



**EIXO TEMÁTICO:**

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Ambiente e Sustentabilidade      | <input type="checkbox"/> Crítica, Documentação e Reflexão | <input type="checkbox"/> Espaço Público e Cidadania                     |
| <input type="checkbox"/> Habitação e Direito à Cidade     | <input type="checkbox"/> Infraestrutura e Mobilidade      | <input checked="" type="checkbox"/> Novos processos e novas tecnologias |
| <input type="checkbox"/> Patrimônio, Cultura e Identidade |   |   |

## **Experimentação projetual: a utilização do conceito de “projeto digital” em um trabalho final de graduação (TFG)**

*Design experimentation: the use of “digital design” concept on a graduation project*

*Experimentación en el proyecto: el uso del término “proyecto digital” en una tesis de grado (TG)*

NOGUEIRA, Fabio Henrique Sales (1);

ANDRADE, Manuella Marianna Carvalho Rodrigues de (2);

(1) Mestrando, Universidade Federal de Alagoas, UFAL, PPGAU, Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Maceió, AL, Brasil; e-mail: fabiohenriqu@gmail.com

(2) Professora Mestre, Universidade Federal de Alagoas, UFAL, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Maceió, AL, Brasil; e-mail: manuella.andrade@fau.ufal.br

## **Experimentação projetual: a utilização do conceito de “projeto digital” em um trabalho final de graduação (TFG)**

*Design experimentation: the use of “digital design” concept on a graduation project*

*Experimentación en el proyecto: el uso del término “proyecto digital” en una tesis de grado (TG)*

### **RESUMO**

Este artigo tem como objetivo relatar a experiência decorrente da utilização de novos processos e tecnologias durante a elaboração de um Trabalho Final de Graduação (TFG) no curso de Arquitetura e Urbanismo (FAU/UFAL). O trabalho teve como premissa a investigação das mudanças que ocorreram advindas da inserção do computador como elemento participante do processo de projeto, especificamente na mudança no modo de concepção projetual. A construção do TFG utilizou uma abordagem teórico-analítica para o entendimento conceitual das práticas relacionadas ao projeto digital, e uma outra prática, onde foi possível exercitar o conceito de desenho paramétrico utilizando um software de modelagem generativa para escrever um algoritmo para a criação de uma forma. Ao finalizar o TFG foi possível perceber que a investigação teórica e projetual dos processos de produção de projetos que utilizam o digital para além da representação, foi imprescindível para o entendimento das novas práticas projetuais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Projeto digital, Desenho Paramétrico, Trabalho Final de Graduação

### **ABSTRACT**

*This article aims to report the experiences with the use of new technologies and processes on a Graduation project at the Architecture and Urbanism college ( FAU / UFAL ). The study was based on the investigation of the changes that have occurred arising from the insertion of the computer in the design process, specifically in the conception stage. The graduation project used a theoretical and analytical approach to the conceptual understanding related to the digital design practices and another, where it was possible to work out the concept of parametric design using a generative modeling software to write an algorithm for the creation of a form. At the end of the graduation project was observed that the investigation of the digitals design processes was essential to understanding the new conceptual practices.*

**KEY-WORDS:** Digital Design, Parametric Design, Graduation Project

### **RESUMEN**

*Este artículo tiene por objetivo relatar la experiencia consecuente a la utilización de nuevos procesos y tecnologías durante la elaboración de una Tesis de Grado (TG) para la carrera de Arquitectura y Urbanismo (FAU/UFAL). La tesis tuvo como premisa la investigación de los cambios que han ocurrido advenidas de la inserción de la computadora como elemento participante del proceso de proyecto, específicamente en el cambio del modo de concepción de un proyecto. La construcción de la tesis ha utilizado un enfoque teórico-analítico para la comprensión conceptual de las prácticas relacionadas al proyecto digital, y otra práctica en la cual ha sido posible ejercitar el concepto de diseño paramétrico utilizando un software de modelaje generativo para escribir un algoritmo para la creación de una forma. Al final la tesis fue posible notar que el ejercicio de investigación teórica y práctica de los procesos de producción de proyectos que utilizan digitales más allá de la representación, ha sido imprescindible para la comprensión de nuevas prácticas en el área.*

**PALABRAS-CLAVE:** Proyecto digital, Diseño Paramétrico, Tesis de Grado (TG)

## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo relatar a experiência suscitada a partir da utilização de novos processos e tecnologias durante a elaboração de um Trabalho Final de Graduação (TFG) no curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas (FAU/UFAL). O TFG se propôs a investigar as transformações que ocorreram, e ainda estão em curso, advindas da inserção do computador como elemento participante do processo de projeto, especificamente na mudança no modo de concepção projetual. O processo de investigação foi composto de duas etapas, uma teórico-analítica para o entendimento do estado da arte acerca das mudanças no modo de concepção, e a segunda consistiu em um exercício projetual utilizando o software Rhinoceros e o plugin Grasshopper para o entendimento prático da mudança no modo de concepção a partir do conceito de desenho paramétrico e de modelagem generativa.

A escolha por esta temática no Trabalho Final de Graduação exigiu uma dedicação para a compreensão de conceitos nunca vistos anteriormente durante a graduação já que não há um histórico de investigação sobre o tema por parte da FAU/UFAL. O exercício prático demandou uma mudança de postura frente ao desenvolvimento de um processo metodológico diferente do até então apreendido nas disciplinas de projeto do curso de Arquitetura e Urbanismo. Por se tratar de um processo criativo distinto dos exercitados foi imprescindível a imersão em fóruns e grupos de discussões digitais na tentativa de entender como se dá na prática o processo de projeto advindo do que se entende por projeto digital. Esta ação amplificou a abordagem do ensino-aprendizagem da arquitetura durante o processo de elaboração do TFG.

A investigação teórico-analítica iniciou pela compreensão do conceito de *Projeto Digital*<sup>1</sup>, utilizando como referência principal Rivka Oxman que, a partir dos crescentes exemplos práticos na Arquitetura e da escassa produção teórica sobre o tema, organizou um panorama teórico relacionada ao projeto digital propondo categorias/modelos de organização do processo projetual a partir de práticas e projetos existentes. Além de Oxman (2006; 2008) foram utilizados outros autores como Sperling (2003), Natividade (2010) e Andrade (2012) para colaborar no entendimento dos conceitos ligados a prática do projeto digital.

## 2 A DESCOBERTA DO NOVO: IMERSÃO NO UNIVERSO DO PROJETO DIGITAL

O conceito de projeto digital faz referência aos processos de desenvolvimento de projetos que utilizam o computador para além da representação, como uma ferramenta indispensável para sua concepção. Esta prática utiliza técnicas digitais para a criação e manipulação da forma e originou conceitos não usuais como os ligados ao desenho paramétrico, design generativo, animação computacional, simulação, geração por desempenho, dentre outros, como alternativa aos modos usuais de projeção baseados na interação com o objeto representado no papel. Assim, ao contrário do que usualmente se conclui, foi possível criar de fato novas maneiras de se conceber o projeto, e não somente uma nova expressão tectônica utilizando uma nova ferramenta (OXMAN, 2006).

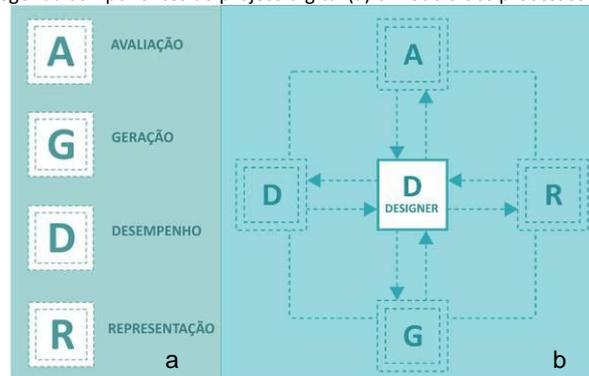
---

1 No original "Digital Design" e a tradução para o português deste e de outros termos teve como referência o trabalho de ANDRADE (2012) em sua tese orientada por Regina Coeli Ruschel e Rivka Oxman (ver referências).

Os modelos metodológicos de projeto digital mapeado por tipos e pelas relações existentes entre o projetista e os componentes de projeto são: representação, geração, avaliação e desempenho (OXMAN, 2006). Nos modelos o projetista assume o papel central, pois o controle do processo é fruto de suas reflexões e interações com os meios. Apesar da utilização do computador nas práticas do projeto digital ser crucial, observa-se o papel central do arquiteto/projetista no desenvolvimento do processo.

Uma característica das práticas relacionadas ao projeto digital é a maneira pela qual a construção do processo metodológico é demonstrada. Enquanto nos métodos de projeto convencionais associam a criação e a avaliação a algo subjetivo (processo implícito), no projeto digital estes fatores são explícitos (OXMAN, 2006). A explicitação do processo metodológico nos modelos contribuiu fortemente para que se tenha de forma clara a construção metodológica no âmbito do projeto digital.

Figura 1: Legenda componentes do projeto digital (a) e Modelo dos processos implícitos (b)



Fonte: OXMAN, 2006 (adaptado).

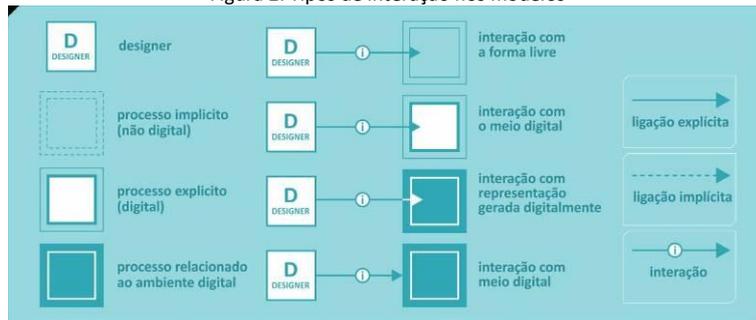
Os modelos de metodologias de projeto digital contêm quatro componentes básicos que são representação (R), geração (G), avaliação (A) e desempenho (D). Por Representação entende-se literalmente o meio representacional, ou seja, as definições de plantas, cortes, elevações dentre outros. O componente Geração está relacionado a processos generativos de natureza puramente digital, não podendo ser confundidas com métodos de geração analógicos que partem da relação do projetista com a manipulação da representação no papel. A avaliação consiste no julgamento de resultados após a utilização do computador para uma determinada análise, como por exemplo, quando se submete um projeto a uma avaliação de ventilação natural. O Desempenho é uma resposta ao comportamento de um determinado fator de geração de forma (OXMAN, 2006).

As relações que o projetista pode estabelecer com os componentes do projeto digital podem ser de dois tipos através de interações e ligações que podem ser explícitas ou implícitas. Sobre as interações, Oxman (2006) define quatro maneiras:

- **Interação com a forma livre:** um tipo analógico de relação, onde o projetista intervém diretamente sobre a representação do objeto através de meios convencionais tais como o esboço, croquis, desenhos técnicos e maquetes físicas;
- **Interação com o meio digital:** o projetista manipula um esboço, desenho ou modelo digital na tela do computador de maneira análoga a feita com a representação no papel.

- **Interação digital gerada por um mecanismo:** o projetista interage com uma estrutura digital gerada por um mecanismo de geração formal, a partir de regras e relações pré-estabelecidas;
- **Interação com o meio digital que gera uma representação digital:** o projetista opera através de um mecanismo computacional responsável por gerar uma representação digital.

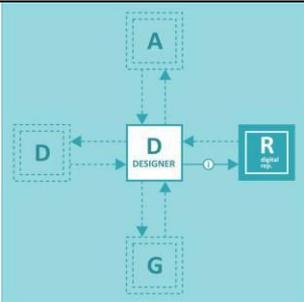
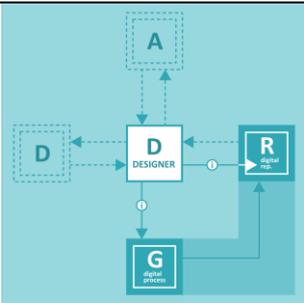
Figura 2: Tipos de interação nos modelos

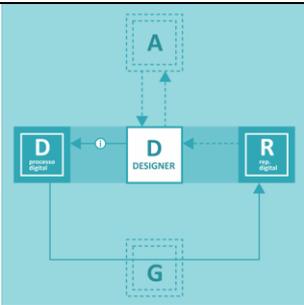


Fonte: OXMAN, 2006 (adaptado)

A partir do entendimento das possíveis interações entre projetista e seus componentes foi possível se debruçar sobre os modelos propostos por Oxman (2006) de projeto digital. São eles: Modelo CAD, Modelo digital de formação, Modelo generativo, Modelo de desempenho e Modelo composto. O Modelo CAD é utilizado pela autora para efeito de comparação e por representar a mais difundida utilização do computador no processo de projeto. O Quadro 1 traz uma síntese dos modelos e sua definição.

Quadro 1: Síntese dos modelos de projeto digital e suas representações de acordo com Oxman (2006)

REPRESENTAÇÃO DO MODELO	GERAÇÃO DA FORMA
 <p>Modelo de Formação</p>	<p>O termo formação é uma junção da palavra forma e da palavra ação, forma em ação, e faz referência as novas dinâmicas de geração da forma que utilizam, por exemplo, a geometria topológica em oposição a euclidiana. Neste modelo a geração da forma se dá através da utilização do desenho paramétrico e da animação computacional.</p>
	<p>Nas práticas abarcadas no modelo Generativo, a geração da forma é derivada de regras generativas, relações e princípios pré-formulados pelo projetista como, por exemplo, a utilização da gramática da forma e de algoritmos genéticos.</p>

<p>Modelo Generativo</p>	
<p>Modelo de Desempenho</p>	<p>Através de simulações de parâmetros específicos, tais como custos, desempenho ambiental, social, ecológico, dentre outros, a forma é gerada como consequência desses condicionantes. Busca-se adequar a forma do projeto a expectativa de resultados pré-determinados.</p>
<p>Modelo Composto</p>	<p>Este modelo prevê uma prática futura, um modelo paradigmático que será um importante passo para os rumos do projeto digital. Seria um processo onde formação, geração, avaliação e desempenho estariam integrados em um único modelo de projeto digital. Este modelo por representar uma prática demasiadamente distanciada da prática projetual, com um caráter utópico, Oxman não mais aborda esta prática em seus outros textos (ANDRADE, 2012).</p>

Fonte: NOGUEIRA; ANDRADE 2014

Conjunto a revisão sobre o projeto digital, foi necessário o entendimento de outros conceitos que permeiam a prática digital como o de Topologia e o de Desenho Paramétrico. A utilização da topologia pelos processos digitais é recorrente. Ela pode ser entendida como uma geometria “cujos objetos podem ser imaginados como que construídos com materiais perfeitamente elásticos” (SPERLING, 2003 p.40). Sobre as propriedades dos objetos topológicos Sperling (2003, p.128) nos diz que:

Para a Topologia, se uma superfície for esticada ou encolhida, certas propriedades dela se mantêm inalteradas, podendo como resultado determinar a congruência, isto é, a similaridade entre formas geométricas tão distintas quanto o círculo e o triângulo, ou até mesmo dois polígonos quaisquer. Interessa à Topologia menos a forma, que estaria vinculada a topografia e mais as relações existentes entre os pontos desta forma, o que torna um círculo mais próximo das características de um quadrado do que de um círculo do qual foi retirado um ponto.

Ao assumir a topologia como referência, as práticas que envolvem o modelo de Formação substituem as interações com as formas estáticas euclidianas convencionais, pelas relações com superfícies topológicas subsidiadas por softwares que utilizam, por exemplo, curvas do tipo “nurbs”<sup>2</sup> para construção da forma.

O conceito de desenho paramétrico pressupõe que as partes dos objetos são descritas explicitamente através de relações de interdependência. Esta prática permite que o designer possa projetar uma estrutura genérica onde as relações não se dão através de quantidades métricas fixas, mas sim indiretamente agindo sobre a estrutura previamente projetada (OXMAN, 2006).

<sup>2</sup> Linha de Base Racional Não-Uniforme.

O modelo paramétrico é aquele no qual são estabelecidas relações de dependência entre partes do modelo. Quando um componente é alterado, todos aqueles dentro de sua teia de relações são alterados automaticamente. Portanto, a chave da parametrização é a relação (NATIVIDADE, 2010 p. 123).

Desenho paramétrico introduz o conceito de variações topológicas. No modelo de Formação paramétrico parâmetros específicos do projeto são declarados, e não sua forma; diferentes configurações podem ser criadas modificando valores dos parâmetros. A parametria explora geometria associativa<sup>3</sup> descrevendo as relações entre objetos, criando relações de interdependência e definindo o comportamento dos objetos (OXMAN, 2008 p. 106)<sup>4</sup>.

Dentro das possibilidades emergentes, as técnicas que se relacionam com o digital se diferenciam por terem introduzido conceitos novos para a geração de projetos. Como nos diz Kolaveric (2003, p.13) “Na arquitetura contemporânea, as ferramentas digitais estão cada vez mais sendo utilizadas não somente como uma ferramenta representacional para visualização, mas sim como uma ferramenta de geração e transformação da forma – uma morfogênese digital.”<sup>5</sup> Mais do que isso, as práticas descritas pelos modelos digitais estão transformando a relação do arquiteto com a representação e a informação em si. “O choque do novo não se relaciona somente a descoberta de um novo vocabulário de formas, mas na consolidação de novas abordagens de projeto” (OXMAN, 2006 p.262)<sup>6</sup>.

O estudo dos modelos enquanto estratégia metodológica do TFG contribuiu para o entendimento das diferenças entre o método de concepção “convencional” e o advento do novo com a utilização do computador. Foi possível delinear com mais clareza características marcantes nas práticas do projeto digital como, por exemplo, o controle indireto da geração da forma: a geração por algum mecanismo computacional (algoritmos, simulação etc.) em oposição a relação do projetista com a representação no papel ou na tela do computador. Também a dicotomia processo explícito-implícito permite que a geração da forma, comumente relegada a fatores subjetivos, seja objeto de estudo para outros projetistas de maneira prática.

A utilização de exemplos projetuais associados à descrição dos modelos foi de fundamental importância para entender e para afirmar a pertinência e a utilização destes processos por parte da arquitetura contemporânea. Além disso, essa etapa da investigação trouxe como consequência a aquisição de novos conceitos relativos a prática digital como a topologia, a parametria, simulação, algoritmos, dentre outros, que exigiu do discente um esforço maior para cobrir outras referências que abordassem os temas.

---

<sup>3</sup> Podemos dizer que há geometria associativa “quando as regras paramétricas são usadas para descrever relações entre objetos” (NATIVIDADE, 2010 p. 123).

<sup>4</sup>No original “Parametric formations have introduced the concept of topological variations. In parametric formations parameters of particular design are declares, not its shape; different configurations can be created assigning values to parameters. Parametric exploits associative geometry describing relationships between objects, establishing interdependencies and defining transformational behavior of these objects”.

<sup>5</sup> No original “In contemporary architectural design, digital media is increasingly being used not as a representational tool for visualization but as a generative tool for the derivation of form and its transformation – *the digital morphogenesis.*”

<sup>6</sup>No original “In this case, the ‘shock of the new’ is not simply in the discovery of new formal vocabularies, but in the establishment of new approaches to design”.

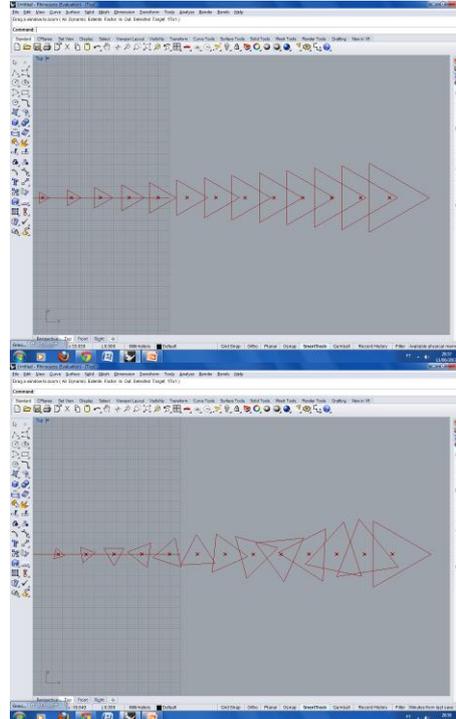
### 3 O DIGITAL NA PRÁTICA: ESCRREVENDO UM ALGORITMO PARA A GERAÇÃO DE UMA FORMA

A segunda etapa do trabalho contemplou um exercício prático de projeto, que experimentou o conceito de desenho paramétrico através da utilização de um software de modelagem generativa. O objetivo era experimentar um processo de projeto, exercitando-o de uma nova maneira, com o desafio da inserção do conceito de parametria através da manipulação de um software até então desconhecido. O trabalho consistiu na construção de um algoritmo para a emergência da forma de um pavilhão. O descompromisso com um programa arquitetônico foi proposital e decisivo para uma maior liberdade na experimentação conceitual, o que permitiu manter o foco no entendimento de quais são as mudanças no processo de concepção.

Para o exercício foi utilizado o software Rhinoceros com o plugin Grasshopper. O primeiro contato com o programa se deu em um Workshop na Nona Bienal de Arquitetura (2011) intitulado “Desenho paramétrico – Aplicações para a otimização do desempenho climático” ministrado pela Profa. Dra. Gabriela Celani e pelo Prof. Msc. Pedro Veloso. A partir deste breve treinamento foi preciso encontrar alternativas para aprender a manusear a ferramenta como a imersão em fóruns de discussão, blogs, sites etc.

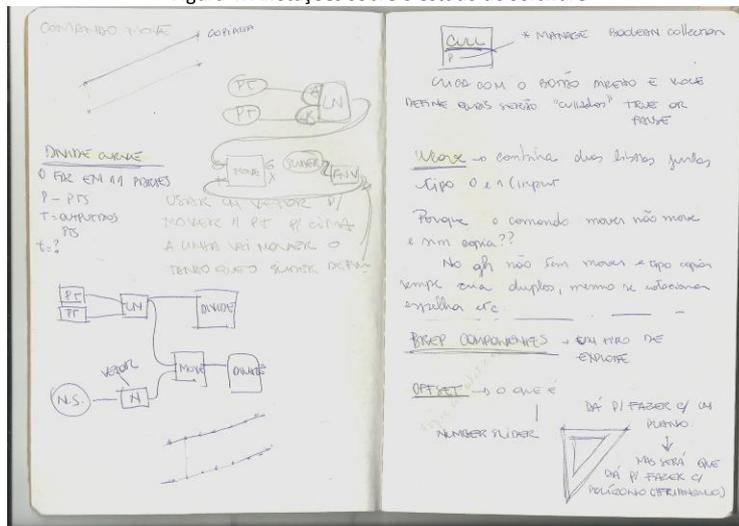
Antes de partir para a concepção do projeto em si, foi necessário um estudo para entender como se dá a modelagem utilizando o software, suas funções e a maneira pela qual o programa funciona. Para isto utilizou-se de tutoriais e aulas em vídeo que, através de exemplos diversos, demonstravam as funções do programa e suas aplicações. Estes exemplos não necessariamente subsidiaram diretamente a modelagem da forma, mas foram de extrema importância para que se começasse a exercitar a construção através dos algoritmos.

Figura 3: Primeiros estudos com o software Grasshopper



Fonte: NOGUEIRA, 2013

Figura 4: Anotações sobre o estudo do software

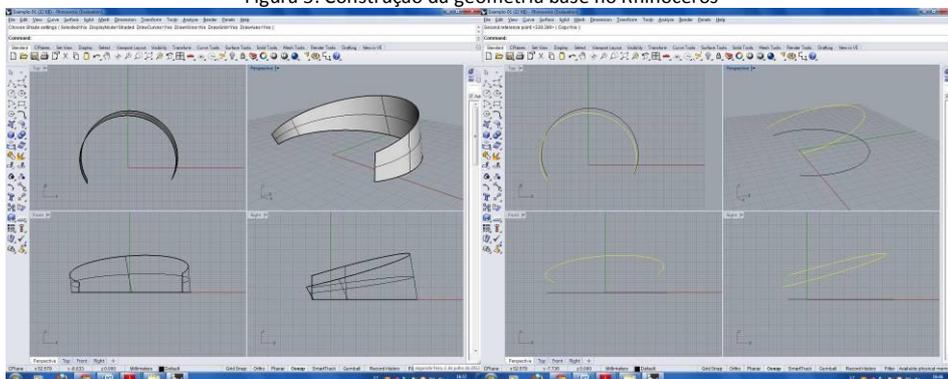


Fonte: NOGUEIRA, 2013

Para a construção da forma foram experimentadas duas abordagens distintas que foram resultado da evolução natural do processo investigativo metodológico para o desenvolvimento do TFG, que serão aqui apresentadas com o objetivo de demonstrar as mudanças e decisões que aconteceram no decorrer do processo e que precisam ser coordenadas pelo projetista. O processo de concepção da forma foi dividido em duas etapas onde a primeira teve como objetivo a construção do algoritmo responsável pela emergência de uma geometria base e a segunda correspondente a aplicações e transformações geométricas na superfície desta geometria.

Assim, a opção inicial consistiu na construção de uma superfície genérica dentro do software Rhinoceros, uma forma sem pré-definição, que partiu apenas da criatividade e desejo do projetista. A construção desta curva se deu de maneira relativamente simples utilizando o software *Rhinoceros* e de uma maneira convencional, no sentido de que a forma foi construída agindo diretamente sobre a representação da mesma: o processo de construção se deu de maneira ainda implícita.

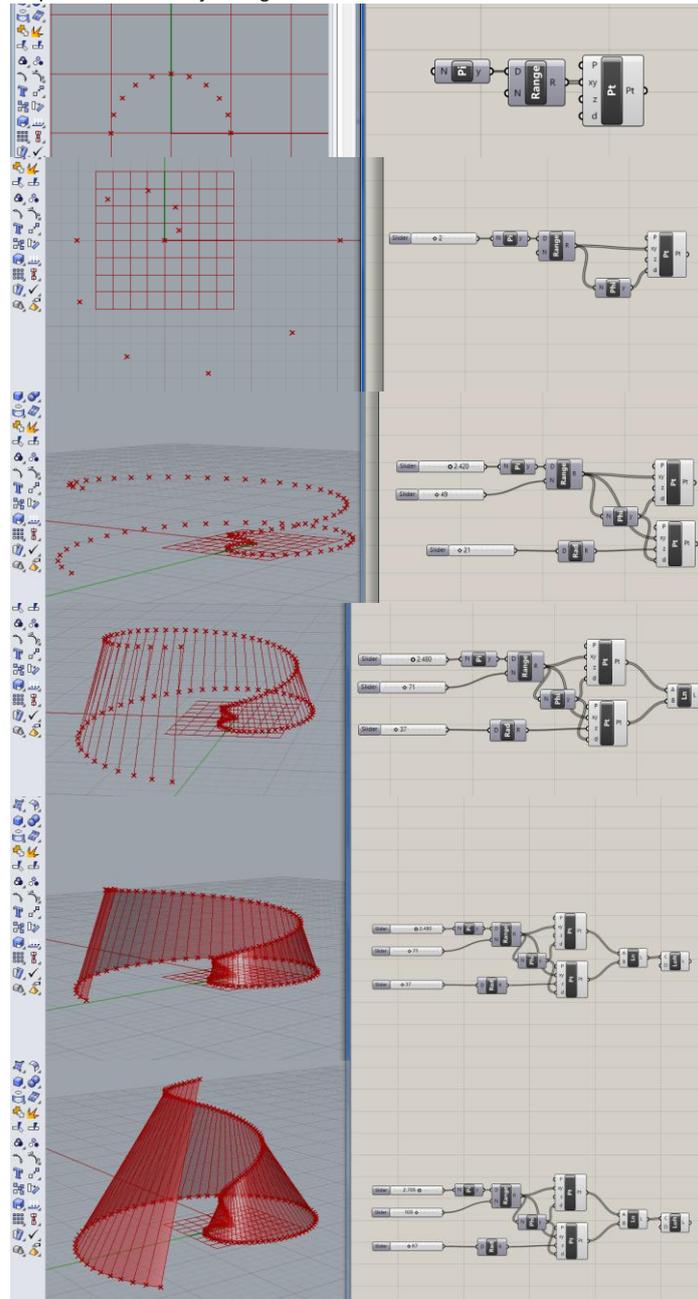
Figura 5: Construção da geometria base no Rhinoceros



Fonte: NOGUEIRA, 2013

A tentativa seguinte de obtenção da forma se encaminhou para um processo de construção totalmente explícito, utilizando o *Rhinceros* e o plugin *Grasshopper* para construir um algoritmo que gerasse a forma de maneira indireta. A intervenção do projetista nesta etapa se deu somente na intenção de criar ainda uma forma circular, porém desta vez em espiral. A criação desta etapa do algoritmo foi baseada nos tutoriais da página eletrônica MODELAB<sup>7</sup>.

Figura 6: Sequência da construção da geometria base com os softwares Rhinceros e Grasshopper

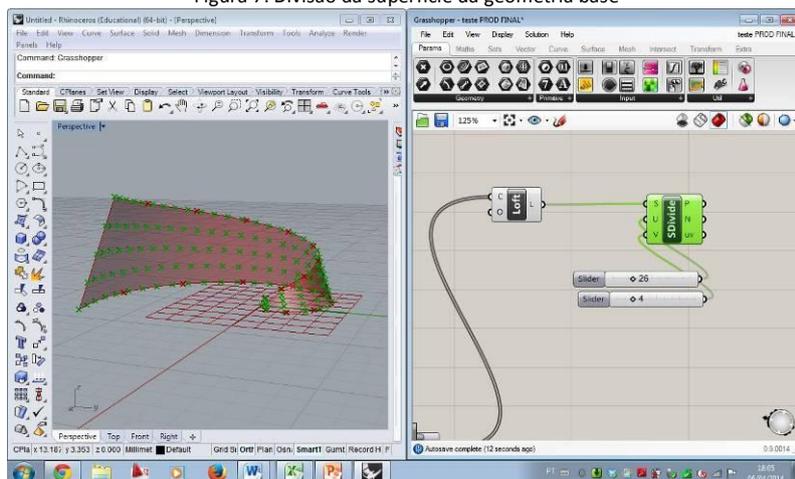


Fonte: NOGUEIRA, 2013

<sup>7</sup> <http://lab.modecollective.nu/lab/introduction-to-grasshopper/>

A sequência de imagens na Figura 6 sintetiza a primeira etapa de geração da geometria base. A emergência da forma se deu utilizando um algoritmo gerado dentro do plugin Grasshopper e sua definição, por ser paramétrica, permite a fácil manipulação e resultados formais variados alterando alguns componentes do software. Posteriormente se procedeu a divisão da superfície da forma gerada para a aplicação de uma geometria como pode ser visto na Figura 7.

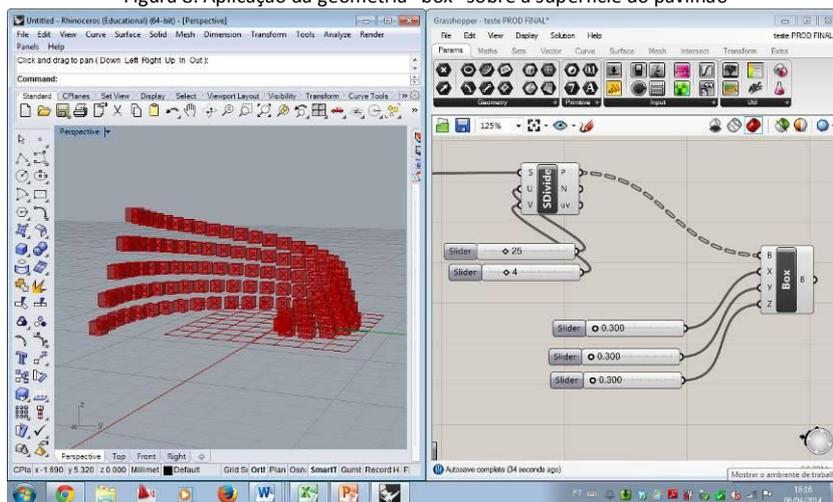
Figura 7: Divisão da superfície da geometria base



Fonte: NOGUEIRA, 2013

Para efeito de conclusão do trabalho, decidiu-se utilizar uma forma simples para aplicar sobre a geometria, um componente chamado “box” para definir os valores de altura, largura e comprimento (Figura 8)<sup>8</sup>.

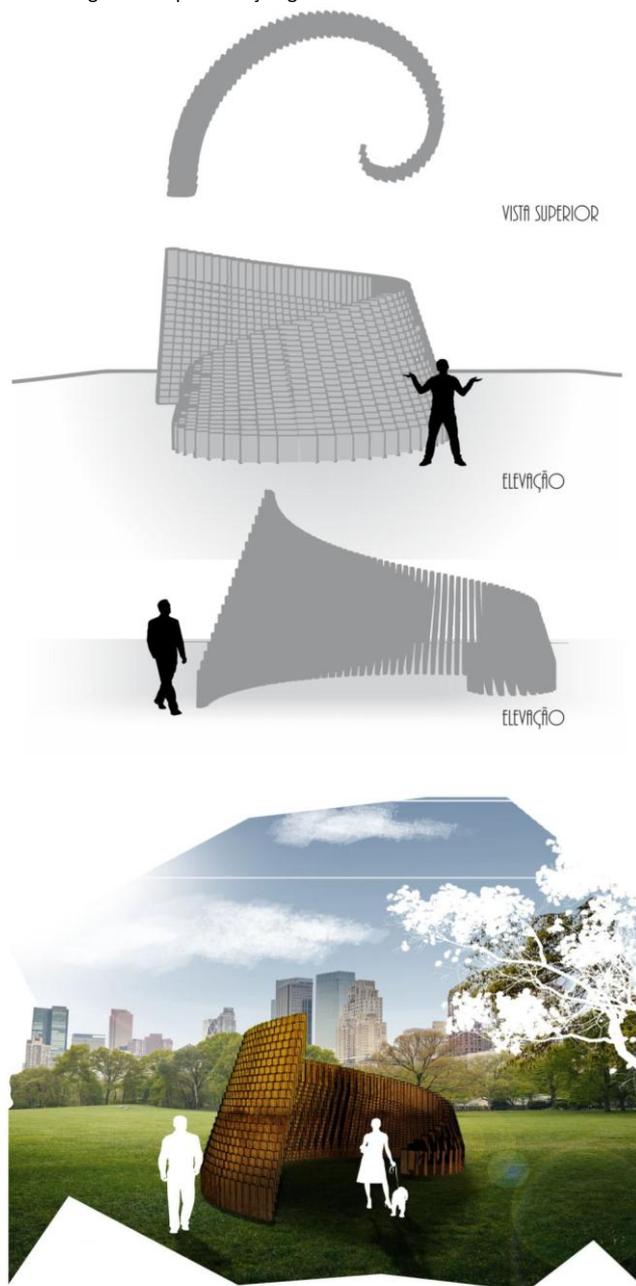
Figura 8: Aplicação da geometria “box” sobre a superfície do pavilhão



Fonte: NOGUEIRA, 2013

<sup>8</sup> A forma final do pavilhão aproximou-se mais da 'escultura' do que propriamente da arquitetura devido ao escasso tempo para desenvolvimento do TFG e, principalmente, pela pouca familiaridade com o potencial do software.

Figura 9: Representação gráfica da forma final do Pavilhão



Fonte: NOGUEIRA, 2013

#### 4 CONCLUSÃO

Diante do processo apresentado, é importante salientar que o trabalho não poderia ser desenvolvido sem a utilização massiva das redes sociais, dos grupos de discussão, fóruns de compartilhamento da informação através da internet para obtenção de informações acerca da

manipulação do software e do plugin, tirando dúvidas e estudando o processo desenvolvido por outros projetistas.

Os modelos de projeto digital criados por OXMAN (2006; 2008) ajudaram a entender um pouco a natureza complexa das relações que regem algumas das vertentes desta modalidade. Mais do que somente um conjunto de preferências relacionadas a forma, ou simplesmente o abandono dos meios tradicionais, os modelos exploram o conceito de projeto digital, as novas formas e relações entre o projetista, a imagem e a informação (OXMAN, 2006).

A maior dificuldade no exercício não foi somente a não familiaridade com o software, e sim iniciar um processo de raciocínio a partir de uma lógica diferente da exercida na graduação e na prática profissional até então conhecida. Conceber a forma de maneira indireta, pensar através dos componentes do software, construir relações paramétricas, conciliar estes fatores ao desenvolvimento de um processo criativo foi a maior dificuldade. Mesmo sendo um exercício relativamente simples, foi possível perceber o potencial da utilização do desenho paramétrico e da modelagem generativa como possibilidade para a geração de formas para a arquitetura.

O desafio pessoal proposto para o desenvolvimento do TFG e a reflexão acerca do mesmo levantou questões como a importância da investigação de métodos de projeto; a necessária apropriação desta mudança no modo de conceber no âmbito do ensino de arquitetura; a eminência de um conhecimento que surge em paralelo ao conhecimento tradicional da escola com as redes sociais, os fóruns e, principalmente, os tutoriais; e a equivocada impressão de que a prática experimentada no TFG está longe da prática cotidiana. E mesmo que se prove o contrário, a turva impressão de que estas práticas estão longínquas não poderia afetar o papel da instituição de conhecer, renovar, informar e 'ensinar'. O que de melhor se visualiza é que, trabalhos individuais como este, estão contribuindo para conscientizar a necessária mudança, que já se apresenta mesmo que ainda muito tímida no âmbito de alguns cursos de Arquitetura e Urbanismo.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Max Lira Veras Xavier de. *Projeto Performativo na Prática Arquitetônica Recente: Estrutura Conceitual*. Campinas, 2012. 436p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas.
- KOLAREVIC, Branko. *Architecture in digital age: design and manufacturing*. New York: Spon Press, 2003.
- NATIVIDADE, Verônica Gomes. *Faturas Metodológicas nas Arquiteturas Digitais*. São Paulo, 2010. 297p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de São Paulo.
- OXMAN, Rivka. *"Theory and design in the first digital age."* Vol. 27. 2006. Disponível em <[http://www.technion.ac.il/~rivkao/topics/publications/Oxman\\_2006\\_Design-Studies.pdf](http://www.technion.ac.il/~rivkao/topics/publications/Oxman_2006_Design-Studies.pdf)> Acesso em 01 Abril 2013
- OXMAN, Rivka. *Digital Architecture as a Challenge for design pedagogy: theory, knowledge, models and medium*. Disponível em <[http://www.technion.ac.il/~rivkao/topics/publications/Oxman\\_2008\\_Design-Studies.pdf](http://www.technion.ac.il/~rivkao/topics/publications/Oxman_2008_Design-Studies.pdf)> Acesso em 01 Abril 2013.
- SPEARLING, David Moreno. *Arquiteturas Contínuas e Topologia: similaridades em processo*. São Carlos, 2003. 229p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia do Ambiente Construído). Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade Estadual de São Paulo.