetros e regras que determinam características geométricas e não geométricas”. (ROMCY E MELO, 2015, p. 322). Por meio de expressões matemáticas, tais parâmetros e regras são vinculados a outros objetos e atualizados automaticamente, de acordo com o controle do usuário ou mudanças de contexto.

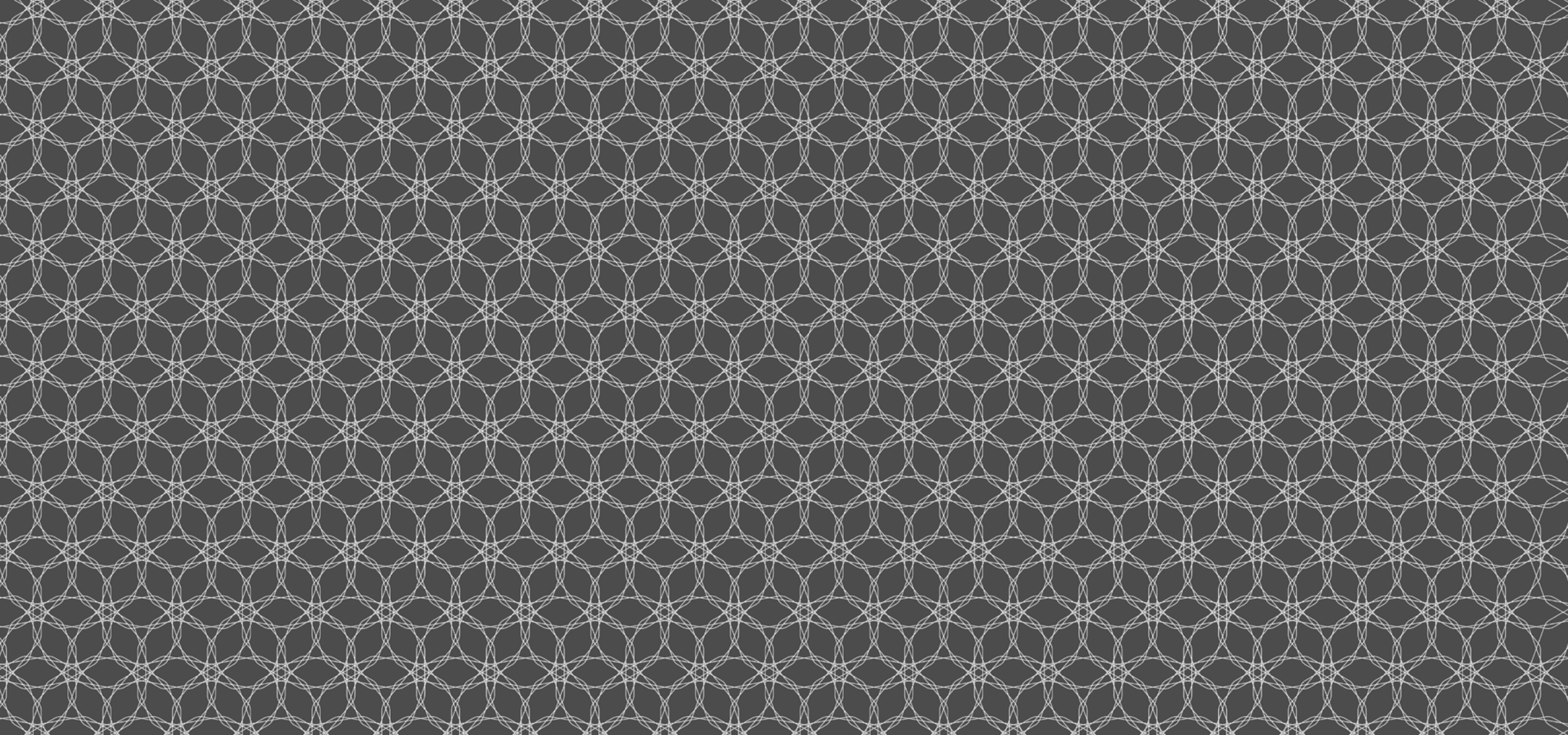
Colin (2019, p. 167-168) afirma que:

Certos programas utilizados no chamado desenho paramétrico vão possibilitar uma infinidade de alternativas as quais seriam impossíveis sem este recurso, e vão interferir diretamente na forma final dos edifícios e, em muito, facilitar a sua projeção e execução, admitindo uma complexidade e diversidade jamais vistas na atividade arquitetônica, quer na fase de estudos e projetos, quer na execução. Isto possibilita uma diversidade formal que a arquitetura jamais teve anteriormente. Podemos mesmo dizer que a arquitetura está irreversivelmente ligada aos recursos da informática.

Por sua vez, Oliveira, Oliveira e Catarino (2017) argumentam que a modelagem computacional paramétrica pode ser uma ferramenta valiosa para propor novas estruturas 3D na área têxtil. De fato, os autores explicam que os programas de modelagem digital têm modificado o trabalho de designers têxteis e de moda, na medida em que “ampliam as capacidades quanto ao controle e interação de funções e processos de informação e formação de um projeto”.

Assim, Palma (2014), Polonini (2014), Colin (2019) e Oliveira, Oliveira e Catarino (2017) reconhecem a importância da modelagem computacional paramétrica tanto para a arquitetura, quanto para a indústria têxtil. A modelagem paramétrica também se destaca por conseguir auxiliar na inovação e no projeto aplicado a inúmeros materiais, um dos fatores pelos quais ele está presente em tantas áreas. Sendo o material também uma característica determinante nas diferenças entre arquitetura e vestuário, revela-se interessante investigar o uso dessa ferramenta em um material que é central no vestuário, mas ainda coadjuvante na arquitetura: o tecido.

Especificamente, cabe indagar como e o quanto essa tecnologia tem afetado a estamparia, uma vez que, como ressalta Yamane (2008), a cor possui grande importância dentro do universo têxtil e, de modo especial, a estamparia possui grande relevância na escolha de novas propensões, além de estar presente na arquitetura através de padrões em fachadas, pisos, ornamentos ou papéis de parede. Yamane afirma ainda que, desde a industrialização, a estamparia vem representando uma arte na área têxtil e que, na era digital e informatizada, ela permite dar agilidade e atualização às necessidades do consumidor. Logo, o fator tempo, já lembrado na sua relação com a moda e a arquitetura, ganha relevo por meio da estamparia, na medida em que o processo digital a tem transformado, dando-lhe celeridade e contribuindo para dar uma resposta à preocupação com o meio ambiente e à necessidade de aproximar-se mais das pessoas, permitindo atribuir identidade e singularidade aos tecidos (Vieira, 2014).



2. Estamparia e definição de parâmetros

Histórico da estamparia

A palavra estampa, segundo Houaiss (2011, p. 396), diz respeito a uma “figura impressa em papel, tecido, couro etc”; por sua vez estamparia seria o ato de reproduzir uma estampa sobre um substrato. Quando este substrato é um tecido, tem-se a estamparia têxtil. Laschuk (2015, p. 2) conceitua a estamparia têxtil como sendo:

Um conjunto de processos de impressão, utilizados de forma individual ou associada, responsável pela transferência e reprodução de desenhos, imagens, formas e texturas sobre a superfície do substrato têxtil através da aplicação de corantes, pigmentos, tintas e produtos químicos corrosivos (à cor e a fibras) e isolantes.

Quanto à origem dessa prática, pode-se considerar o início da ilustração das superfícies no período Paleolítico da Pré-História (5.000.000 a 25.000 anos a.c.), com os grafismos encontrados nas paredes de grutas e cavernas, de acordo com Silva (2017, p. 39). Segundo a autora,

A concepção da estampa está amplamente ligada ao adorno pessoal, visto que muito antes de qualquer referência visual os homens

já pintavam seus corpos com pigmentos minerais. Pode-se afirmar que o corpo foi a primeira tela de pintura utilizada para estampar, seguida pelo couro, até chegar ao tecido.

Apesar de não haver um consenso sobre a origem do tecido estampado, muitos consideram que a Índia foi um dos primeiros locais em que ele surgiu. Antes da era cristã, o algodão já era usado como matéria prima têxtil pelos indianos e egípcios, e os tecidos de algodão estampado foram introduzidos aos países do mediterrâneo e à Europa pelos navegantes gregos. (ARKWHIGHT, 1835 apud NEIRA, 2012)

Neira (2012), através de sua leitura de Percival (1923) afirma que as tecnologias de estamparia orientais não eram amplamente conhecidas na Europa, e a maioria dos tecidos ali produzidos eram ornamentados por meio do tecimento. Foi apenas na idade média que surgiram na Europa ferramentas para estampar tecidos a partir de conhecimentos observados no Egito:

Se a origem dos tecidos estampados, como anteriormente exposto, é incerta, a ideia de estampar com blocos dividindo a composição do desenho em partes, segundo as cores que o formam, é uma técnica de origem egípcia, já que a prática indiana, ao menos inicialmente, era a de criar contornos com um único bloco e preencher as diferentes cores a mão (PERCIVAL, 1923). Pelo que se sabe, foi esse o processo que inspirou o desenvolvimento da técnica da estamparia e de sua industrialização na Inglaterra e na França [...], tendo sido os portugueses os responsáveis pela sua “descoberta” quando visitaram a Índia em 1498 (ARKWRIGHT, 1835), ainda que, pelo menos desde os séculos IV ou V a.C., tenham sido estampados tecidos na Europa, especificamente pelos gregos.” (NEIRA, 2012, p. 39)

Ainda segundo a leitura de Neira, os blocos eram geralmente paralelepípedos de madeira no qual em uma superfície era cortado o padrão em relevo, enquanto do outro lado havia uma alça por onde o bloco era segurado. O desenho do padrão no bloco era um processo delicado feito de forma totalmente manual, o que poderia demorar muito tempo. A superfície cortada no padrão era pressionada sobre um recipiente contendo a cor e então pressionada sobre o tecido para gravá-lo.

A autora conta que a colocação do bloco na área correta do tecido para o encaixe da estampa era bastante difícil, além de essa técnica ser limitada pelo uso de uma única cor por vez, sendo necessários outros blocos e a repetição de todos os seus processos caso o design fosse multicolorido e, todas essas características acumuladas resultavam em uma produtividade extremamente baixa. Na tentativa de melhorar a qualidade do produto, na década de 1750, foi criada uma técnica com placas de cobre, que possibilitava mais detalhes e novas perspectivas ao desenho. Esse processo, no entanto, também utilizava o método de impressão à mão e não melhorou a velocidade de produção (FORTY, 1986; NEIRA, 2012).

Segundo Forty, no final do século XVIII e início do XIX surgiu e se difundiu, nas fábricas, uma nova técnica no qual as placas gravadas eram substituídas por cilindros, e dessa forma se tornou possível imprimir todo o comprimento da peça de algodão continuamente, em um único processo mecânico. Essa tecnologia era constituída por cilindros de cobre nos quais eram gravados os padrões em baixo-relevo. Em uma estrutura mecânica, o cilindro em rotação era pressionado sobre o tecido em movimento ao mesmo tempo que era alimentado pela matéria colorante.

Esse grande melhoramento na velocidade de reprodução era prejudicado pelo lento processo de gravação das matrizes com ferramentas manuais. Forty (1986) menciona que, em meados do séc. XIX, era comum que as estamparias tivessem um grande número de de-

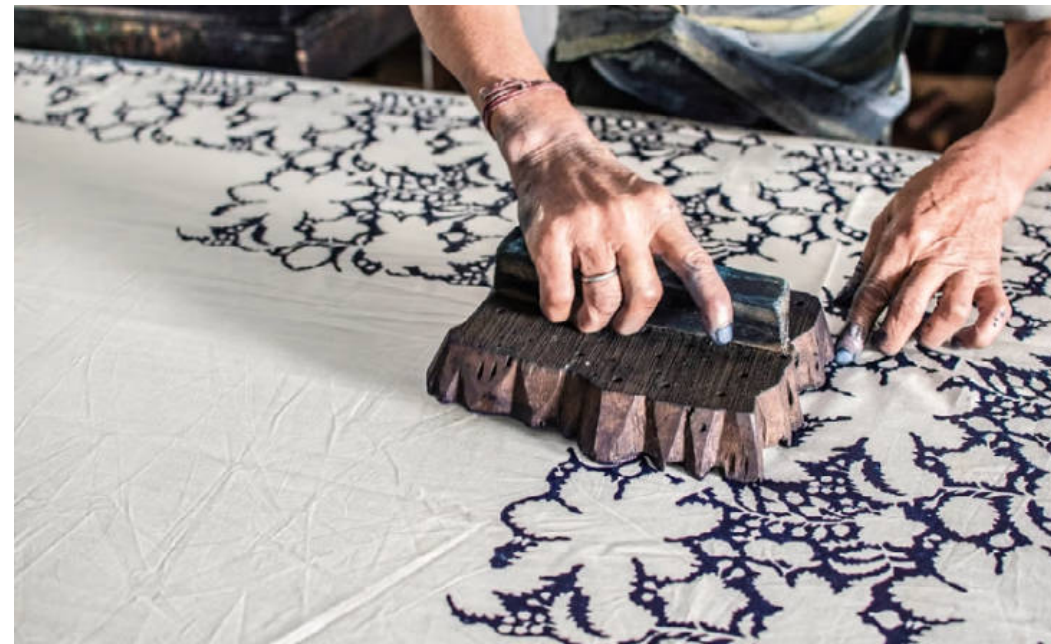


Figura 1: Estamparia por blocos. Fonte: Pesquisa Google.

signs preparados, mas gravavam e estampavam somente uns poucos. Isso acontecia porque os desenhos custavam muito pouco em comparação com o preço da gravação dos cilindros e da estampagem dos tecidos. Isso não quer dizer, contudo, que se pagava pouco pelos designs. A ocupação de desenhar estampas já era muito bem estabelecida, sendo a função mais bem paga do processo de estamparia.

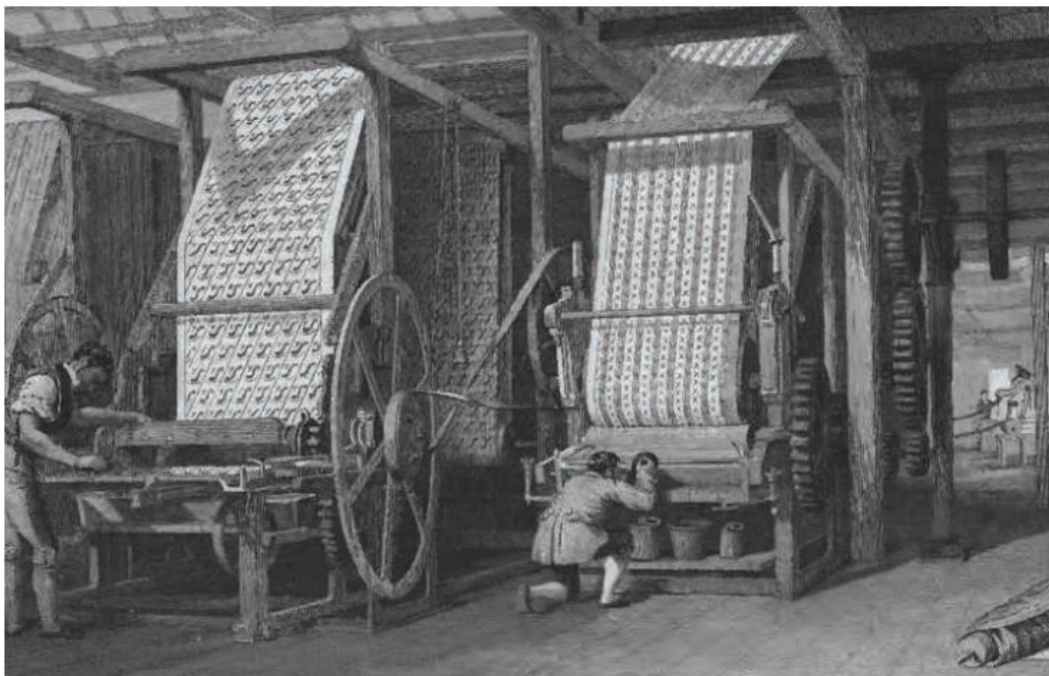


Figura 2: Máquina de estampar com rolos. Fonte: The Cotton Manufacture, extraída de Neira (2012).

Ainda que tenham existido alguns melhoramentos na máquina de estampar com cilindros, outro grande avanço no processo industrial da estamparia só voltaria a acontecer com o surgimento da serigrafia para uso comercial na década de 1920. A técnica funciona a partir do princípio de permeabilidade da matriz de impressão, na qual um tecido ou tela é obstruído nas partes que não deve-se passar tinta. Neira (2012) explica que inicialmente os designs alcançados por essa técnica não eram muito complexos, e foi somente com a substituição dos filmes de recorte por processos fotomecânicos de gravação dos padrões nas telas que foi possível o surgimento de novas ideias aos tecidos estampados, com menos limitações aos desenhos. Outra dificuldade da técnica de serigrafia estava em sua baixa produtividade, já que exigia o deslocamento dos quadros ao longo de toda a peça de tecido.

Posteriormente foi desenvolvida a técnica industrial mais usada nos dias atuais:

Os cilindros de níquel/metais galvanizados equivalem aos rolos de cobre dos processos anteriores, só que, dessa vez, são constituídos por uma superfície que reproduz uma trama e que corresponde às telas serigráficas, tendo áreas previamente vedadas por processos de gravação fotomecânica. Ainda que existam outros processos de impressão, tal tecnologia somente foi superada, como potencialidade expressiva e produtiva, no início do século XXI pelos sistemas de impressão digital. (NEIRA, 2012, p. 54.)

Sobre a impressão digital de estampas em tecidos, Rutschilling e Laschuk (2013) citadas por Laschuk (2017) afirmam que é considerada estamparia digital todos os métodos de transferência de imagens geradas e digitalizadas em meios eletrônicos, nos quais a transferência da arte para o tecido não necessita da intermediação de matrizes ou da separação de cores. Acerca das vantagens da estamparia digital, Laschuk (2017) elenca:



Figura 3: Mesa de serigrafia automática. Fonte: Projeto Formare.



Figura 4: Máquina de estampar com cilindros. Fonte: Pesquisa Google.

1) maior liberdade na criação e no desenvolvimento de estampas, podendo utilizar fotos, filtros gráficos, vetor, com a possibilidade de utilização de milhares de cores; 2) a rápida produção da estampa, desde quando é criada até ser impressa, c) a maior possibilidade de utilização de estampas personalizadas ou para pequenas metragens, o que torna a estampa digital apropriada tanto pela customização em massa, quanto pela resposta rápida; 3) a redução dos resíduos químicos no processo de impressão (pois não há desperdício de tinta nem lavagem de matrizes), o que torna o processo mais sustentável.

Por sua vez, Neira (2012) comenta que, na estampa digital, devido o uso de um sistema que mistura as tintas em porcentagens interpretadas pelo próprio equipamento, não existem restrições das impressões relacionadas ao processo físico de impressão. Tal característica se mostra relevante, já que anteriormente essas restrições eram o que determinava em grande parte a aparência final dos tecidos. Deve-se ressaltar também que, paralelamente a essas mudanças e desenvolvimentos no método de imprimir os designs nos tecidos, houve avanços equivalentes nos corantes e tingimentos utilizados, no desenvolvimento de diferentes tecidos e nas técnicas de criação dos padrões.

Os principais processos utilizados na estampa digital são: a indireta, por sublimação, e a estampa digital direta, por jato de tinta. Laschuk (2017) explica que ambas apresentam processos de desenvolvimento idênticos, mas com diferenças em seu sistema produtivo. De modo sintético, pode-se dizer que a estampa por sublimação é um tipo de transferência que requer calor e pressão, no qual o corante disperso passa do estado sólido para o gasoso. Segundo a autora, esse processo é mais compatível com fibras de poliéster e durante o seu uso pode ocorrer problemas na precisão da cor em função da relação entre monitores, softwares e impressoras. Então, a partir de sua leitura de Briggs-Goode (2014), Laschuk (2017) sugere a utilização de bibliotecas de cores nos processos de impressão digitais, com uma ampla quantidade de cores com códigos presentes nos softwares.

Já na estampa digital direta, o jato de tinta para a impressão da estampa é lançado diretamente sobre o tecido mediante a projeção de gotas de tinta sobre a superfície têxtil. Laschuk (2017) afirma que a impressão a jato de tinta proporciona maior abrangência em termos de matéria-prima, visto que é compatível tanto com fibras naturais, quanto com as sintéticas. Após a impressão, lembra a autora, o tecido passa por processos de fixação, tais como termofixação, vaporização e lavagem.

Para discorrer sobre os tipos de tecnologias utilizadas para a impressão digital em tecido, Laschuk (2017) recorre a Gomes (2006), afirmando então que são duas: a jato contínuo, na qual as microgotas são distribuídas a partir de um campo magnético; e por drop on demand, na qual as microgotas só são produzidas quando requeridas. De todo modo, ressalta a autora, tanto na estampa a jato de tinta quanto na estampa por sublimação, o processo de desenvolvimento da estampa é o mesmo; a diferença está na forma como a estampa é transferida do computador para o tecido.

Na estampa digital, para desenvolver estampas, são utilizados softwares gráficos que não se limitam a desenhos em vetor, isto elimina a separação de cores e o desenvolvimento de fotolitos para a gravação de telas ou cilindros. Assim, assinala Laschuk (2017), devido à abolição do uso de matrizes na estampa digital, os módulos de repetição se tornam desnecessários e as estampas podem ser produzidas com diferentes padronagens em um mesmo tecido. A autora ressalta que a estampa digital permite a utilização de estampas feitas para um contexto específico. Um desses contextos específicos é engineered print; “um tipo de estampa desenvolvida com localização predeterminada para ser aplicada ao tecido de acordo com o molde da peça de vestuário” Laschuk (2017, p.61)

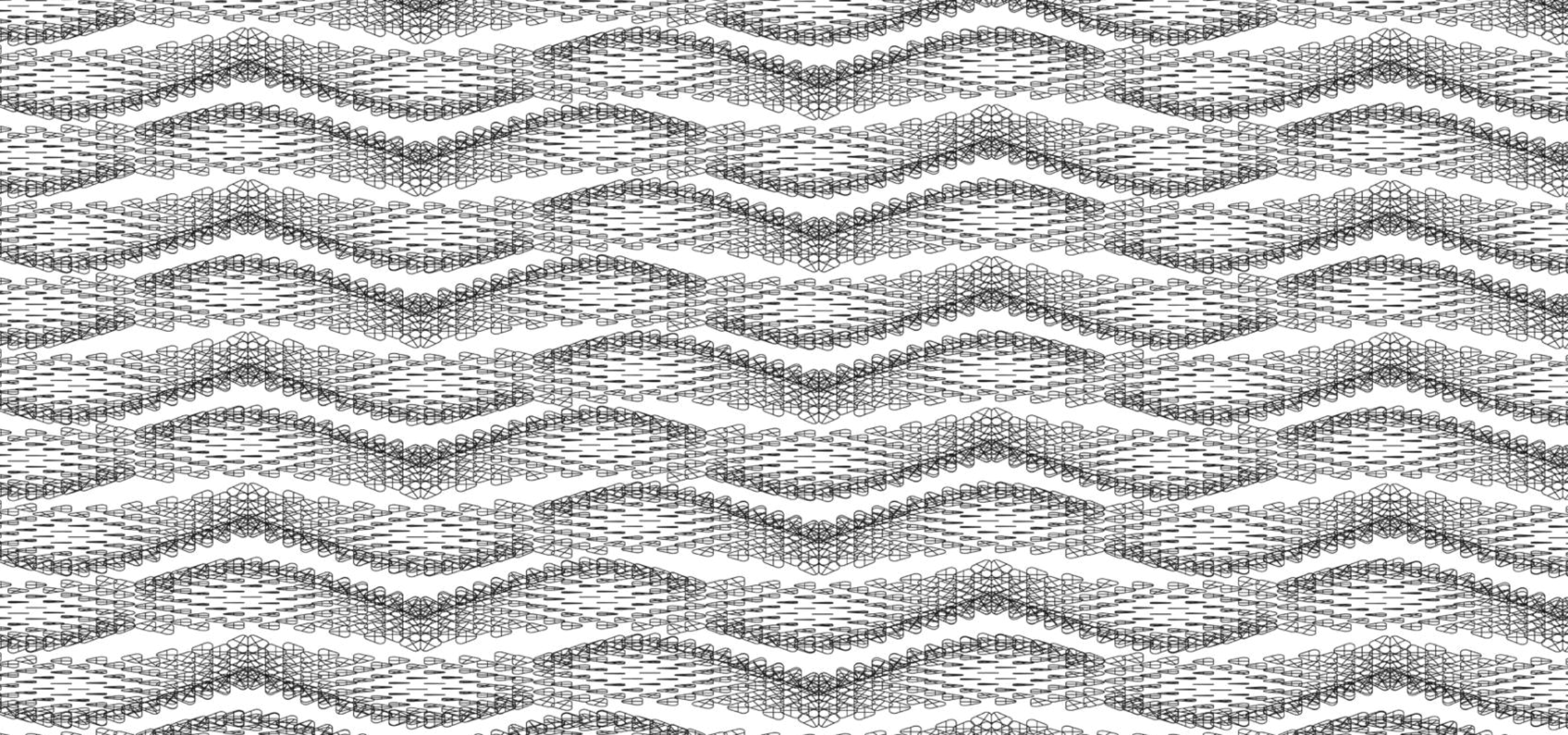
Contudo, a produção de estampa digital requer

conhecimentos sobre composição, formas e cores, sensibilidade estética, comunicação, identidade visual, domínio de técnicas manuais, linguagens artísticas (desenho, pintura, colagens) e conhecimentos em técnicas digitais em softwares específicos para desenvolver estampas. (VIEIRA, 2014, p. 101)

Quanto aos softwares utilizados para a criação de estampas, há que se atentar aos softwares paramétricos, nos quais é possível associar grande número de dados e que permitem fazer com que modificações num parâmetro implique, automaticamente, atualização nos demais.



Figura 5: Máquina de impressão digital em tecido. Fonte: Catálogo Epson.



Ao explicar o significado do termo “parametrização”, o Dicionário Online de português nos coloca duas acepções. A primeira delas nos remete ao estabelecimento de parâmetros, padrões ou modelos, “para o desenvolvimento ou o processamento de alguma coisa, sendo possível realizar, a partir disso, comparações”. O segundo sentido, vinculado especificamente à matemática, coloca que a parametrização é o “processo em que uma variação modifica a resolução de um problema, mas não altera sua essência, natureza ou formato”.

Alguns autores, como Zazkis e Liljedahl (2002), dizem que “os padrões são o coração e a alma da Matemática” (p. 379), ou ainda, que a matemática pode ser caracterizada como a “ciência dos padrões”, que seu objetivo é descobrir regularidades, a partir da análise de padrões (DEVLIN, 2002). O fato é que, ao longo de sua história, a matemática observou o aumento da complexidade na geração das superfícies que expressam padrões, levando a construções gráficas elaboradas e detalhadas, com uma grande quantidade de traços, o que se torna uma tarefa trabalhosa.

Teixeira, Silva e Silva (2018) lembram que, entre tais construções, estão as superfícies onde uma reta geratriz se desloca segundo uma determinada curva diretriz equivalente à definição de superfícies paramétricas, cujas equações são baseadas em dois parâmetros (u , v), que correspondem às dimensões paramétricas da superfície. Os autores asseguram também que “a representação paramétrica é a base da modelagem geométrica computacional e da computação gráfica” (TEIXEIRA, SILVA e SILVA, 2018, p. 2).

A arquitetura contemporânea tem incorporado esse conjunto de conceitos e de técnicas forjadas nas áreas da matemática e da informática gráfica. De modo especial, tem se destacado, na prática profissional de arquitetura, o uso da modelagem paramétrica, visto que ela permite obter dinamicamente um conjunto de soluções pela manipulação de pa-

râmetros e de relações entre elementos geométricos constituintes da forma, ou elementos do próprio projeto de arquitetura. No contexto da arquitetura, chama-se parametrização o processo de definição de parâmetros e dos seus valores na construção de uma forma geométrica. “No caso de seu uso para a criação de formas arquitetônicas, costumam-se usar as expressões ‘projeto paramétrico’ ou, mais comumente, ‘design paramétrico’”. (TRAMONTANO, 2015, p. 545-546).

Mas, segundo Oliveira, Oliveira e Catarino (2017), os programas de modelagem digital, que fazem parte das tecnologias inovadoras fundamentais para a projeção de formas e desenhos complexos e geométricos, também se têm tornado ferramentas importantes na área do design têxtil e de moda.

Ao analisarem a incorporação das inovações computacionais no design, Mineiro e Magalhães (2019), lembram que a utilização dos sistemas CAD (Computer Aided Design ou Desenho Assistido por computador) - que designam qualquer software computacional que auxilia de alguma forma o processo projetual, desde pranchetas digitais até programas de modelagem livre - propiciou incrementos de eficiência em processos de desenvolvimento de produtos. Entretanto, destacam os autores, “os CAD convencionais são reconhecidos como um dos principais gargalos do design para fabricação digital, em especial para tecnologias de impressão 3D que permitem liberdade formal sem precedentes”. (p. 7).

De fato, os autores ressaltam que a tecnologia chamada de computação criativa, design paramétrico ou design generativo trabalha com algoritmos que propiciam a “criação de modelos bidimensionais e tridimensionais; estáticos, dinâmicos ou interativos; que podem ser exibidos em projeções ou materializados por tecnologias de impressão gráfica e de fabricação digital” (MINEIRO e MAGALHÃES, 2019, p.9). Assim, concluem que as práticas de design auxiliadas por algoritmos favorecem a exploração rápida de variações formais, uma vez elaborado o algoritmo e a partir de modificações de parâmetros e valores

de variáveis. Logo, o designer pode estabelecer variáveis para consolidar uma estrutura paramétrica onde o computador se depare com inúmeros resultados.

Entretanto, Tramontano (2015) destaca que, mesmo que esses softwares sejam famosos por possibilitarem a realização de geometrias extremamente complexas e não regulares, o projeto realizado nesses programas

não precisa ser necessariamente composto de formas curvas. Qualquer elemento de um projeto convencional - portas, paredes e dutos, por exemplo -, se modelado em um programa paramétrico, terá suas dimensões automaticamente readequadas sempre que as dimensões de outros elementos do modelo forem modificadas pelo projetista

O autor também lembra que tais geometrias complexas não são produtos exclusivos do processo de projeto nesse tipo de programa. Segundo ele, as formas geométricas cujas superfícies são geradas através de NURBS (Non-Uniform Rational Basis Surfaces) fazem parte, há décadas, do vocabulário formal e do repertório instrumental de diversos campos disciplinares, particularmente daqueles ligados à produção gráfica e industrial, como as engenharias e o design. No entanto, apenas recentemente passaram a ser exploradas como possibilidades formais em arquitetura, devido à viabilidade de sua produção física proporcionada pelas técnicas de fabricação digital.

É pelo fato de armazenar uma grande quantidade de informação que os softwares paramétricos são utilizados na metodologia BIM. BIM é a sigla para Building Information Modeling, que em português significa modelagem da informação da construção. Dizer que um software é BIM indica que ele permite desenvolver digitalmente modelos virtuais de construção nos quais qualquer alteração é automaticamente refletida no resto do projeto.

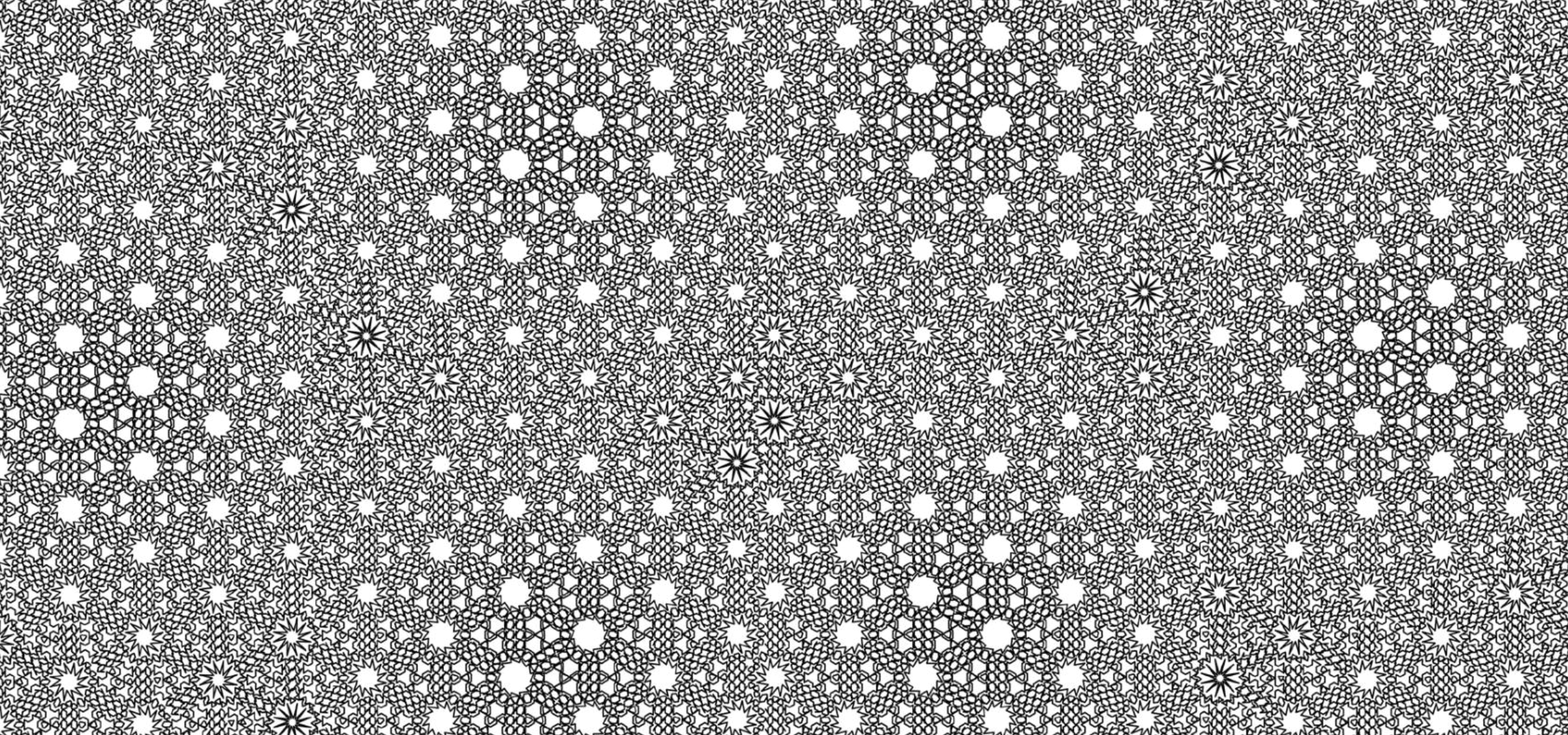
Existem diversos softwares para modelagem 3D com suporte ao conceito BIM, como o Ms Project, o Navisworks e o Revit, dentre outros. Por sua vez, apesar de não ter sido desenvolvido com base no processo BIM, o software Rhinoceros 3D (também chamado de Rhino ou Rhino3D), consegue comunicar-se com os principais softwares BIM, (REVIT e ARCHICAD).

Neste trabalho, os softwares utilizados foram o Rhinoceros 3D, um programa de modelagem tridimensional que utiliza a tecnologia NURBS, e uma de suas extensões, o Grasshopper. O Rhino permite operar, com grande facilidade, superfícies contínuas NURBS, e suas ferramentas de modelagem e de edição possuem uma interface de simples compreensão. Por esses motivos, tem sido um dos programas comerciais mais utilizados por pesquisadores na área de modelos geométricos e de prototipagem rápida (FLORIO, 2009). Além desses pontos, o Rhino foi escolhido para esse trabalho por o considerarmos também como um programa de uso bastante conhecido e cada vez mais requisitado para estudantes e profissionais de arquitetura e design.

O Rhino usa superfícies NURBS para representar formas orgânicas com precisão; nele, qualquer combinação de curvas, superfícies e sólidos pode ser editada. Esse software possibilita a modelagem direta das superfícies, permitindo que sólidos ou modelos possam ser separados, editados e acoplados novamente. Lembremos que as curvas que compõem uma NURBS são representações imagéticas de funções matemáticas definidas através das chamadas equações paramétricas. Assim, o Rhino e os softwares BIM no geral usam equações paramétricas para compor seus modelos, mas sua parametrização é de certa forma simplificada, já que muitos parâmetros não são claramente definidos e alterados pelo próprio designer. O Grasshopper, extensão do Rhino, contribui para fazer essa parametrização mais clara e detalhada.

O Grasshopper é uma linguagem de programação baseada no visual programming language dedicado na geração de modelos paramétricos. As funções do Rhino, expandidas pelo Grasshopper, o tornam uma ferramenta que permite controlar e adaptar o modelo de forma interativa, através dos controles e parâmetros, em vez de fazer mais de um modelo para obter o mesmo resultado; tornando-o uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento de modelagens complexas.

Ao estabelecer uma conexão entre as superfícies têxteis com a programação de algoritmos e o desenvolvimento de formas por meio de softwares digitais, torna-se possível gerar superfícies com mais complexidade (LARANJEIRA, 2019). Cabe explicar que uma modelagem complexa possui um grande número de elementos simples que interagem e se organizam de maneira complexa, sem que tenham necessariamente um controlador central assistindo na construção de padrões visuais e na manipulação de informações que podem se desenvolver e evoluir (MIRXHELL, 2009). Assim, todos os desenhos gerados são novas possibilidades dentro da ideia do produto. Isso significa que o designer não necessita desenhar projetos diferentes para um produto, mas que a partir de parâmetros, gerará uma série de variações para esse produto. (OLIVEIRA, OLIVEIRA e CATARINO, 2017)



Elementos geométricos simples podem ser combinados com o uso de regras estabelecidas por meio de programação computacional para gerar sistemas visuais complexos, nos quais a organização e a interação dos elementos surgem de maneira fluída e inteligente, comenta Laranjeira (2019). A autora pontua também que os softwares, por meio de abordagem paramétrica, permitem organizar o sistema e seus elementos ao carregar informações formais, estruturais, funcionais, estéticas e culturais aos objetos. Por sua vez, ao comentar a esse respeito, Florio (2011) ressalta a capacidade dos computadores calcularem rapidamente complexas fórmulas matemáticas. Segundo ele, no âmbito do projeto de edifícios, isso viabiliza a geração de geometrias complexas, a partir da possibilidade de criar e manipular toda uma nova família de formas e superfícies curvas.

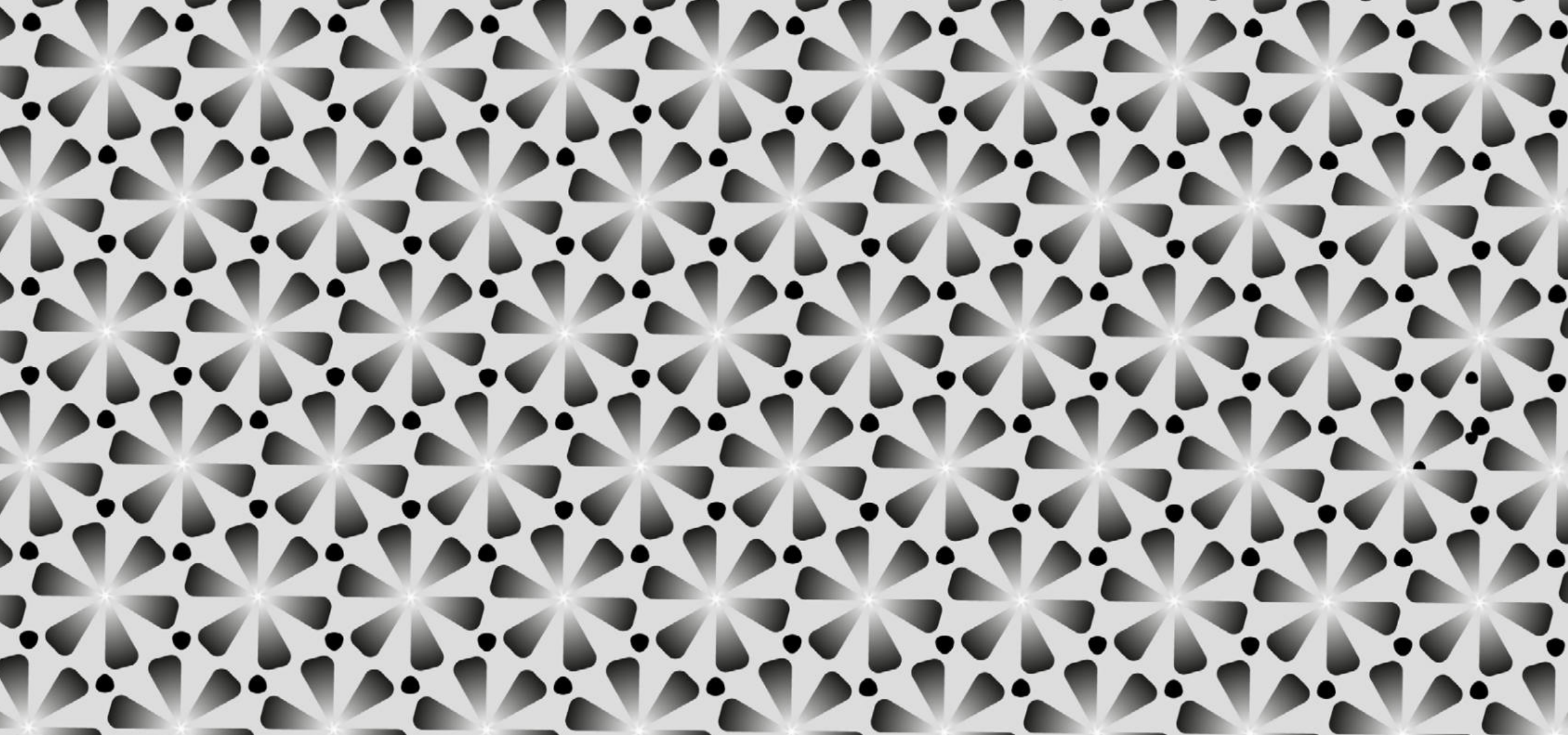
Sobre a complexidade da geometria dos edifícios, convém lembrar, como o fez Florio (2011), que os edifícios são compostos por milhares de partes individuais, e de um grande número de conexões. A modelagem que leva à criação de uma superfície complexa exige que essas porções, simples e individuais, sejam agrupadas em componentes constituídos por parâmetros, de modo a facilitar a manipulação de acordo com a necessidade do usuário. De todo modo, na “geometria plana ou complexa, os elementos construtivos modelados com auxílio de programas paramétricos são sempre representados e, portanto, concebidos tridimensionalmente” (TRAMONTANO, 2015, p.546). Esta metodologia permite construir um modelo “mais inteligente”, no qual as relações e a hierarquia são codificadas pelo arquiteto, que durante a prática projetual pode alterar as variáveis e as relações entre elementos, transformando as geometrias, e estimulando a cognição espacial (FLORIO, 2009).

Na arquitetura, os trabalhos de Zaha Hadid e Frank Gehry representam o uso desse

tipo de tecnologia. Segundo Foster (2015), as torções, as sobreposições e as interpenetrações de seus projetos anteciparam os parâmetros projetuais que só se viabilizaram com os programas digitais recentes. Zaha, que mantinha uma íntima relação com a moda, em 2010, estabeleceu parceria com a marca de calçados brasileira Melissa, da Grendene S/A, e criou uma coleção a partir de impressão 3D e técnicas de prototipagem rápida. Por essa via foi possível expressar, nos calçados, um sentido de fluidez e movimento. Para enfatizar sua organicidade, os calçados possuem um contorno assimétrico e se ajustam aos contornos orgânicos do corpo (BARBOSA et al, 2018).

Já na indústria de roupas, o uso de softwares paramétricos se iniciou com experimentos para o desenvolvimento de moldes para a construção de peças de roupa a partir da inserção das medidas desejadas ou da concepção e modelagem de roupas a partir de manequins modelados digitalmente. Enquanto isso, no universo das passarelas e coleções de moda, estilistas como Noa Raviv e Iris van Herper têm se destacado pelo uso da parametrização digital na composição de suas peças, unindo o uso de softwares e a impressão 3D a tecidos tradicionais.

Oliveira (2016, p. 39) lembra que Noa Raviv usou uma impressora 3D para “concretizar sua visão de formas distorcidas não-simétricas e padrões de grade em conjunto a tecidos do tipo tule e organza de seda em tons de preto e branco que foram torcidos e plissados em formas volumosas”. A autora destaca que Herper combina técnicas de trabalhos manuais delicados com tecnologia digital, o que resulta em formas, estruturas e materiais de imperativa expressão. Também Oliveira (2016) pontua que o estilista tunisiano Azzedine Alaia, em sua coleção Outono/Inverno 2016, trouxe estampas geométricas feitas por ferramenta digital e veludo cortado a laser, além da tridimensionalidade nos vestidos de malha. De fato, os modelos paramétricos também podem auxiliar no desenvolvimento e no teste de novos tipos de tecelagens de tecidos e de outras formas de criação de superfícies através de entrelaçamentos de fios, como em peças tricotadas.



Alguns conceitos da geometria podem contribuir para o desenvolvimento de estampas, visto que “[...] o Desenho Geométrico carrega em si um potencial formal compositivo que pode ser muito explorado no DS [...]” (SCHWARTZ 2008, p. 71). Pires, Pereira e Gonçalves (2017) também reconhecem que a viabilidade de projetar formas com níveis mais elevados de complexidade a partir de modelos descritos parametricamente está ancorada no conhecimento de aspectos e de elementos geométricos mais específicos, que permitem definir a forma, incluindo seus processos de geração. Dentre os conhecimentos geométricos requeridos, em especial, os conhecimentos sobre a tesselação, também chamada de mosaico ou ladrilhamento, têm lugar na estamparia.

Sá e Sá (2017) explicam que é chamado de tessela o agrupamento de pequenos fragmentos colocados lado a lado sobre uma superfície e, a partir daí, denomina-se tesselação um padrão de figuras planas que cobre inteiramente um plano, sem superposições das figuras nem espaços vazios entre elas.

Barbosa (1993) afirma que, na prática, não conseguimos efetuar uma pavimentação do plano, visto que, matematicamente, o plano é uma superfície infinita, então, nunca completaremos sua tesselação, mas podemos obtê-lo idealmente. Também existem tesselações de partes de um plano ou de outras superfícies e, nessas condições, podemos, por exemplo, compreender um tecido como uma região poligonal a ser recoberta. De fato, as tesselações estão presentes ao longo da história desde a arquitetura antiga até a arte moderna, em diferentes culturas, sendo utilizada para a elaboração de padrões para tapeçarias, tecelagem, vestuário e outros objetos.

Existe uma classificação matemática para as tesselações. Segundo Barros (2016) são tesselações monoédricas ou unicelulares aquelas constituídas de regiões congruentes,

isto é, aquelas compostas por figuras que possuem mesma medida. São ditas tesselações regulares as coberturas feitas com padrões construídos a partir da repetição de polígonos regulares. Há apenas três possibilidades de tesselações regulares: com triângulos, quadrados e hexágonos, e elas existem como itens básicos de criação automática no Grasshopper.

São chamadas de tesselações semirregulares ou tesselações arquimedianas aquelas composições feitas com dois ou mais polígonos regulares, nesse caso, o padrão em cada vértice tem que ser exatamente o mesmo, sendo possível a composição de oito padrões com essas características. Tesselações demirregulares são feitas com dois ou mais polígonos regulares, mas cujo padrão em cada vértice não é o mesmo. Existem quatorze possíveis tesselações nessa categoria. Tesselações feitas com dois ou mais polígonos, podendo estes ser regulares e irregulares são chamadas tesselações irregulares.

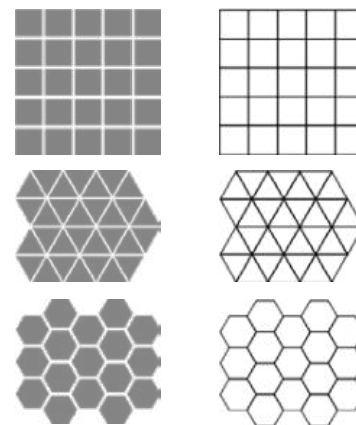


Figura 6: Tesselações regulares. Fonte: Produzida pela autora.

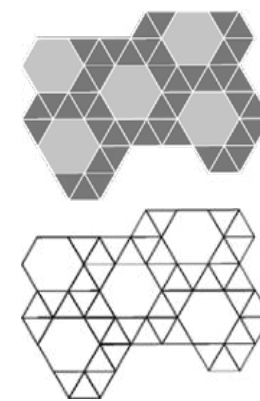


Figura 7: Tesselação semirregular. Fonte: Produzida pela autora.

As tesselações podem ser classificadas também quanto à existência de um padrão que se repete, dividindo-se entre tesselações periódicas e não-periódicas. Existem somente dezessete estruturas básicas para as infinitas possibilidades de tesselações periódicas do plano; no palácio La Alhambra, em Granada, Espanha, estão representados os dezessete modelos. Quanto às tesselações não periódicas, existe uma infinidade, em especial, o físico inglês Roger Penrose achou vários conjuntos de tesselas que tornam as composições possíveis. (SALLUM, 2010)

Já o artista holandês Martus Cornelius Escher fez surpreendentes tesselações quando modificou os bordos dos polígonos para fazer figuras humanas e de animais que se entrelaçam e cobrem o plano. A partir de um mosaico simples formado por polígonos convexos, ele fez transformações sistemáticas e engenhosas até conseguir um modelo repetitivo de alguma figura plausível de ser reconhecida. Escher aplicou isometrias do plano para formar suas figuras.

São chamadas de isometrias as transformações que preservam distâncias. Elas possuem as seguintes propriedades: a) A imagem de uma reta por uma isometria é uma reta. b) Uma isometria preserva paralelismo. c) Uma isometria preserva ângulos. Como consequência da definição, a imagem de uma figura F por uma isometria, é uma figura F' congruente a F . (WAGNER, 1993, p. 71) As isometrias do plano são: translação, rotação, reflexão e reflexão com deslizamento.

De modo especial, assinala-se o uso de tais conceitos na composição dos chamados padrões geométricos islâmicos, visto que “A difusão da cultura islâmica a partir do século VII evidenciou as manifestações artísticas desse grupo como a caligrafia, os desenhos florais estilizados, a arquitetura e os padrões geométricos abstratos.” (BARBOSA e SAD, 2021, p.127). Segundo as autoras, os antigos artistas islâmicos usavam a expressão visual de figuras geométricas para expressarem os preceitos do islã. Para tanto, produziam esses padrões

não só para criar belas tesselações, mas também para transmitir as noções divinas do Islã (BARBOSA e SAD, 2021). Keith Crichlow citado por HISOUR (s/d) salienta que a maioria da arte islâmica, incluindo os livros, arquitetura e os têxteis, é um ornamento e que “O propósito oculto da decoração é transformar as mesquitas em um corpo leve e brilhante, e a decoração das páginas do Alcorão torna-as uma porta de entrada para o infinito”. Henry Fussion também explica que, embora sejam resultado de cálculos precisos, os padrões de ornamentação islâmicos expressavam ideias filosóficas e significados espirituais. Segundo ele, em cada padrão islâmico abstrato “a vida flui através das linhas, formando entre elas as formações que se multiplicam e aumentam, esporádicas e intermitentes, como se houvesse um espírito impenetrável que mistura essas formações e as distingue, e depois reúne-as novamente” (HISOUR, p. 1, s/d).

Para além das tesselações, os conceitos matemáticos são utilizados por meio de várias outras técnicas para criar padronagens, tais como o Envelope e o Diagrama de Voronoi, também chamado pelos matemáticos de Tesselação de Dirichlet.

Cavalcanti e Rocha (2013) destacam o papel da rotação ou da reflexão do módulo no procedimento de preenchimento do plano, para o desenvolvimento de estampas a partir da técnica do Envelope. Para explicar a técnica, Cavalcanti e Rocha (2013) usam o chamado experimento de Deledicq (1997). Ele se baseia na ideia de um envelope que será desdobrado para ladrilhar o plano de forma equivalente, ou seja, dado um retângulo, são retiradas dele algumas partes que complementarão as laterais da forma, de modo que a configuração final tenha a mesma área que o retângulo original. Essa técnica pode ser aplicada em qualquer método de encaixe de formas no plano.

Já o Diagrama de Voronoi, que é utilizado inclusive em estudos geográficos e urbanísticos, nada mais é do que um conjunto associado de regiões em torno de pontos no plano euclidiano. Contudo, não se trata de qualquer região, visto que os polígonos de Voronoi,

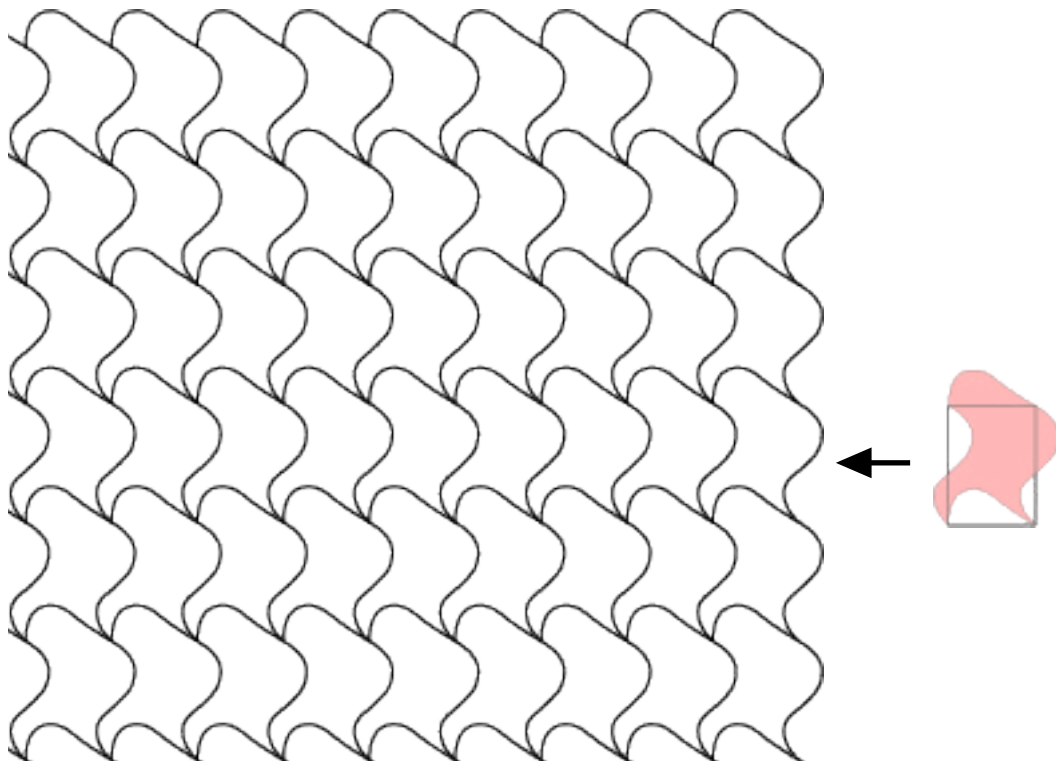


Figura 8: Preenchimento do plano com uso da técnica do envelope. Fonte: Poduzida pela autora.

também chamados de polígonos de proximidade, compreendem a área que se restringe à região que está mais próxima de um dos pontos do que de qualquer outro ponto. Barros (2016) detalha o processo de construção de padrões com o Diagrama de Voronoi. O primeiro passo, é distribuir pontos de forma regular pelo plano. Em seguida, procede-se a chamada triangulação de Delaunay, obtendo-se uma malha de aspecto regular, no qual os triângulos não são regulares, mas são congruentes. Depois, é encontrado o circuncentro de cada triângulo e em seguida, unimos esses centros. Os lados da figura do ponto central se obtém construindo as mediatrizes dos lados da grelha que concorrem no ponto, destaca o autor.

Barros afirma que utilizando o diagrama de Voronoi cria-se a base subjacente para a construção de um padrão para uma pavimentação periódica do plano correspondente ao seu preenchimento. Para exemplificar, ele fez uso de um padrão criado por Mateus (2012), ilustrando tanto o padrão, quanto o preenchimento do plano a partir de seu uso.

De fato, seja qual for o mecanismo utilizado, baseado conscientemente ou não em teorias matemáticas, toda criação de estampas em uma impressão não digital passa por um processo de determinação de um modelo de repetição a ser aplicado. Rüttschilling (2008) destaca que antes de configurar um padrão é de primordial importância o designer se apropriar dos conceitos referentes ao módulo e aos seus sistemas de repetição, sendo o último definido pela autora como a maneira pela qual um módulo vai se repetir a intervalos constantes.

Na estampa corrida - aquela que ocupa inteiramente um tecido por um padrão repetido - a repetição deve poder acontecer nos dois sentidos, comprimento e largura, de modo que o módulo reproduzido não seja distinguível por seus limites. O intuito é provocar a percepção de uma imagem contínua e ininterrupta composta pelos elementos da estampa.

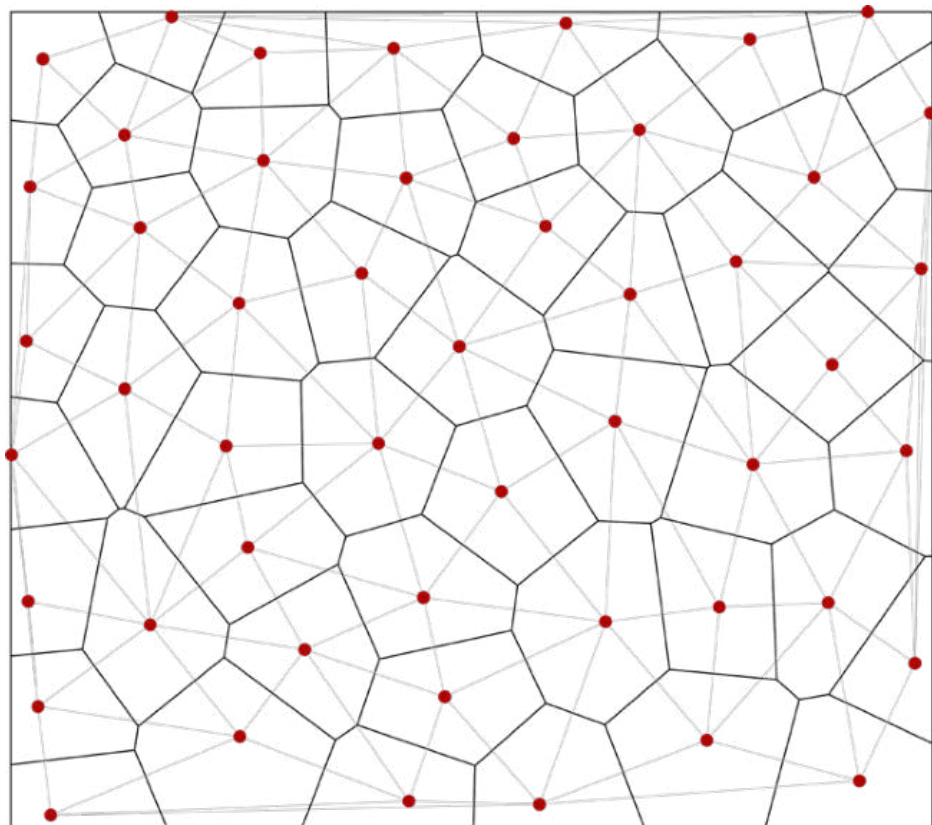
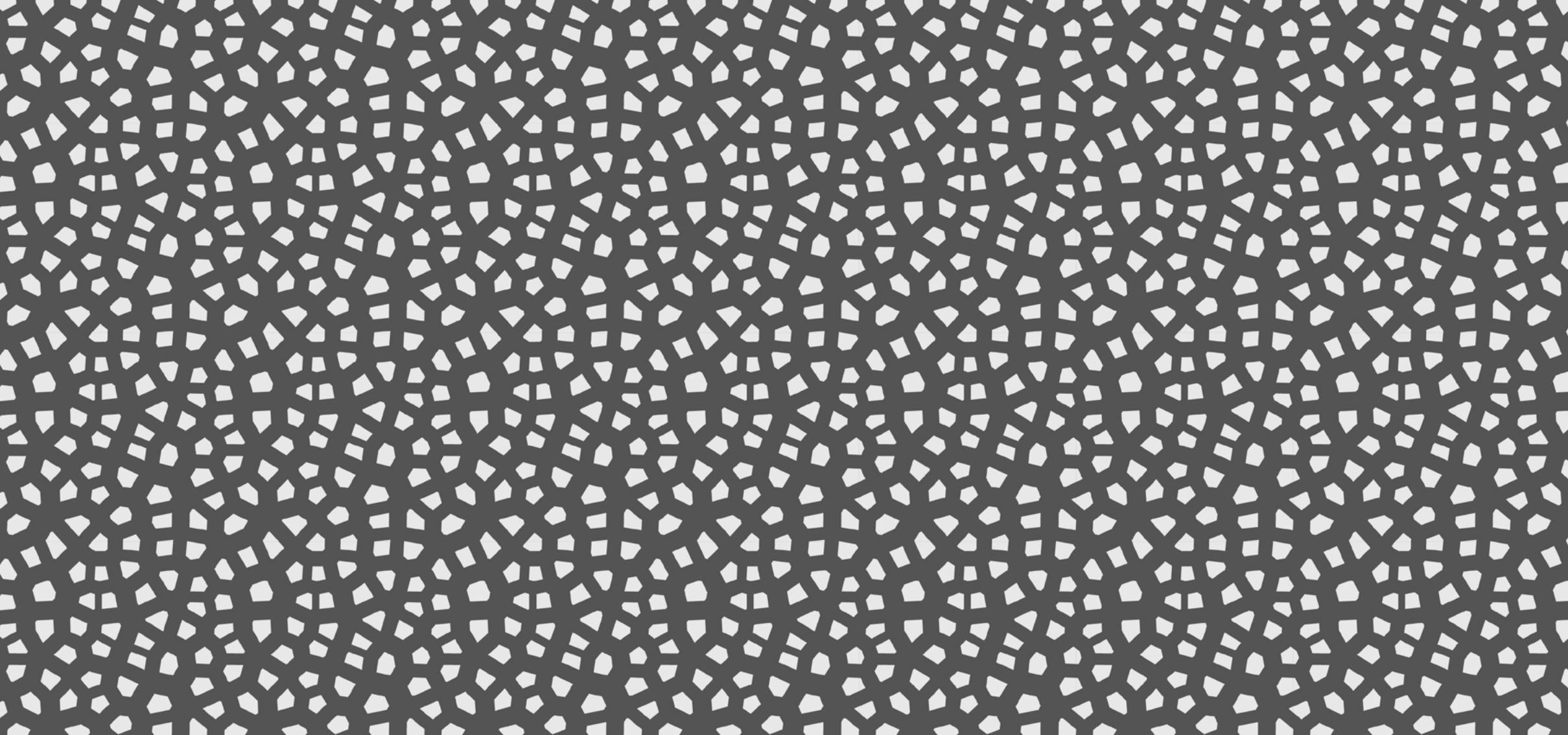


Figura 9: Triangulação de Delaunay (em cinza) e Diagrama de Voronoi (em preto). Fonte: Produzida pela autora.

As estruturas das estampas definem os sistemas de repetição dos módulos visuais. Com o estudo das tesselações e de suas aplicações, vemos que seus polígonos podem ser usados tanto como elementos da estampa contidos dentro de um módulo quanto serem eles mesmos os formatos dos módulos de reprodução nos quais estarão contidos os elementos da estampa. Esses módulos são comumente chamados de *rapport*, enquanto os elementos, ou motivos, se referem aos componentes figurativos que formam a estampa. No Brasil, foi a designer de superfícies Renata Rubim uma das responsáveis pela disseminação da técnica do *rapport*, utilizada para configurar padrões diferentes por meio da repetição de um mesmo módulo, mudando, por exemplo, a direção ou rotação de seus encaixes. Nesse sentido, entende-se como módulo a unidade de medida para realizar uma padronagem, ou seja, este é a base para gerar a estampa contínua. De maneira que conforme se articula o módulo no plano, cada composição pode gerar diversas estampas. Sobre isso, Rüttschling escreve:

Módulo é a unidade da padronagem, isto é, a menor área que inclui todos os elementos visuais que constituem o desenho. A composição visual dá-se em dois níveis: depende da organização dos elementos ou motivo dentro do módulo e de sua articulação entre os módulos, gerando o padrão, de acordo com a estrutura de repetição, ou *rapport*. (RÜTTSCHILLING, 2008, p. 64)

Além do sistema de repetição do módulo e dos elementos que definirão o tema da estampa, outros fatores devem ser levados em conta para a elaboração de uma padronagem harmoniosa. A artista e designer de estampas Mila Petry, em sua metodologia de criação de estampas, lista: elemento, cor e composição como os pontos a serem considerados. A intenção desse trabalho é investigar a programação das possibilidades de variação em todos eles.



3. *Experimentos*

Neste capítulo, são exploradas as potencialidades do plug-in Grasshopper de software Rhinoceros 3d para a elaboração de estampas; visto que, usualmente, ele não é aplicado com essa finalidade.

Como dito anteriormente, na execução dessa parte da pesquisa, a metodologia utilizada foi a exploração reflexiva, teorizada por Donald Schön (1983) como um processo composto pela reflexão na ação e pela reflexão sobre a ação. Schön (1983) explica, que, ao tentar descrever o processo de construção de conhecimento relativo à busca de resolução de um problema, muitas vezes o indivíduo não consegue fazê-lo, ou o faz de forma inexata. Segundo o autor, isso ocorre devido ao fato de que o conhecimento mobilizado é ordinariamente tácito e está implícito na ação e nos sentimentos da pessoa em relação àquilo com que está lidando.

Assim, em conformidade com o método de pesquisa adotado, neste capítulo, na descrição do caminho percorrido no uso do Grasshopper para a elaboração das estampas, não há a intenção de mostrar exatamente cada passo que poderia levar à reprodução do que está aqui exposto. A intenção é evidenciar as estratégias que levaram à execução de uma ideia, possibilitando chegar ao resultado mostrado na imagem na tela.

Espera-se que a discussão da estrutura por trás da criação de uma estampa com o Grasshopper possa trazer evidências práticas que apoiem discussões sobre o uso dessa ferramenta de programação para a composição de estampas, tornando-o parceiro não só para a execução de ideias projetadas, mas também na geração de outras possibilidades. Assim como no livro que inspirou o nome do trabalho, a seguir estão vários inícios de histórias,

que, por não exporem um final definido, mostram uma infinidade de possíveis desenvolvimentos.

É relevante destacar que meus conhecimentos no manejo dos softwares não é avançado, e a maior parte da minha prática neles aconteceu durante a produção deste trabalho. Por isso, devemos sempre ter em mente que as possibilidades são muito maiores do que as que apresentarei, e o intrincamento das relações poderia ser muito maior, ou até menor, se eu tivesse maior experiência com o programa. Ao lado de cada exemplo de estampa criada, coloco também o conjunto de componentes do grasshopper que gerou aquele resultado gráfico. Minha intensão com isso, além de dar uma noção da complexidade de execução de cada estampa, é destacar o caminho entre uma ideia e uma imagem pronta, mostrando que ela é composta por elementos e processos individuais que, em consequência um do outro, criam um novo desenho.

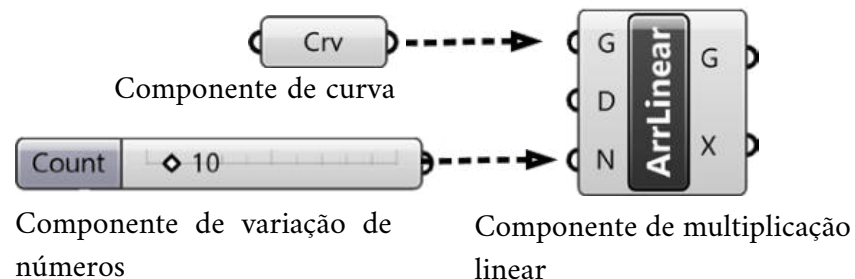
Breve guia de compreensão do grasshopper

Grasshopper é uma linguagem de programação visual que funciona em colaboração com a modelagem digital do Rhino. No vocabulário de seus desenvolvedores e usuários, seus elementos básicos são chamados componentes, que geralmente têm indicadores de recebimento de inputs e de projeção de outputs - que são outros componentes. Essa progressão funciona sempre da esquerda para a direita. Para conectar componentes e criar relações entre eles um deles deve ser input do outro, ou seja, conecta-se a saída de output de um componente na entrada de input do outro, através de uma seta gerada quando a saída de output é clicada. A cada criação e conexão surgem e se modificam, na área de trabalho do Rhino, os elementos correspondentes aos comandos dos componentes. É por causa dessa relação simultânea entre o Rhino e o Grasshopper que geralmente trabalha-se com a visualização dividida, de modo a possibilitar a visão da área de trabalho de ambos os programas. Dessa forma, por meio de dados criados e interconectados, criam-se relações paramétricas entre os elementos desejados.



Figura 10: Sentido de conexão entre componentes. Fonte: Produzida pela autora.

Conjunto de componentes no grasshopper



Representação gráfica no Rhinoceros3D

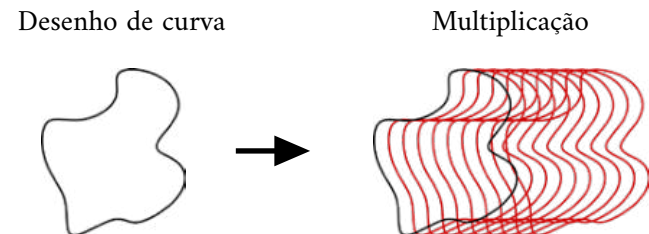
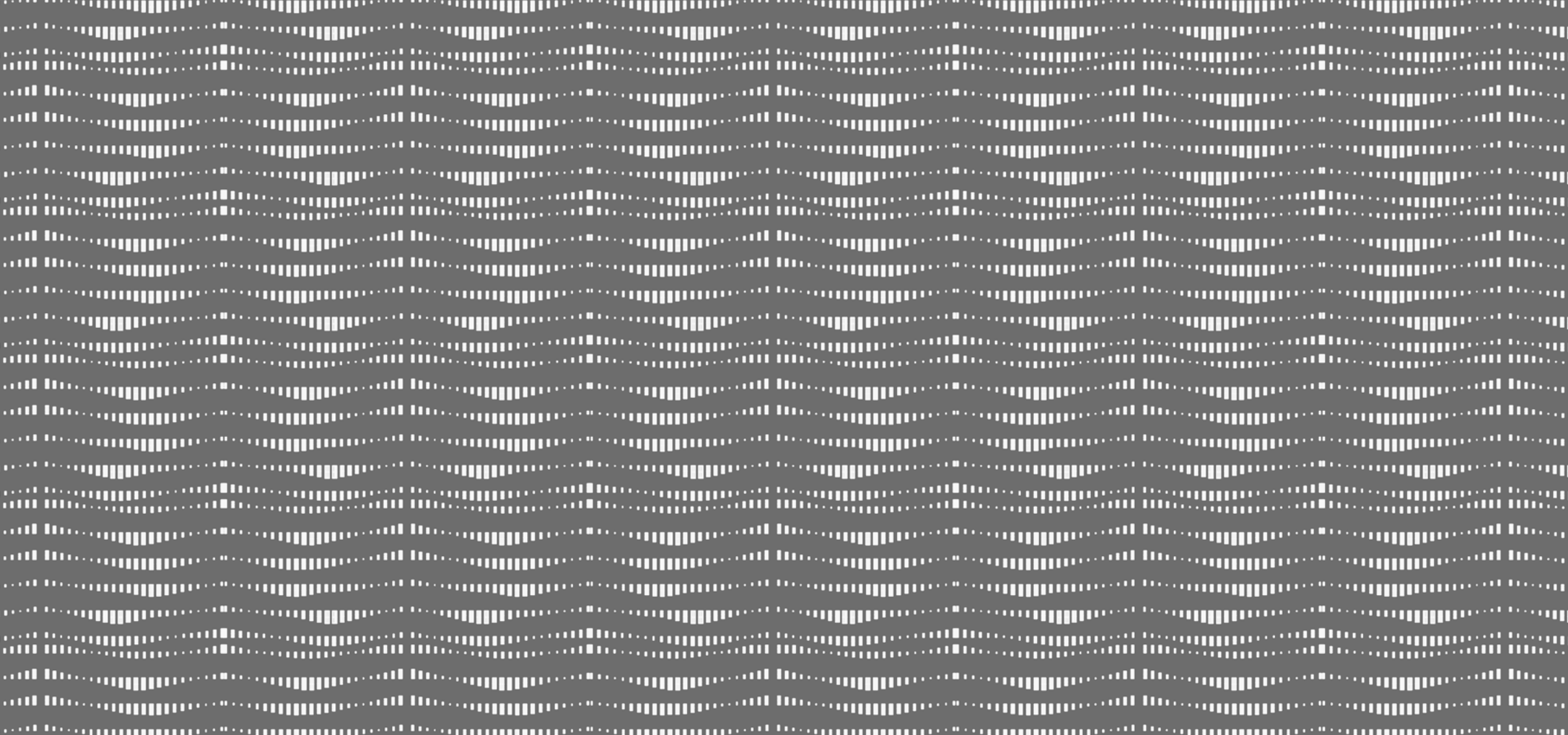
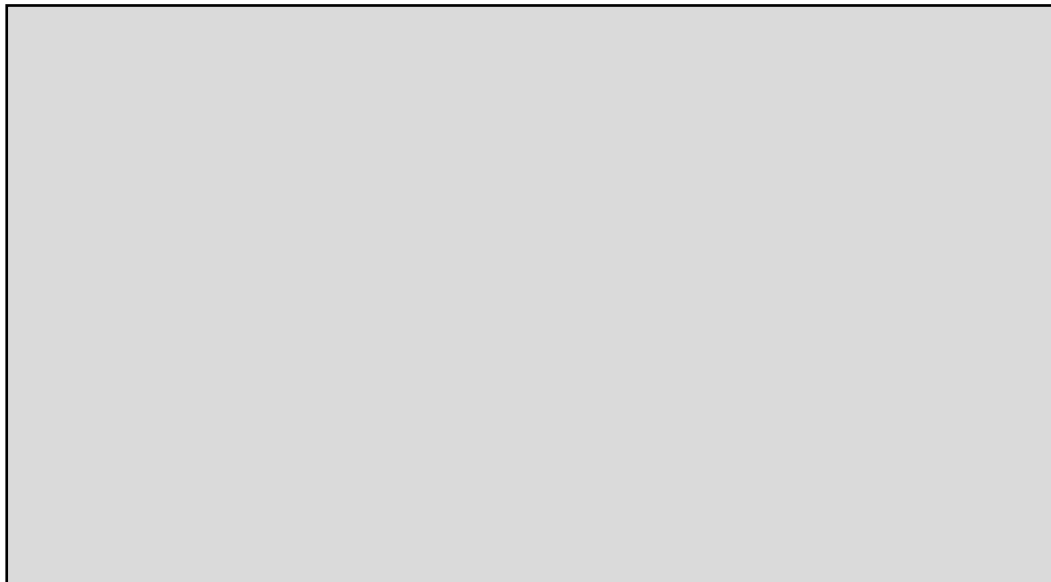


Figura 11: Correspondência entre componentes conectados no grasshopper e a representação gráfica do resultado dessa conexão no Rhino. Fonte: Produzida pela autora.



Criação de estampas a partir de poucos componentes

[ou veja no youtube](#)



Vídeo 1: Processo de criação de uma estampa de bolinhas (02:52). Fonte: Produzido pela autora.

Para iniciar as tentativas, decidi testar alguns comandos do programa que possuem neles mesmos o potencial de criar padrões gráficos. Como primeiro exemplo de como funciona o software, ao lado mostro a criação de uma das estampas mais tradicionais que conhecemos, o poá. Para isso, utilizei o componente de população de pontos, com o qual é possível preencher - ou popular - uma forma ou superfície com pontos distribuídos de forma randômica. Para transformar esses pontos em bolinhas para nossa estampa, é necessário apenas gerar círculos a partir desses pontos.

Como podemos lembrar, uma estampa corrida, para ser impressa em tecido por meios não digitais, precisa ter um módulo de reprodução. O retângulo no qual coloquei os pontos serve como os limites desse módulo e, ao multiplicá-lo, exponho como seria a repetição dele em uma superfície. Dessa forma, vejo também a conexão entre os módulos, com o intuito de escolher uma composição que não destaque essa divisão, e sim pareça uma continuação.

Além da população de pontos, o Grasshopper tem várias funções que facilitam a criação de padrões. Com a inserção de poucos componentes, já é possível formar uma variedade de estampas em potencial de forma extremamente simples. A maior preocupação nesses casos é a criação do módulo de repetição, que exige um cuidado na definição da área a ser ocupada pelos resultados dos componentes e a área a ser multiplicada, de forma que se consiga uma transição perfeita entre os limites dos módulos.

Nas próximas páginas apresento alguns exemplos de padrões formados por ferramentas automáticas do grasshopper conectados a uma delimitação de área para reprodução.

Figura 12: Exemplo de estampa criada a partir da multiplicação quadrada de um conjunto de linhas. Fonte: Produzida pela autora.

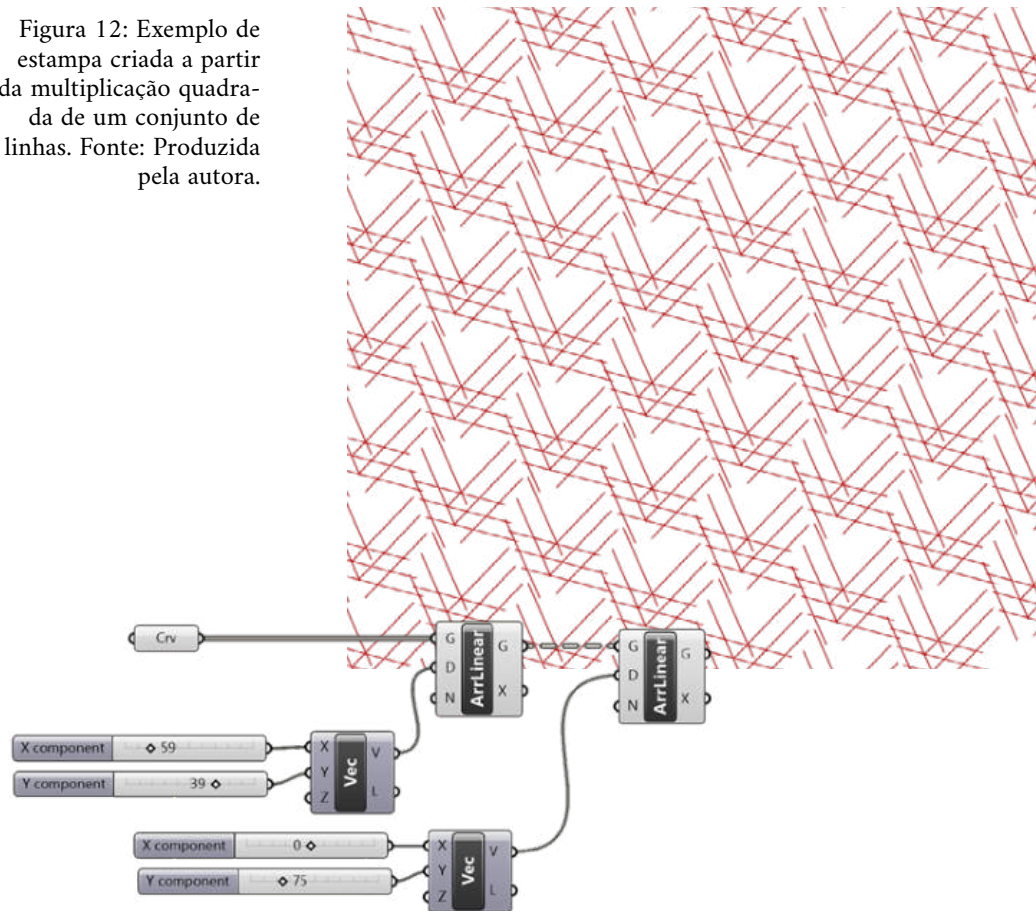


Figura 13: Exemplo de estampa criada usando o point attractor. Fonte: Produzida pela autora.

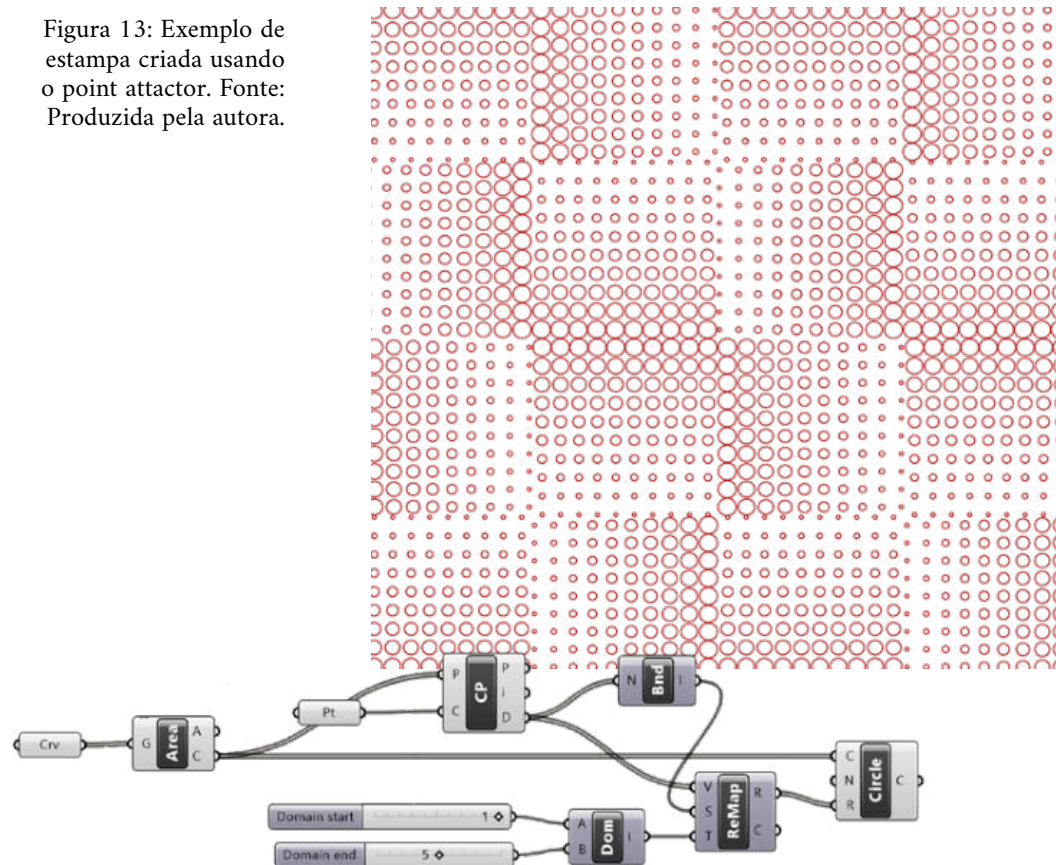


Figura 14: Exemplo de estampa criada com a ferramenta de Triangulação de Delaunay. Fonte: Produzida pela autora.

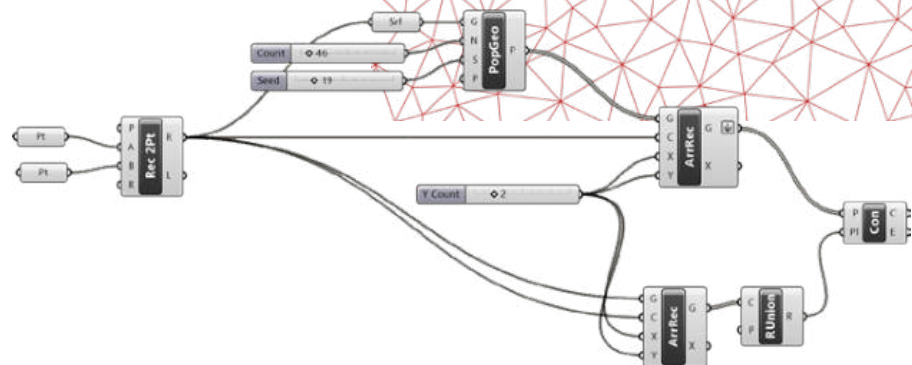
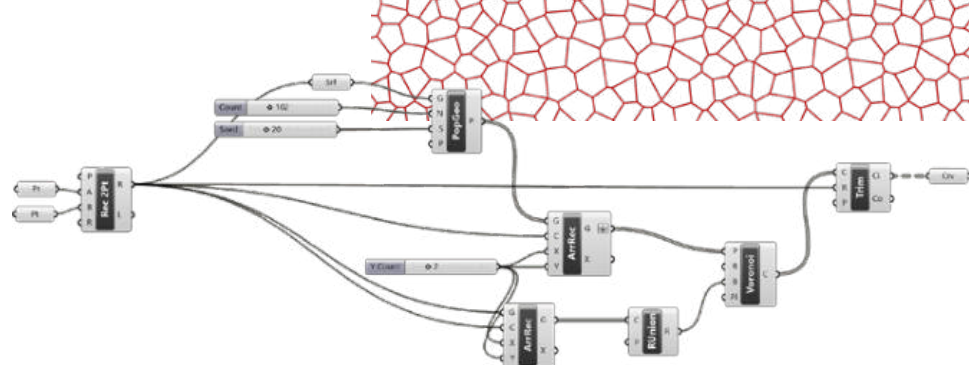


Figura 15: Exemplo de estampa criada com a ferramenta de Diagrama de Voronoi. Fonte: Produzida pela autora.



A primeira estampa mostrada (figura 12) foi feita a partir de talvez o mais simples dos métodos aplicados a criação de estampas, além de necessariamente estar presente em todas elas, a repetição - tem-se um elemento e ele é repetido em uma direção e intervalo definidos.

Um pouco mais complexo, o point attractor é uma das funções mais interessantes para a dinamização de padrões. Ele pode ser associado a qualquer geometria construída anteriormente, o que gera uma enorme variedade de resultados utilizando basicamente a mesma lógica. Tem-se um ponto e um conjunto de formas repetidas que formam um padrão, o valor da distância entre o ponto e cada uma das formas é o que define o tamanho dessas formas, de modo que aquelas mais próximas ao ponto são menores e as mais longe são maiores, ou ao contrário, por exemplo. O uso dessa ferramenta é exemplificado na figura 13.

Os padrões seguintes (figuras 14 e 15) mostram padrões formados pelas ferramentas de formação do Diagrama de Voronoi e de Triangulação de Delaunay, composições matemáticas já mencionados anteriormente, para as quais só é preciso uma população de pontos distribuídos de forma aleatória.

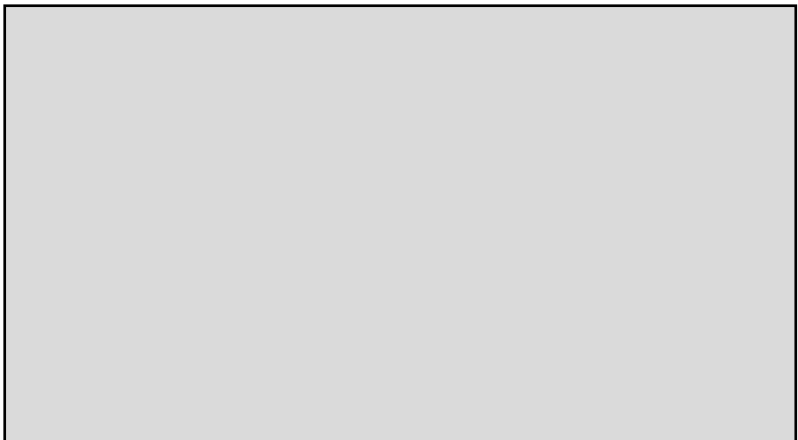
Também já citadas foram as ferramentas de criação de grids retangulares, quadrados, triangulares e hexagonais. Elas são outras funções que possibilitam a rápida criação de padrões de repetição de formas, como é demonstrado nos vídeos da página a seguir.

Eles se parecem com o comando de multiplicação e, no caso do grid quadrado ou retangular, podem ser substituídos pela multiplicação. Esse é um exemplo da multiplicidade

de alternativas e possibilidades de caminhos possíveis no grasshopper que podem alcançar um mesmo objetivo, seu uso dependendo unicamente das escolhas de quem usa o programa.

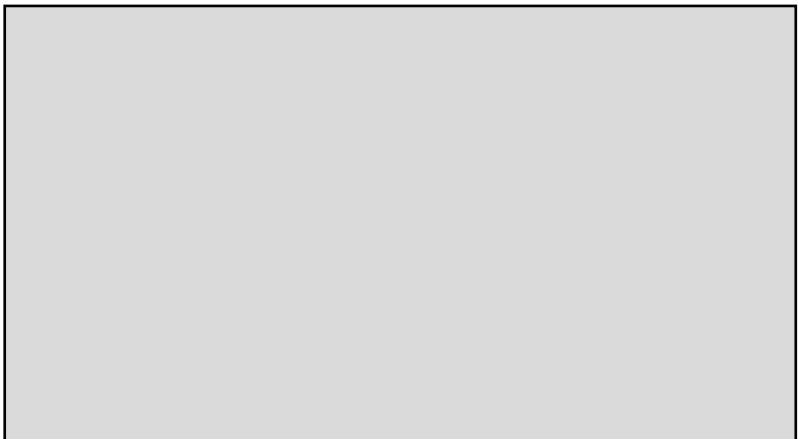
Em todos esses exemplos de padrões criados de forma tão simples pelo software pode ser levantada a reflexão do papel do designer na criação das peças. Para além do conhecimento de manejo do software, a importância da criatividade e inteligência humana pode ser questionada. A participação do designer aqui é concentrada principalmente na escolha das formas que serão os elementos da estampa e os valores dos tamanhos das formas, bem como a distância entre elas. Essa decisão pode ser definida por aleatoriedade ou algum outro parâmetro colocado no software, mas a decisão final sobre a factibilidade da estampa exige sensibilidade estética e conhecimento de mercado, dentre outros. As possibilidades de padrões são infinitas, e é necessário que se defina qual ou quais dos resultados gerados se tornarão de fato uma estampa. Como salienta Lupton (2008, p.9):

As ferramentas de software oferecem modelos de mídia visual, mas não nos determinam o que fazer com eles. É tarefa do designer produzir trabalhos que sejam relevantes em situações reais (público-alvo, contexto, objetivo, pauta, localização) e transmitam mensagens significativas e experiências ricas e palpáveis. Cada produtor anima as estruturas essenciais do design a partir de seu próprio lugar no mundo.



[ou veja no youtube](#)

Vídeo 2: Uso da ferramenta de grid quadrado (01:32).
Fonte: Produzido pela autora

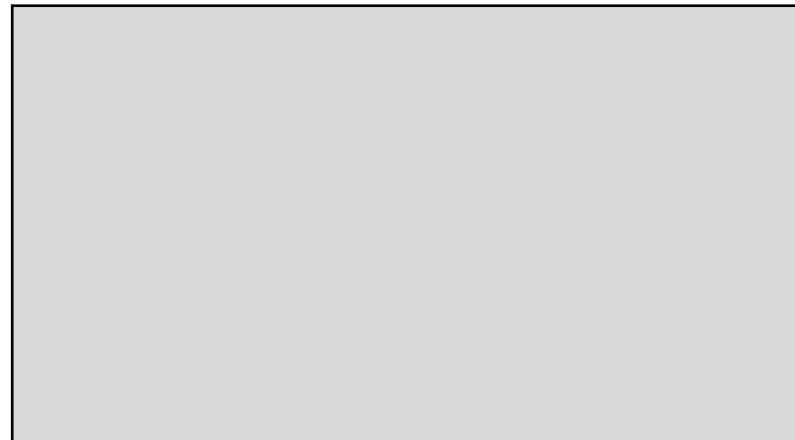


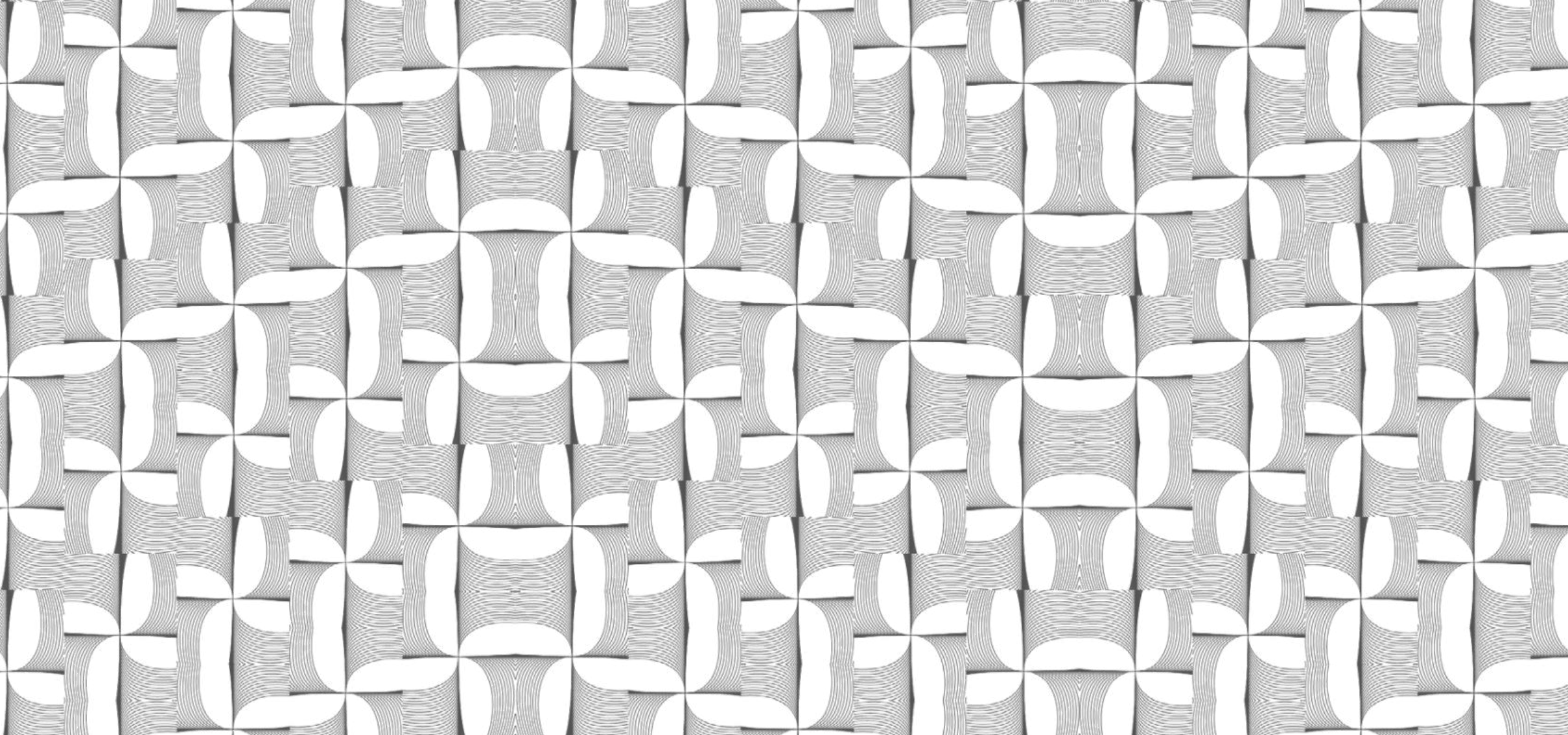
[ou veja no youtube](#)

Vídeo 3: Uso da ferramenta de grid triangular (01:04).
Fonte: Produzido pela autora

[ou veja no youtube](#)

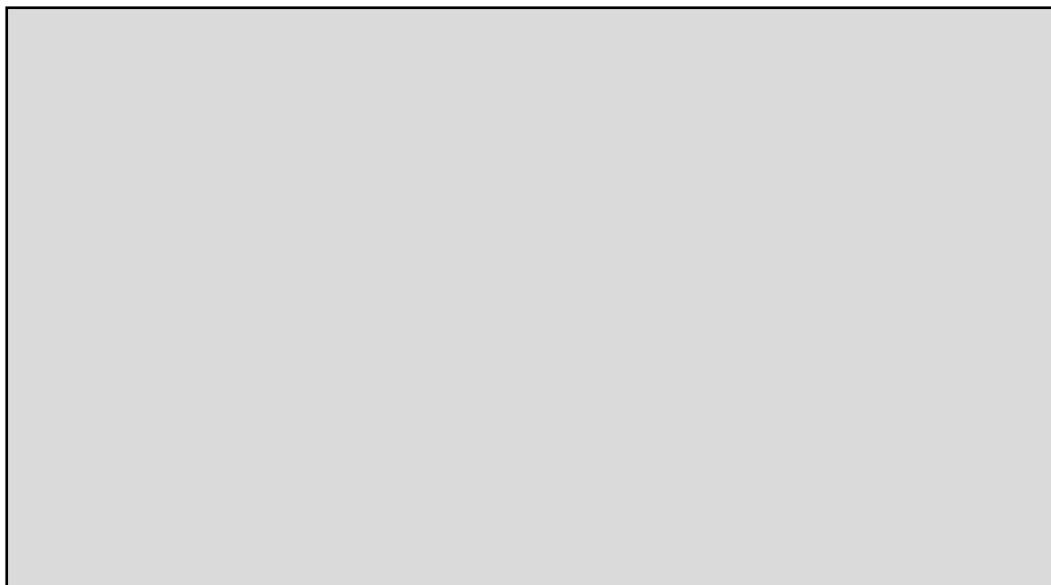
Vídeo 4: Uso da ferramenta de grid hexagonal (00:48).
Fonte: Produzido pela autora





Criação de estampas com mais componentes

ou veja no youtube



Vídeo 5: Variação de parâmetros em uma tesselação (00:59). Fonte: Produzido pela autora.

Lembremos o que foi estudado e exposto no capítulo de estamparia, geometria e parametrização, sobre as tesselações, as composições de polígonos que se encaixam de forma a poder ocupar infinitamente um plano. A construção do conjunto de polígonos no software é simples, e, mantendo o formato das figuras, não há muito o que variar, já que todas as arestas dos polígonos devem ser do mesmo tamanho. Assim, para a determinação de quais parâmetros seriam aplicados nesse estudo, foi usado o Método de Hankin como explicado por Kaplan (2005). No método, utiliza-se tesselações para a criação de padrões encontrados na arte islâmica, através da transformação dos polígonos regulares das tesselações em estrelas, como exposto no vídeo 5.

O vídeo mostra como, a partir de alguns parâmetros variáveis colocados em uma mesma construção geométrica simples, é possível alcançar uma diversidade muito grande de padrões. Tendo estruturado os componentes para a criação desses parâmetros, isso é facilmente transportado e aplicado a outras construções geométricas. Assim, é possível desenhar outras tesselações e conectá-las à construção de componentes no grasshopper que gera aqueles parâmetros, e a partir daí gerar mais inúmeras possibilidades de estampas com um mínimo esforço.

O programa também possui muitos métodos de criação de curvas a partir de diferentes associações de componentes. Mais complexos que as relações construídas nos exemplos anteriores, os casos a seguir requerem um maior conhecimento das ferramentas disponíveis no software e a habilidade adquirida de imaginar os desenhos resultantes de associações entre elas.

Figura 16: Exemplo de estampa criada a partir da ferramenta de campo magnético. Fonte: Produzida pela autora.

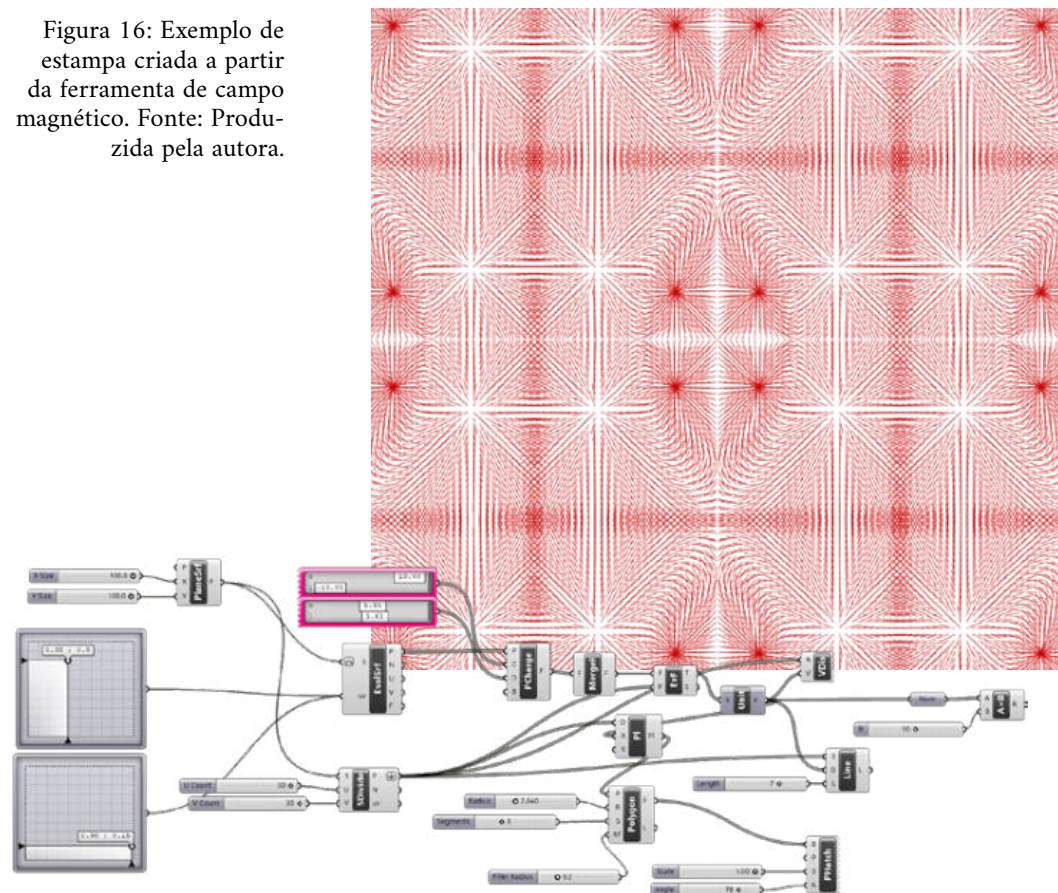


Figura 17: Exemplo de estampa criada com múltiplos point attractors. Fonte: Produzida pela autora.

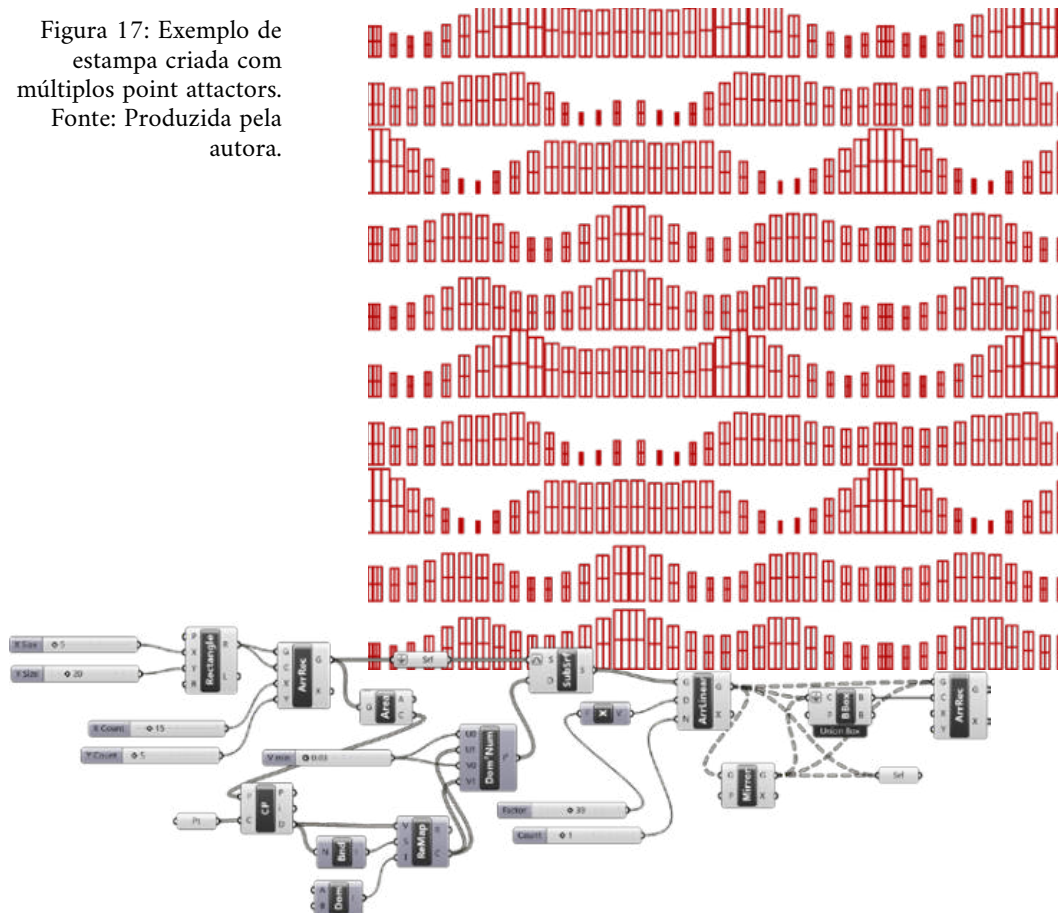
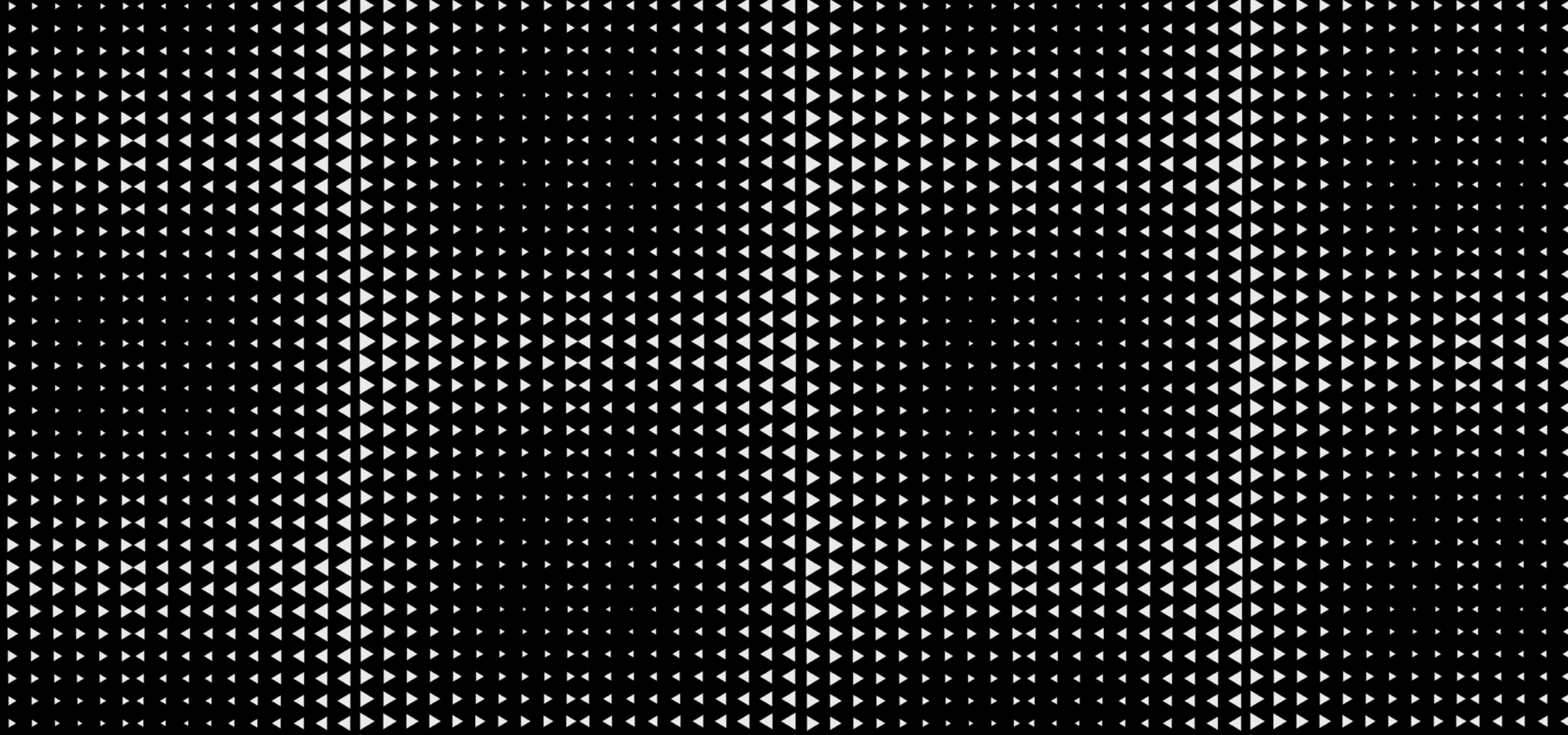


Figura 18: Exemplo de estampa criada usando as ferramentas de maelstrom e bezier span.

Figura 19: Exemplo de estampa criada formando curvas de bezier entre curvas desenhadas randomicamente. Fonte: Produzida pela autora.



Criação de estampas figurativas

As ferramentas do software e a facilidade de desenho fazem com que as padronagens geométricas ou compostas por curvas produzidas matematicamente sejam aquelas que intuitivamente são feitas primeiro. No entanto, grande parte das estampas produzidas e consumidas no mundo são figurativas, com elementos que representam folhagens, animais ou objetos da vida cotidiana. Por isso, tentei produzir um exemplo desses padrões usando o Rhino e grasshopper.

As figuras geradas pelo grasshopper são criadas a partir de formas e curvas matemáticas ou da conexão entre pontos. Esses pontos podem ser definidos aleatoriamente, a partir de outros elementos ou pela pessoa que opera o programa. Para desenhar uma estampa figurativa, é necessário escolher figuras geométricas e seguir criando alterações a partir delas, até que o resultado obtido se pareça com uma representação gráfica - estilizada ou não - de algo real, por exemplo, uma folhagem. Trata-se, pois, de um movimento duplo de descontextualização e recontextualização, retirando-se ou acrescentando um item numa figura geométrica original e modificando-a de forma a que torne uma figura que lembra um ser ou objeto de vida real. Isso faz com que o processo de criação de uma estampa figurativa tenha muito mais passos do que outras estampas. O resultado vai ser uma figura criada matematicamente, com padrões observáveis; contudo, é possível modificar a figura obtida ao se colocar falhas ou diferenças de forma randômica.

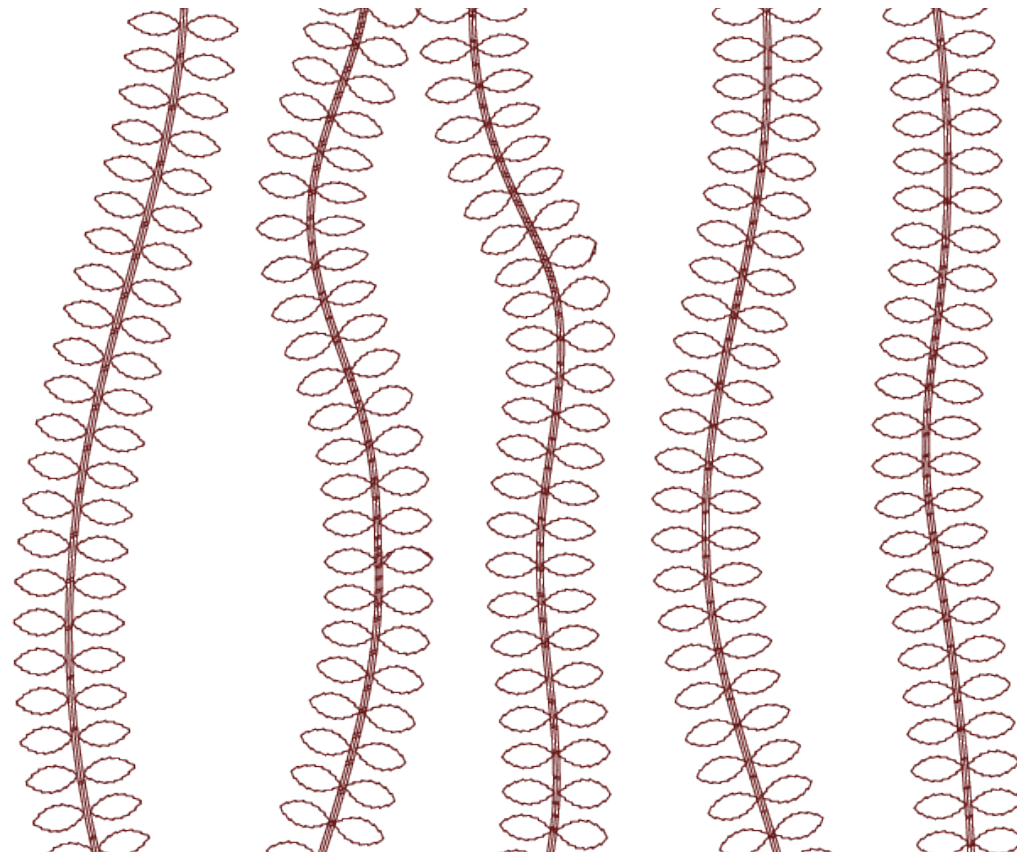


Figura 20: Estampa de folhagem. Fonte: Produzida pela autora.

No caso desse desenho, as folhas foram criadas a partir de uma curva catenária que foi espelhada para configurar o formato da folha. As “serrinhas” da folha são linhas de conexão entre pontos distribuídos nessas catenárias e outros pontos estabelecidos em uma outra dupla de curvas catenárias criadas em uma escala menor dentro da folha. As curvas – os ramos nos quais estão as bases das folhas – foram desenhadas manualmente no Rhino, e só então linkadas no grasshopper. Essa foi a forma mais simples que encontrei de inserir na estampa uma forma orgânica, gerada de forma casual. Isso indica a dificuldade de criar, de forma programada e matemática, desenhos que manualmente são muito mais simples de serem alcançados.

Por isso, nas situações em que o resultado desejado possua uma característica mais natural ou incidental, talvez os métodos mais tradicionais de criação de estampas sejam ainda a melhor opção. Isso porque os incidentes ocorreriam espontaneamente, enquanto no grasshopper eles teriam que ser propositalmente inseridos na construção.



Figura 21: Detalhe da construção das folhas. Fonte: Produzida pela autora.



Figura 22: Estrutura de componentes no grasshopper - folhagem. Fonte: Produzida pela autora.

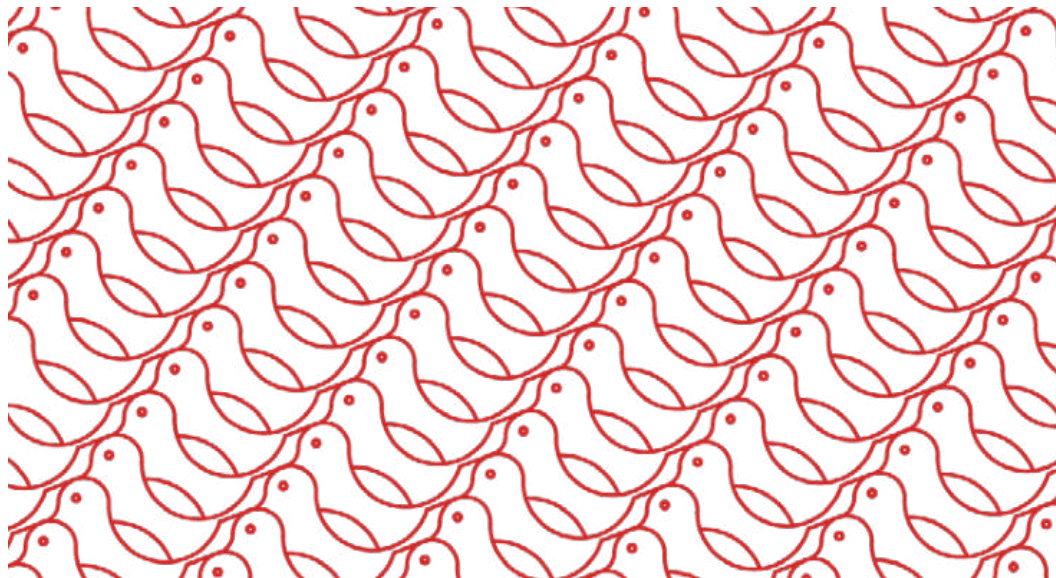


Figura 23: Estampa de passarinhos. Fonte: Produzida pela autora.

Outra tentativa de estampa figurativa foi feita utilizando a técnica do Envelope, explicada previamente. Aqui, uma figura de pássaro foi criada a partir de arcos formados entre alguns pontos. Apesar de utilizar da facilidade do programa em repetição e de mudança automática do conjunto provocada por uma mudança pontual, assim como no exemplo anterior me pareceu possivelmente mais viável criar o desenho de forma manual.

Figura 24: Detalhe de construção do passarinho. Fonte: Produzida pela autora.

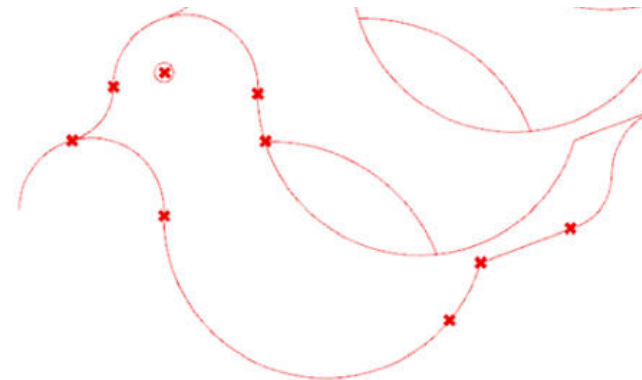
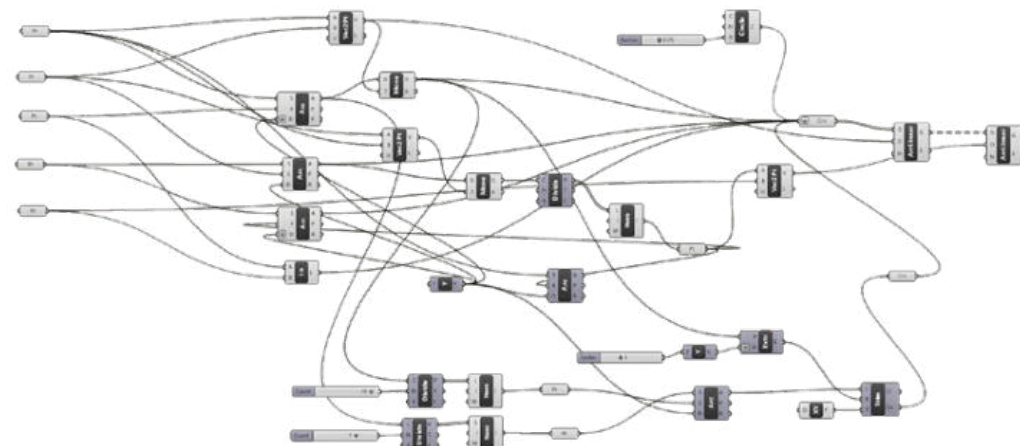
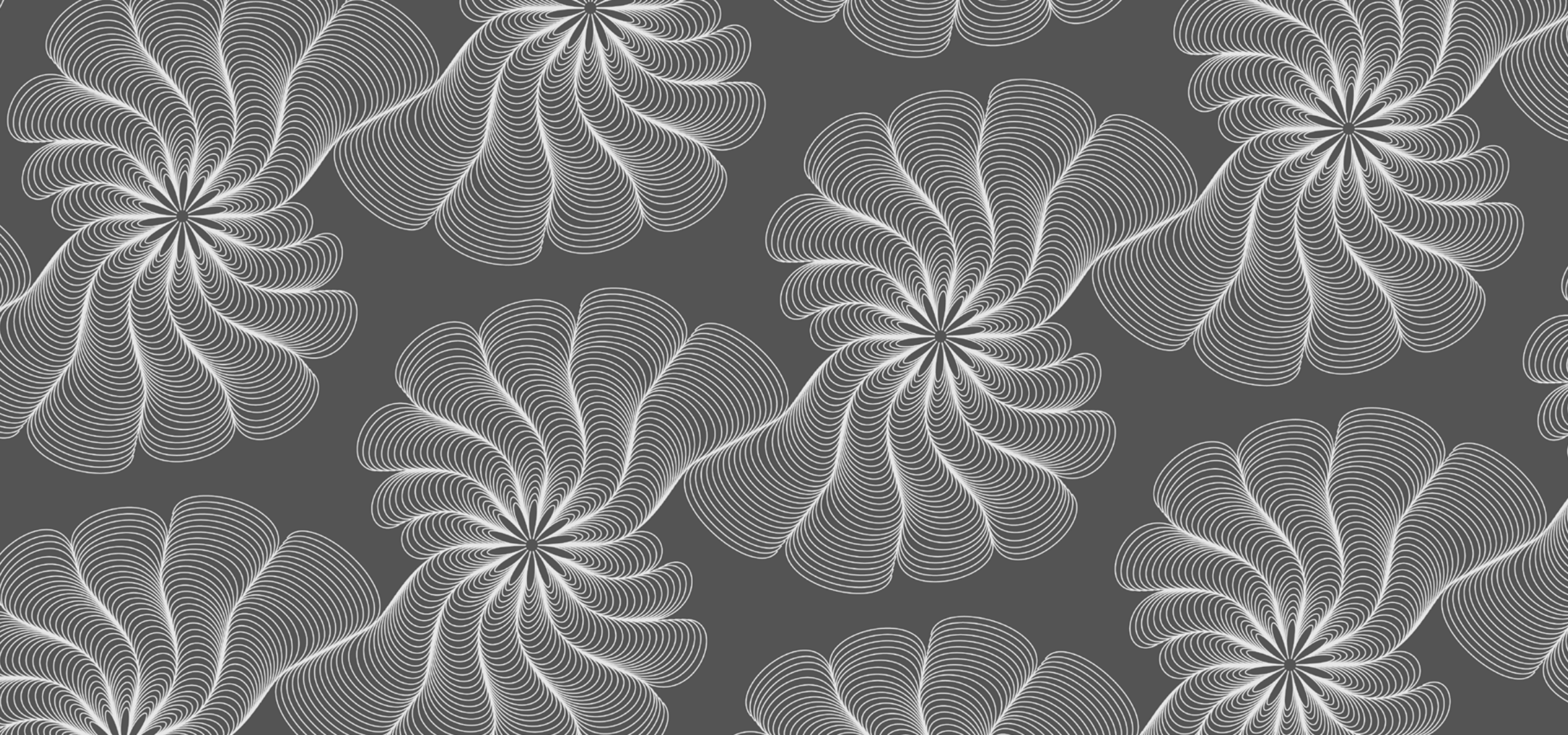


Figura 25: Estrutura de componentes no grasshopper - passarinhos. Fonte: Produzida pela autora.





Até o momento, foram exploradas figuras situadas apenas no plano XY do ambiente de construção do Rhino. Como já exposto, esse programa foi concebido e é usado principalmente para a modelagem tridimensional. Nessa etapa do trabalho, decidi portanto testar a criação de elementos tridimensionais para a composição de estampas, visto que, ainda que estas continuem bidimensionais, é possível dar um efeito de volume em seus elementos. Observemos que, segundo Wong (2010) citado por Cavalcanti (2014), o plano, caracterizado por ser bidimensional, define os limites externos de um volume, enquanto o volume compreende “A trajetória de um plano em movimento (em outra que não a sua direção intrínseca) se torna um volume.” (p.42). Assim, a estampa continua bidimensional, mas representada no espaço tridimensional XYZ, ela poderia sofrer uma alteração que dá uma impressão de que possui volume. No software, isso significa transformar as curvas em superfícies e essas superfícies em BReps (boundary representation objects), uma representação de sólidos tridimensionais.

Mas, como as pinturas barrocas deixam evidente, o que dá a sensação de tridimensionalidade a uma figura plana é luz e sombra, a mudança de luminosidade nas cores que preenchem a forma. Existe no Rhino a possibilidade da ativação de uma fonte de luz que virtualmente iluminaria os sólidos presentes no seu espaço de trabalho. Assim, a criação feita no grasshopper deveria ser transposta para o Rhino e nele estabelecida a visão desejada para que, a partir dessa perspectiva específica, fosse criado o elemento da estampa.

Devemos lembrar que, na realidade, essas criações estão expostas na tela do computador, isso é, em um plano. Ainda que exista, no programa, a representação de pontos nos eixos X,Y e Z, a visualização dos elementos gráficos criados é sempre bidimensional. Isso facilita a visualização daquilo que está sendo construído como um padrão sempre plano, facilmente transformado em estampa. Dessa maneira, o fato da geometria construída ocupar pontos no espaço XYZ e podermos girar ao seu redor, modificando o ponto de vista pelo qual observamos o objeto, fornece uma quantidade ainda maior de possibilidades de padrões, já que as perspectivas se multiplicaram.

Nos experimentos produzidos aqui escolhi não ativar a fonte de luz do Rhino, pois nesse primeiro momento não queria trabalhar com cores. Assim, mantive apenas como curvas o que foi criado no grasshopper. No vídeo 6, a seguir, é possível observar a potencialidade da criação de diferentes padrões como consequência das variações de parâmetros em conjunto tridimensional de curvas e das mudanças da visão que se tem desse conjunto.

Ao seu lado, mostro também duas estampas criadas a partir de uma mesma construção, de forma que apenas a mudança de perspectivas definidas no Rhino gerou a diferença nos resultados. É possível pensar que esses mesmos produtos poderiam ser alcançados trabalhando somente em um plano, mas, para isso, teriam que ser feitos processos individuais de construção de relações entre componentes, o que mostra a vantagem da elaboração de elementos tridimensionais.



Vídeo 6: Variação de parâmetros em um padrão de representação tridimensional (01:27). Produzido pela autora.

ou veja no youtube

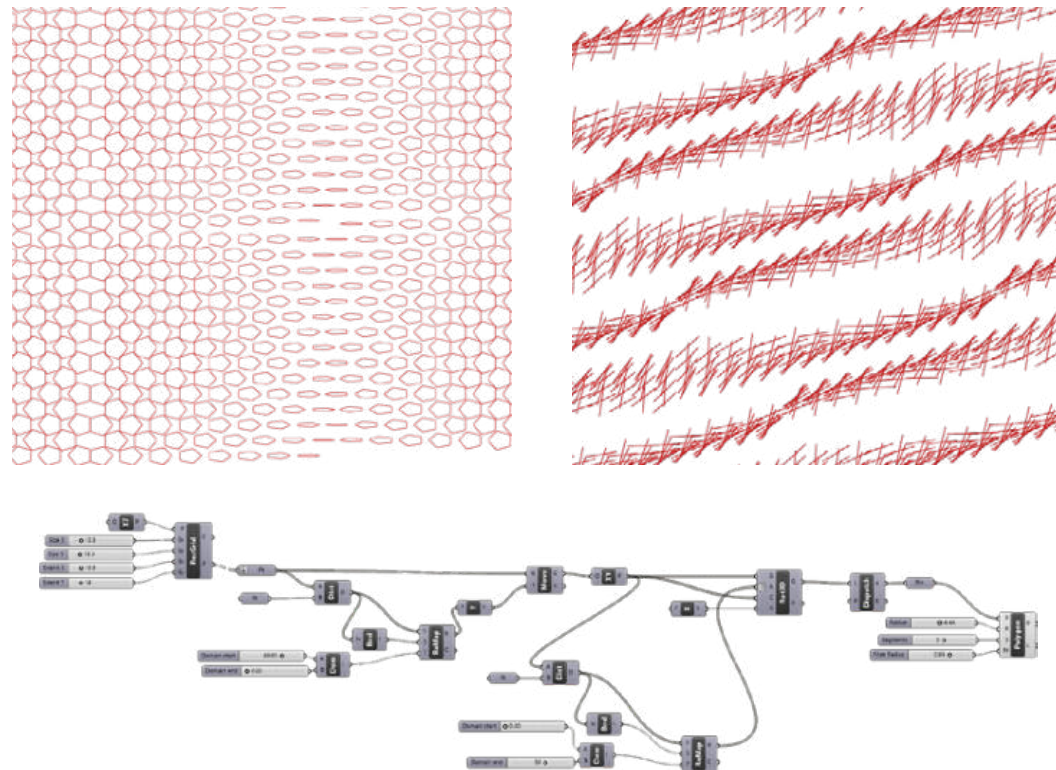
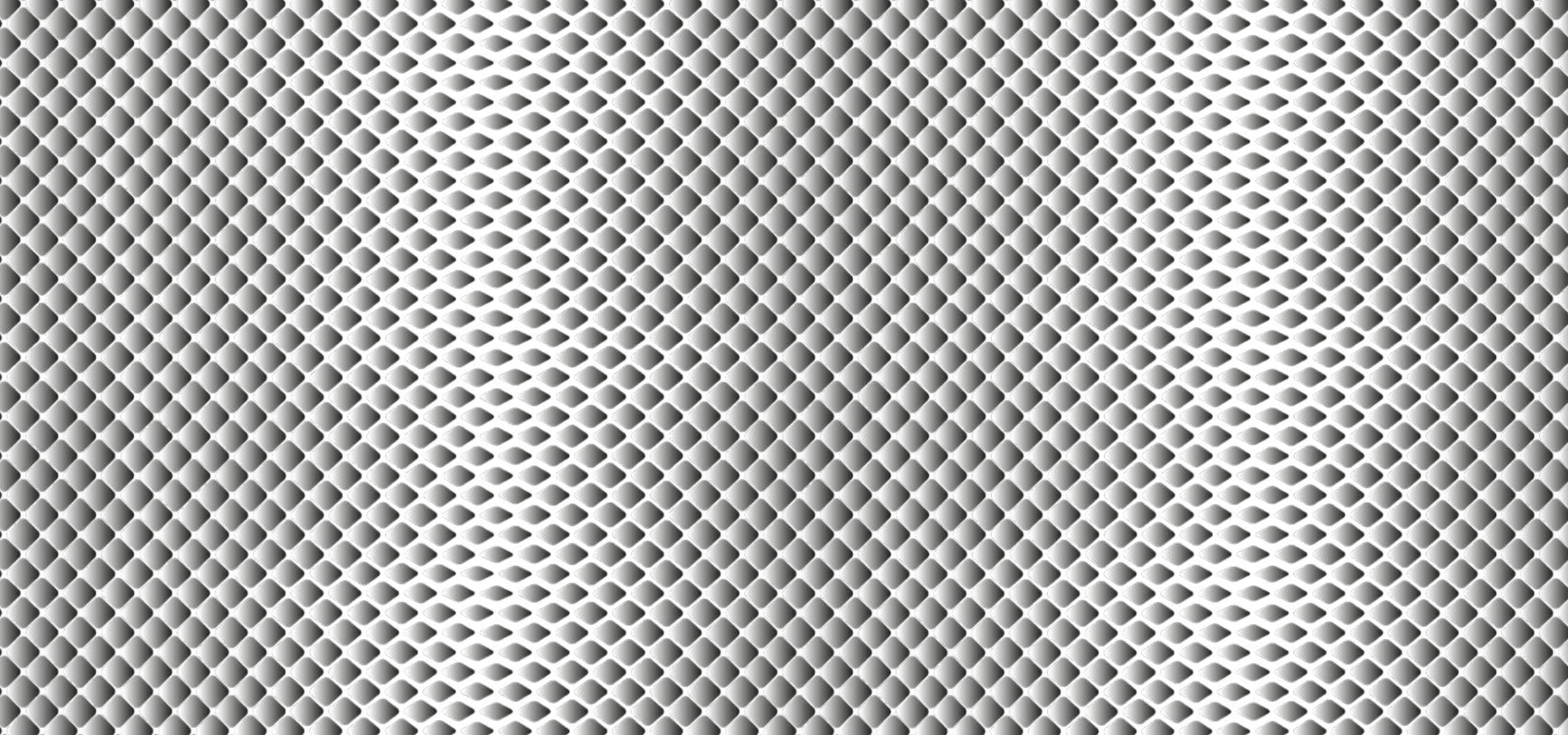


Figura 26: Exemplos de estampas criadas a partir de uma mesma construção de representação tridimensional. Fonte: Produzida pela autora.

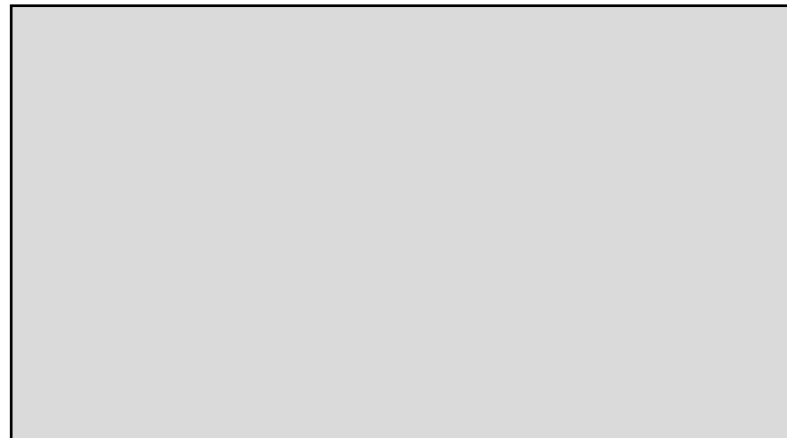


Testes de cores

O Grasshopper não pretende fornecer uma variedade de acabamentos; ele foca em testes e visualizações básicas. Isso é demonstrado, além da pouca quantidade e simplicidade dos componentes de customização de cores, também pela falta de outputs dos componentes de customização, sendo impossível trabalhar e desenvolver a geometria construída de modo colorido. Entretanto, o grasshopper consegue colorir elementos e ele também é capaz de gerar gradientes de cores que se relacionam com alguma parte do que foi construído, se for desejado.

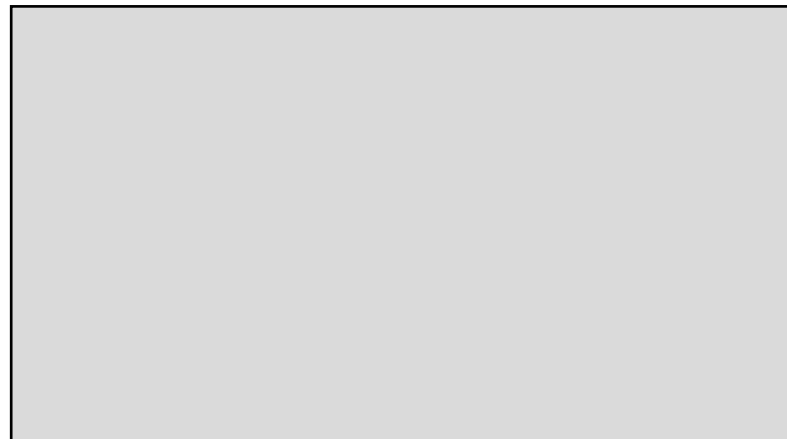
Mas o conjunto de componentes formadores dos elementos da estampa já podem ser bastante pesados para o programa. Quando é adicionado o comando de colorir os seus elementos, a velocidade e suavidade das mudanças são bastante reduzidas. É possível ver a demora na atualização do processo nos vídeos acima, mesmo com a velocidade acelerada.

O Rhino, por outro lado, possui certa variedade e possibilidades de alteração em cor e texturas. Assim, depois de considerado pronto o que foi feito no grasshopper, pode-se “assar” (bake) o que foi construído e customizá-lo no Rhino. Essa customização não é paramétrica, por isso, preferi fazer a finalização das estampas no Adobe Illustrator, assim como poderia ter escolhido qualquer outro software adequado para a pintura de objetos digitais.



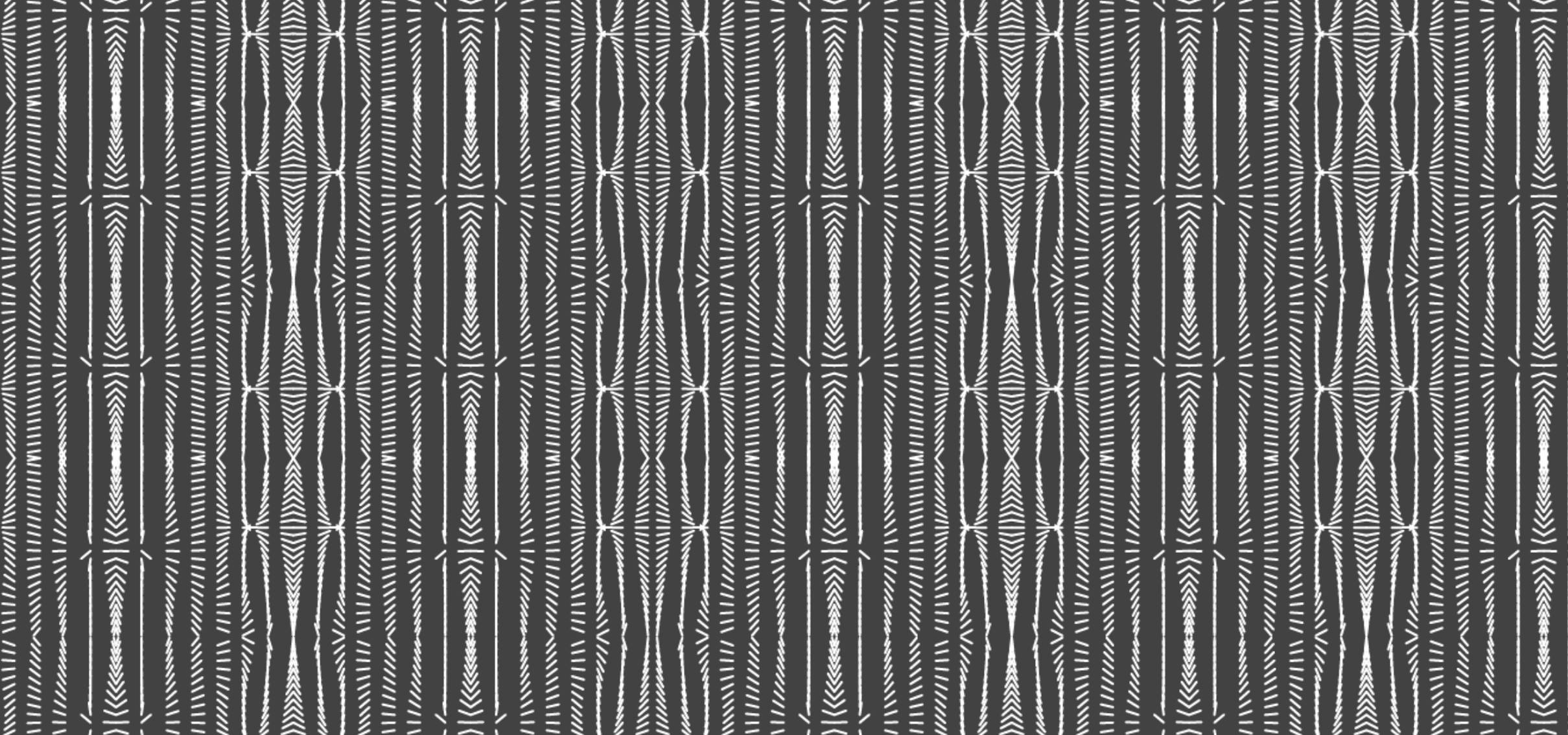
[ou veja no youtube](#)

Vídeo 7: Exemplo 1 de coloração no grasshopper (00:53).
Produzido pela autora



Vídeo 8: Exemplo 2 de coloração no grasshopper (00:42).
Produzido pela autora.

[ou veja no youtube](#)



O fim do processo

O comando de salvar um arquivo do Rhino é extremamente amplo. É possível, diretamente dele, salvar o que foi feito em um formato adequado para a leitura em muitos outros programas e máquinas, como de corte a laser ou impressão 3D, por exemplo. No caso dos desenhos feitos para esse trabalho, os arquivos foram salvos em .ai, o formato nativo do Adobe Illustrator. A possibilidade de salvar diretamente nesse formato é mais vantajosa do que converter externamente os arquivos porque dessa forma são guardadas as informações do modelo, como as camadas de cada objeto ou suas cores exatas.

Com os padrões desenhados, o módulo de repetição definido, as cores e texturas aplicadas o arquivo está pronto, mas ainda não é realmente uma estampa têxtil se não está executada em um tecido. Então, seguindo-se as experimentações, resta descobrir como passamos o desenho do computador para um tecido.

As formas de aplicação de padrões em tecidos, como vimos, variaram bastante ao longo da história e ainda podem ser muitas. Nos dias de hoje, em uma estamparia industrial, que fornece grandes quantidades de um tecido estampado para fabricantes de roupas, essa estampa provavelmente seria impressa por meio de cilindros. A impressão digital, no entanto, está ganhando espaço, uma vez que ela tem-se mostrado um importante caminho para satisfazer as necessidades, tanto dos clientes, quanto de um mercado “onde a moda e o comportamento ajudam a ditar o ritmo das inovações e os consumidores exigem a comercialização de artigos com uma grande variedade de cores e desenhos (motivos)” (YAMANE, 2008, p. 109).

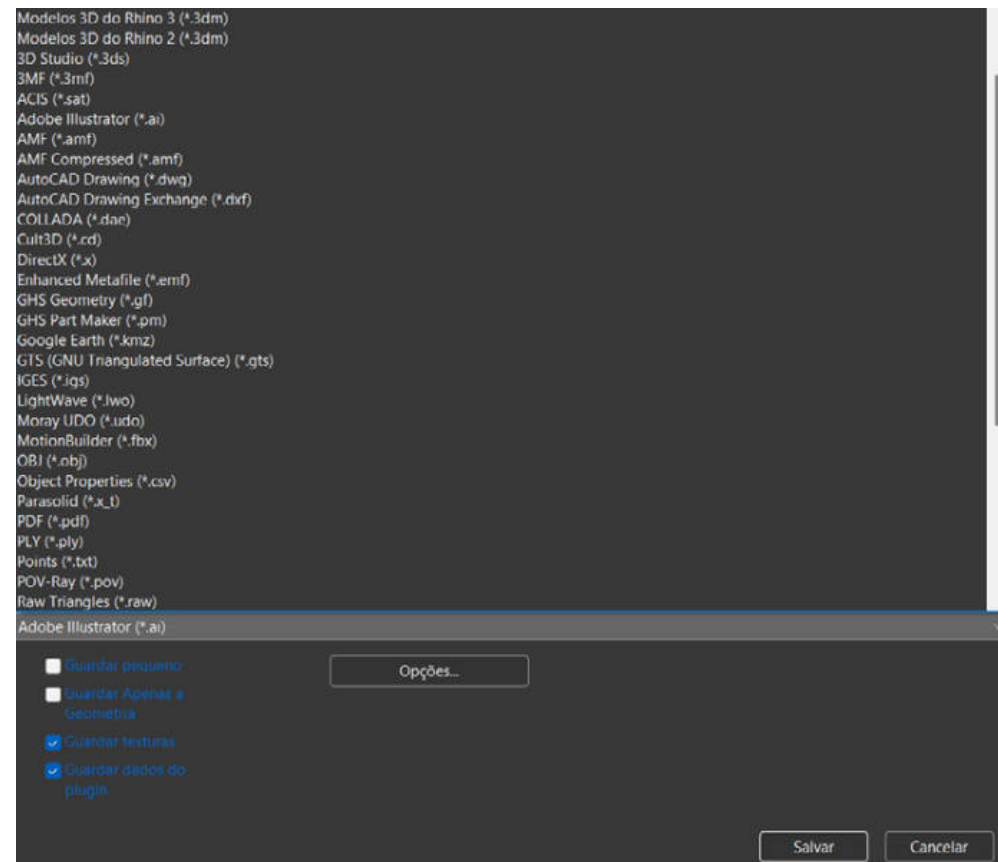


Figura 27: Possibilidades de formato de arquivo para salvamento. Fonte: Produzida pela autora.

Consideremos portanto que as estampas produzidas nesse trabalho seriam impressas digitalmente. Em uma breve pesquisa na internet, é possível encontrar algumas empresas, como a Avro Store ou a Panólatras, que oferecem o serviço de imprimir digitalmente em um tamanho e tecido de sua escolha a sua própria estampa. Ao encomendar a impressão de sua estampa, você deve também escolher a forma com que o módulo de repetição será reproduzido ao longo da superfície do tecido e qual tecido será esse. Nos sites é possível informar-se sobre o formato do arquivo a ser enviado, além da resolução e tamanho recomendados. Certamente, a configuração da impressora requer algum conhecimento para que alcance os resultados desejados, mas, a princípio, um simples arquivo PDF é o que se precisa para imprimir uma estampa.

Posição da Estampa:

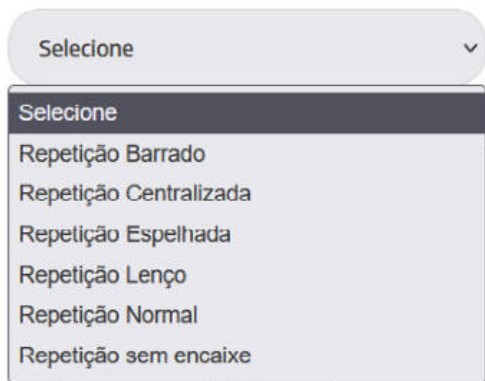


Figura 28: Opções de padrão de repetição da estampa. Fonte: www.avrostore.com.br

Seu arquivo precisa atender os seguintes padrões:

- Resolução: 150dpi.
- Formato: JPG
- Modo de cor: CMYK.
- Arquivo no tamanho exato do tecido a ser estampado (Ex.: 1,00m x 1,40m ou 2,00m x 1,40m).
- Caso sua estampa seja uma repetição, você pode nos enviar o Rapport. [Clique aqui](#) para saber como criar um Rapport.

E você pode enviá-lo por:

E-MAIL

WE TRANSFER

Figura 29: Orientações de envio do arquivo de estampa para impressão digital 1. Fonte: www.panolatras.com.br

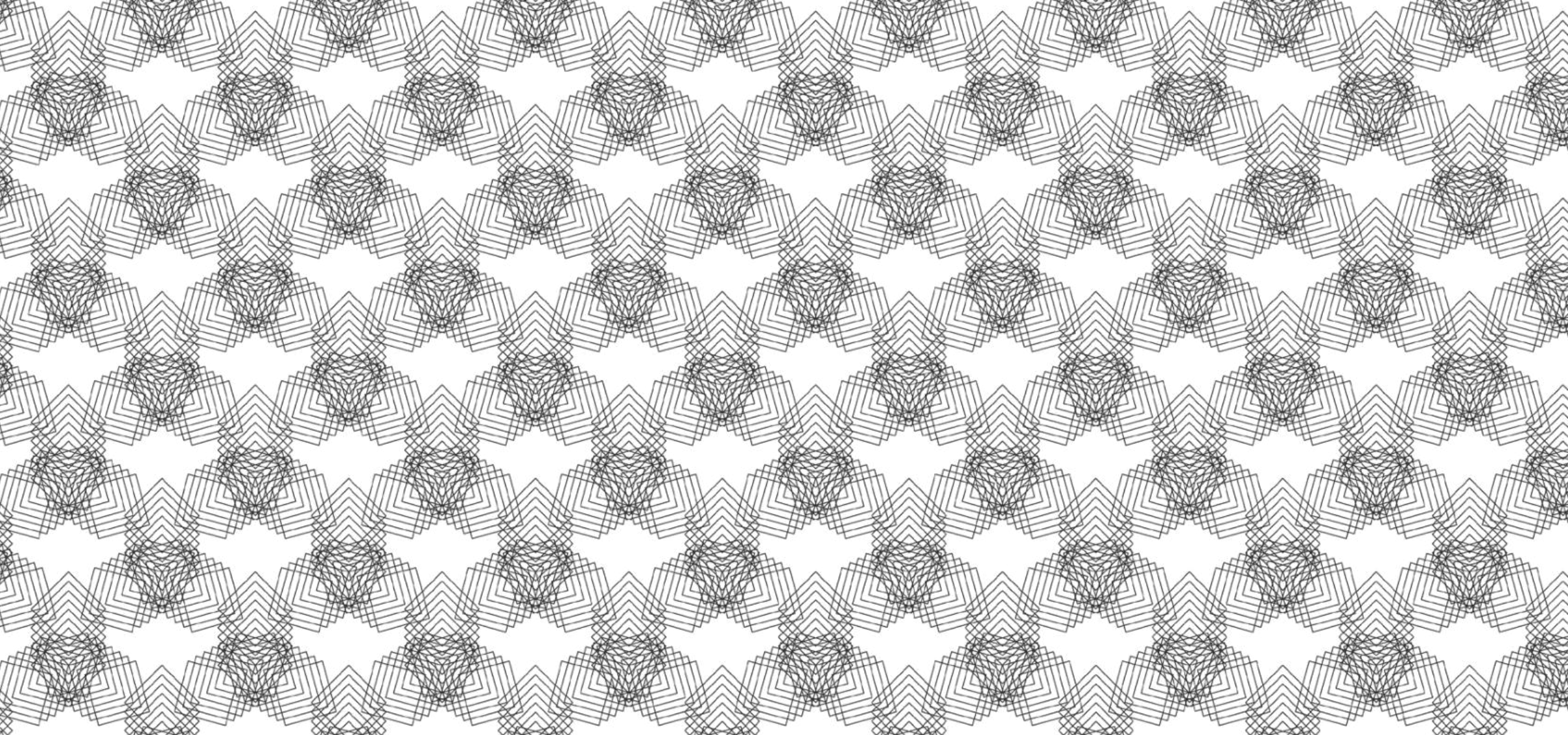
Enviar seu arquivo no seguinte formato:

Formatos: JPG, TIF, PNG, PDF, PSD.

Tamanho máximo do arquivo: 100Mb.

Resolução recomendada de no mínimo 150 DPI.

Figura 30: Orientações de envio do arquivo de estampa para impressão digital 2. Fonte: www.avrostore.com.br



Considerações finais

Nos últimos anos, foram observadas profundas mudanças relativas à moda e à indústria têxtil; algumas dessas transformações estão relacionadas à impressão digital e ao design paramétrico. Estudos citados ao longo deste trabalho - entre os quais destaco Laschuk (2017) - indicam que a impressão digital coloca a possibilidade de customização na hora da compra, ou mesmo de o consumidor criar sua própria estampa para a roupa que está comprando. Por sua vez, a programação paramétrica estabelece uma comunicação entre a pessoa e a máquina, modificando o processo de geração de estampas. Os modelos matemáticos são capazes de indicar ao computador, de forma precisa, os movimentos das linhas que serão impressas no tecido. Assim, a manipulação de variáveis pelo designer pode gerar novos padrões contribuindo para o surgimento de várias propostas não projetadas. A facilidade de alterações de parâmetros que definem os elementos também gera uma quantidade enorme de padrões em um mínimo espaço de tempo, facilitando o trabalho do designer.

As inovações tornam possível a uma pessoa escolher não só o tamanho ou a cor de uma peça, mas criar a estampa que viria nela, impressa unicamente para ela. Há que se reconhecer, entretanto, que as estampas criadas podem também nunca ser impressas, mas fazer parte de um guarda-roupa virtual. De fato,

O design de produto ou product design, que conhecíamos originalmente, não se restringe mais ao produto como objeto mas sim abrange o produto como resultado do processo de design, seja ele físico ou digital, material ou imaterial, concreto ou abstrato, tangível ou intangível, assim como o produto é o resultado da multiplicação, no âmbito da matemática. Multiplicação, esta, de saberes e conhecimentos diversificados voltados à inovação e ao desenvolvimento de novas soluções para os problemas que vão se tornando cada vez mais complexos. (ALQUEZAR FACCA, 2020, p. 56)

Nesse contexto, há que se pensar sobre as possibilidades para a estampa no vestuário digital de avatares para assumir a identidade virtual de uma pessoa, em ambientes no qual não há contato físico entre os participantes não é necessário, mas uma identidade virtual seja importante para promover relações e associações.

A criação desta identidade no mundo virtual carrega em si, o poder de se reinventar a qualquer momento e empregar em seu corpo virtual aparatos visuais de acordo com a sua imaginação, e assim, o participante consome ou produz peças de roupas que funcionarão com a mesma conotação do mundo real, modificando a maneira como os outros usuários irão interagir com ele. (ROCHA, 2007, s/n)

Outra possibilidade crescente para o vestuário digital, no universo virtual, é o metaverso, como revelou a Metaverse Fashion Week, na qual as grifes exibiram looks digi-

tais em avatares nas passarelas virtuais, em março deste ano. O evento, totalmente digital, contou não só com grifes nativas digitais, como The Fabricant, Auroboros e DressX, mas também com consagradas grifes, como Tommy Hilfiger, Dolce & Gabbana e Elie Saab.

“O mais interessante na MVFW é a grande adesão de marcas muito amplas e com uma participação expressiva no mercado tradicional a um varejo digital, numa nova dinâmica. Os consumidores puderam comprar peças exclusivas para os seus avatares, e também itens físicos, adquiridos dentro do metaverso e entregues presencialmente”, destaca Carol Garcia, professora do curso de design de moda da Belas Artes. (STORCH, 2022)

Como mostrado ao longo deste trabalho, o grasshopper pode ser uma ferramenta interessante para a produção de estamparias, inclusive para peças exclusivas, sejam para pessoas sejam para avatares.

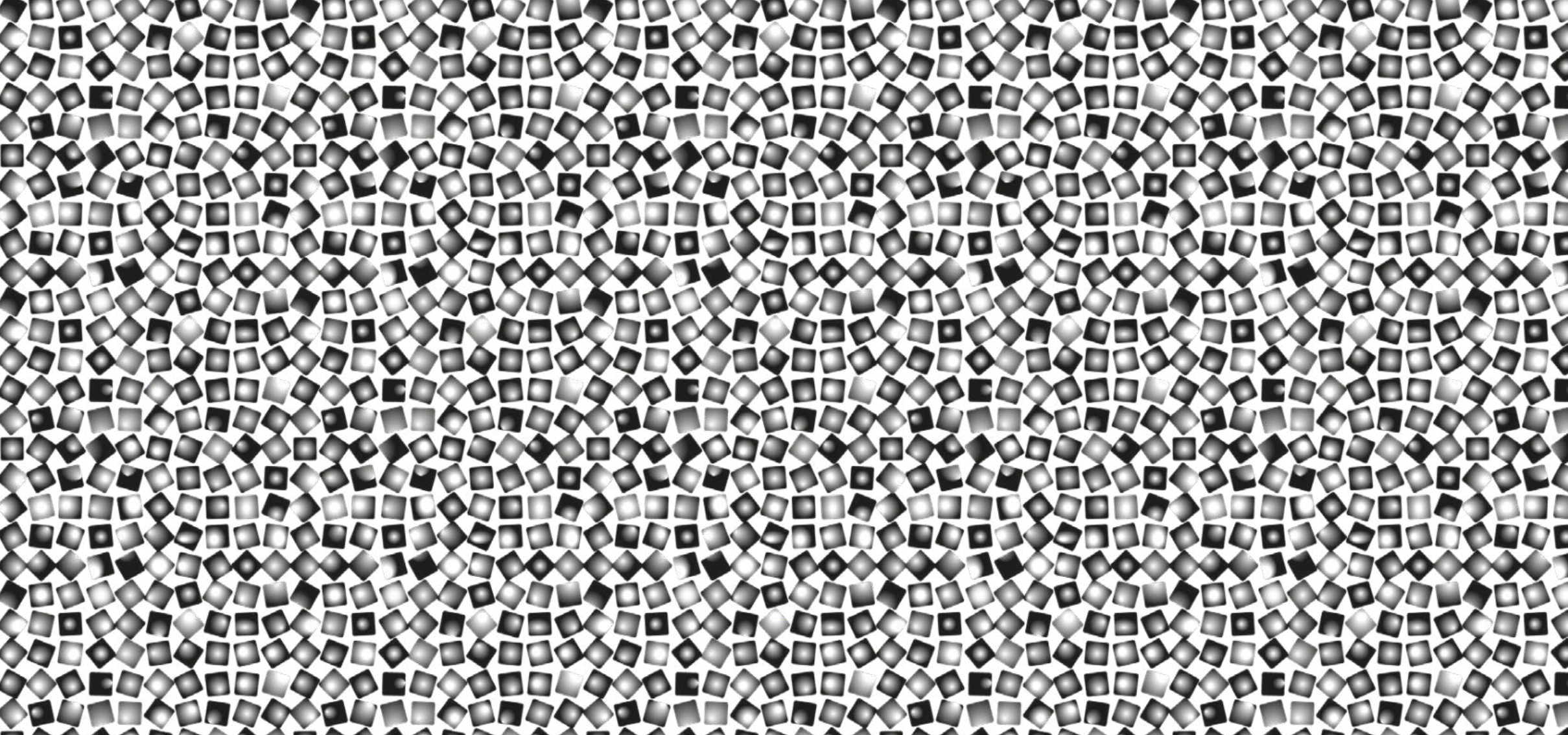
Com base nas práticas feitas para esse trabalho e levando em conta as limitações de conhecimento do software, de referências gráficas e de tempo, percebe-se que pode ser muito eficiente elaborar no grasshopper padrões a partir de formas matemáticas, mas, provavelmente, a composição de estampas orgânicas ou figurativas ainda sejam menos trabalhosas feitas manualmente. Sobre a finalização da estampa, é possível fazê-la no próprio grasshopper, mas isso pode significar uma limitação nas cores e texturas a serem aplicadas.

De todo modo, o panorama traçado nos leva a indagar sobre o efeito da facilidade e da rapidez que o grasshopper apresenta para a criação de estampas diminuir a importância

do designer. O valor da estampa - valor monetário e valor percebido - será o mesmo?

Ao colocar essa reflexão e, ao mesmo tempo, considerar a necessidade de encerrar (por hora) a pesquisa que deu origem a esse TFG, vale lembrar outro personagem do livro *Se um viajante numa noite de inverno*, de Ítalo Calvino. No livro, o o escritor Silas Flannery, refletindo sobre o livro que gostaria de escrever, anota em seu diário: “o livro deveria ser a contraparte escrita do mundo não escrito; sua matéria deveria ser aquilo que não existe nem poderia existir, exceto quando for escrito, e do qual se experimenta obscuramente a falta em sua própria incompletude.” (CALVINO, 2011, p. 176). Mais adiante, Silas Flannery escreve: “não creio que a totalidade possa estar contida na linguagem; meu problema é aquilo que fica de fora, o não escrito, não escrevível” (CALVINO, 2011, p. 185-186).

Assim, deste trabalho também faz parte o “não escrevível”, que convida o leitor a um exercício de olhar as possibilidades apresentadas, recompô-las em partes significativas e (re)descobrir possibilidades do uso da parametrização digital no desenvolvimento de estampas.



Referências

BARBOSA, A. C. ; SAD, L. A. **Girih: relacionando arte Islâmica e ensino de geometria.** Revista eletrônica Debates em educação científica e tecnológica, v. 9, p. 5-34, 2019

BARBOSA, J. U. ; GONZAGA, L. A. ; COLCHETE FILHO, A. F. ; BRAIDA, F. **Design de moda e arquitetura:** processos intersemióticos e de hibridização. TRÍADES EM REVISTA, v. 7, p. 55-65, 2018.

BARBOSA, Ruy Madsen. **Descobrimos padrões em mosaicos.** 4. ed. São Paulo: Atual, 1993.

BROEGA, C.; CUNHA, J. **A arquitetura monumental como fonte de inspiração de vestuário de moda:** uma experiência acadêmica. Portugal. Anais do 3º Colóquio de Moda, Belo Horizonte, Brasil, Outubro 2007.

CALANCA, D. **Moda e patrimônio cultural entre imaginários sociais e práticas coletivas, na contemporaneidade.** Revista de História, [S. l.], n. 178, p. 1-28, 2019.

CALVINO, Italo. **Se um viajante numa noite de inverno.** Trad. Nilson Moulin. São Paulo: Companhia das Letras, 2011

CARDOSO, Rafael. **Uma introdução à história do design.** 3 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2008.

CAVALCANTI, A. H. S.; ROCHA, M. A. V. **Envelopando o design:** trabalhando a imaginação geométrica. Educação Gráfica. Ano 2013 – V. 17 – No . 01.

CAVALCANTI, A. H. S. **Experimentado superfície:** uma análise das possibilidades geométricas na criação de padronagens. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, CAC. Design, 2014.

COLIN, S. **Uma Introdução à arquitetura.** 7ª ed. Rio de Janeiro: Editora Jaguaririca, 2019.

COSTA, L. **Arquitetura.** Rio de Janeiro: Editora José Olympio, 2006.

DEVLIN, K. **Matemática: A ciência dos padrões.** Porto: Porto Editora, 2002.

FLORIO, W. **Modelagem Paramétrica, Criatividade e Projeto:** duas experiências com estudantes de arquitetura. GESTÃO & TECNOLOGIA DE PROJETOS, v. 6, p. 43-66, 2011.

FLORIO, W. **Modelagem Paramétrica no Processo de Projeto em Arquitetura**. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, IX Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. Universidade de São Paulo, São Carlos, 18 a 20 de Novembro de 2009.

FORTY, Adrian. **Objetos de desejo** - design e sociedade desde 1750. São Paulo: Cosac Naify, 2007.

FOSTER, Hal. **O complexo arte-arquitetura**. São Paulo: Cosac Naify, 2015.

GRACIANO, A.; NESTERIUCK, S.; PRADO, G. **Considerações sobre “pattern”**. DAT-Journal, v.1, n.2, 2016.

HISOUR ARTE CULTURA EXPOSIÇÃO, HiSoUR: plataforma on-line que conecta galerias e colecionadores de todo o mundo (<https://www.hisour.com/pt/about/>). **Padrões geométricos islâmicos**. (Exibição - Arte islâmica, busca “padrões geométricos islâmicos”) Lisboa/PT. (s/d). Disponível em: <https://www.hisour.com/pt/islamic-geometric-patterns-17957/> Acesso em: 04 de maio de 2022.

LARANJEIRA, M. A. **Design de superfície e Complexidade**: Investigação do design de padrões generativos e o uso de algoritmos computacionais. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2019.

LASCHUK, T. **Identificação e Análise dos Processos de Estamparia Ancestrais**. SEMANA DE EXTENSÃO, PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO, 11. Centro Universitário Ritter dos Reis, Porto Alegre. Anais do XI SEPesq, Porto Alegre: UNIRITER, 2015.

LASCHUK, T. **Workflow para o desenvolvimento de projetos de design de superfície com foco em estamparia têxtil para a área da moda**. Tese (Doutorado em Design) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017

LEMOS, A. C. **O que é arquitetura**. São Paulo: Editora Brasiliense. 2009.

LIPOVETSKY, Gilles. **O império do efêmero**: a moda e seu destino nas sociedades modernas. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.

LUPTON, E. **Novos fundamentos do design**. São Paulo: Cosac Naify, 2008.

MACIEL, C. **A Tecnologia aplicada aos materiais reciclados na moda e na arquitetura: uma questão de sobrevivência**. Anais do 3º Colóquio de Moda, Belo Horizonte, Brasil, Outubro 2007.

MELLO, M. C.; SABACK V. **Os modos e as modas nas construções imagéticas das cidades**. Anais do 3º Colóquio de Moda, Belo Horizonte, Brasil, Outubro 2007.

MILLER, M. **Fashion & Architecture**. Dissertação (Master) - University of Cincinnati. College of Design, Architecture, Art, and Planning, Cincinnati, 2016.

NEIRA, L. G. **Estampas na tecelagem brasileira**: Da origem à originalidade. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2012.

NEIRA, L. G. **Iniciação a conceitos metodológico-visuais para o desenvolvimento de estamparia têxtil**. Modapalavra E-periódico. Ano 3, n.6, jul-dez 2010, pp. 37. 49.

OLIVEIRA, N. P. **Estudo e Aplicações do Design Paramétrico à Superfície da Malha de Trama**. Dissertação (Mestrado em Design e Marketing) Escola de Engenharia. Universidade do Minho, 2016.

OLIVEIRA, N. P. ; OLIVEIRA, M. ; CATARINO, A. P. A. W. . **A modelagem paramétrica aplicada no desenvolvimento da superfície da malha de trama**. In: 13º Colóquio de Moda- 10ª Edição Internacional, 2017, Bauru. Anais Colóquio de Moda 2017, 2017. v. GT 06.

PALMA, D. F. C. da. **Processos paramétricos na exploração da arquitetura sacra reconfigurável**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Escola de Comunicação, Arquitectura, Artes e Tecnologias da Informação, Lisboa, 2014

PALOMINO, Érika. **A moda**. São Paulo: Publifolha, 2002.

PIRES, J. F.; PEREIRA, A. T. C.; GONÇALVES, A. **Taxonomias de geometria da arquitetura contemporânea**: uma abordagem didática ao ensino da modelagem paramétrica na arquitetura. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 12, n. 3, p. 27-46, 2017.

POLONINI, F. B. da S. **A modelagem paramétrica na concepção de formas curvilíneas da arquitetura contemporânea**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Arquitetura, Salvador, 2014.

RHINO GRASSHOPPER, **Tutorials**. Canal do Youtube, Disponível em: <https://www.youtube.com/c/ParametricHouse>.

ROCHA, N. **Designer de Moda Virtual** – Como a criação de avatares em ambientes virtuais esboça um novo mercado para os profissionais da área. Anais do 3º Colóquio de Moda, Belo Horizonte, Brasil, Outubro 2007.

ROMCY, N. M. e S.; TINOCO, M. B. de M. **Reflexões sobre as interfaces entre a modelagem paramétrica e outros processos de representação no projeto de arquitetura**. In: Anais do XIX Congresso da Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2015. p. 322-327.

SÁ, A. M. **Em busca do encaixe perfeito**. Revista Cálculo, p. 22 - 27, 01 abr. 2013.

SÁ, R.; SÁ, A. **Sobre malhas arquimedianas**. 1. ed. São Paulo: OLHARES, 2017.

SALLUM, E. M. **Ladrilamentos**. Matemateca IMEUSP. São Paulo, 1 de fevereiro de 2010.

SILVA, T. C. do R. **Linguagem visual de estamparias têxteis**: análise comparativa de aspectos semânticos, simbólicos, sintáticos e plásticos em padronagens gráficas de tecidos para vestuário de usuárias das classes sociais média e alta. Dissertação (Mestrado) -Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades, São Paulo, 2017.

SOUZA, P. de M. **Moda e arquitetura**: relações que delineiam espaços habitáveis. Revista dObra[s], Abepem: São Paulo, v.7, p.87-96, 2014.

SVENDSEN, L. **Moda: uma filosofia**. Rio de Janeiro: Zahar, 2004.

TEIXEIRA, F.G.; SILVA, R. P. ; SILVA, T. L. K. . **Modelagem paramétrica para o estudo de superfícies helicoidais em geometria descritiva**. Revista Educação Gráfica, v. 22, p. 1-20, 2018.

TRAMONTANO, M. **Quando pesquisa e ensino se conectam**: design paramétrico, fabricação digital e projeto de arquitetura. SIGRADI, 2015.

VIEIRA, L. B. **A estamparia têxtil contemporânea: produção, produtos e subjetividades**. Dissertação (Mestrado em Têxtil e Moda) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

WAGNER, E. **Construções Geométricas**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 1993.

ZAZKIS, R., & LILJEDAHN, P. **Generalization of patterns**: The tension between algebraic thinking and algebraic notation. Educational Studies in Mathematics, 49, p. 379-402, 2002.

