

## PROCESSO GENERATIVO DIGITAL PARA ARQUITETURA ATRAVÉS DA GEOMETRIA PARAMETRIZADA

**GUSTAVO ALCANTARA BROD<sup>1</sup>; JANICE DE FREITAS PIRES<sup>2</sup>;  
ADRIANE BORDA ALMEIDA DA SILVA<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>UFPEl – [gustavobrod@gmail.com](mailto:gustavobrod@gmail.com)

<sup>2</sup>UFPEl – [janice\\_pires@hotmail.com](mailto:janice_pires@hotmail.com)

<sup>3</sup>UFPEl – [adribord@hotmail.com](mailto:adribord@hotmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Para Fischer e Herr (2001) um processo generativo consiste em uma metodologia sistemática para a produção de soluções projetivas, não só em termos de criação de produtos como em criação de processos. Oxman (2005) destaca que uma abordagem paramétrica digital proporciona ao projetista um alto nível de interação e controle do modelo.

William Mitchell, já em 1975, vislumbrava as potencialidades de um sistema generativo computacional no âmbito da prática projetual de arquitetura, considerando a possibilidade de geração de um grande número de soluções possíveis das quais o projetista pode então escolher aquela que melhor responde às definições estabelecidas em um problema de projeto. Para descrever este sistema Mitchell refere-se a uma representação simbólica dos elementos e transformações geométricas.

A estas transformações são designados valores que configuram variáveis projetivas (MITCHELL, 1975). A maleabilidade do modelo possibilitada pelo controle de parâmetros permite ao projetista visualizar e avaliar as soluções em tempo real. No caso do desenho paramétrico a determinação das informações projetuais que definem a forma acontece já na fase inicial de concepção, o que exige uma clara delimitação dos objetivos (MITCHELL, 1975) e do processo geométrico gerador (FISCHER, HERR 2001).

A delimitação da forma a partir de parâmetros, conceitualmente, pode ser considerada uma atividade intrínseca ao exercício arquitetônico. Entretanto, na prática, a manipulação dos parâmetros sempre foi algo dificultado pelos meios de representação. Os meios informáticos cada vez mais tem possibilitado estabelecer processos interativos de controle da forma em tempo real e de maneira intuitiva. Entretanto, para alcançar um alto nível de controle é necessário formalizar as operações sobre a forma e conseqüentemente definir os processos projetuais.

Atualmente encontram-se disponíveis ferramentas que permitem uma aproximação à linguagem formal sem a exigência do domínio de linguagens de programação. Entretanto, para descrever uma forma faz-se necessário reconhecer suas leis de geração, seus parâmetros de controle, enfim, a sua geometria.

Estabelecer processos projetuais, no contexto de arquitetura, a partir desta perspectiva pressupõe atentar-se ao conhecimento geométrico. Formar um arquiteto para usufruir das possibilidades de uso de um sistema generativo significa investir em conhecimentos de geometria.

Este trabalho realiza um exercício de desenho de atividade didática com o propósito de observar as possibilidades de inserir em estágios iniciais de formação em arquitetura conceitos de sistemas generativos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do estudo foi feito nas seguintes etapas:

**Seleção do contexto de ensino/aprendizagem** : Esta atividade está inserida dentro do contexto do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas. Neste momento foi feito um ensaio buscando disciplinas que já se ocupam de dois temas implícitos: geometria e informática. Tendo em mente questões prévias, de requisitos para uma atividade projetual deste tipo, o exercício foi realizado nas disciplinas de Geometria Gráfica Digital III (GGDIII), ministrada no segundo semestre do curso, e Informática Aplicada ao Projeto de Arquitetura e Urbanismo I (Informática I), que é ministrada no quinto semestre do curso.

**Seleção da ferramenta para experimentação**: Para este exercício foi utilizada a plataforma Grasshopper (Scott Davidson) que é um aplicativo do programa Rhino 3D. As condições para escolha desta ferramenta basearam-se no fato da mesma já estar sendo experimentada no contexto da arquitetura e da oportunidade de apropriação ocorrida durante o workshop “Desenho Paramétrico Copa 2014” oferecido pelo PGDesign/UFRGS. O Grasshopper lida com algoritmos generativos e técnicas de modelagem associativa por meio de *visual scripting* ou linguagem de programação visual em que a construção geométrica é realizada pela conexão entre parâmetros e componentes (KHABAZI, 2010). Os elementos compositivos são representados por caixas com conectores dos dois lados (*input / output*) para que uma determinada informação geométrica seja introduzida, transformada e devolvida ao sistema, podendo servir de fonte para uma nova transformação (Figura 2 a direita). Com o modelo parametrizado pronto é possível então gerar inúmeras variações por meio de alterações nos parâmetros.

**Estruturação de situações didáticas e experimentação**: O propósito deste estudo é desenhar atividades que trabalhem com o conceito de superfícies geométricas aplicadas a arquitetura desenvolvendo-se a modelagem de obras que se utilizem destas superfícies em sua composição formal. Para este exercício foi escolhido o prédio do velódromo das Olimpíadas Londres 2012 do escritório Hopkins Architects (Figura 1), configurado por uma cobertura formada pela seção de um parabolóide hiperbólico.

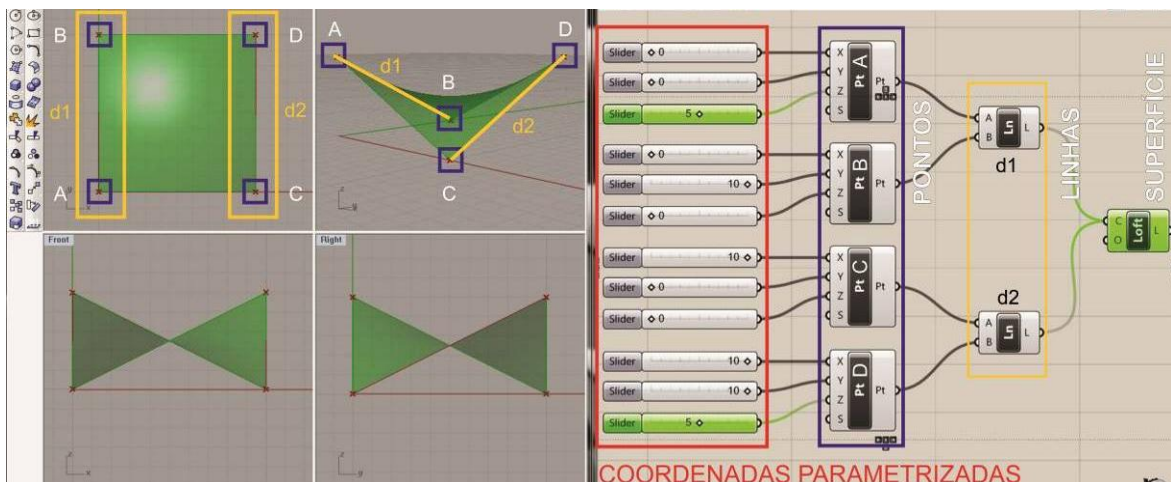


**Figura 1:** Velódromo - Londres 2012, Hopkins Architects. Fonte: [www.london2012.com](http://www.london2012.com)

O experimento com o processo paramétrico consiste então, em um primeiro momento, reproduzir a superfície geométrica que configura a obra, produzindo-se variações dessa superfície através do controle dos seus parâmetros. Logo após, criar um volume a partir do parabolóide gerado e a seção desse elemento para formar uma cobertura, seguindo-se pela variação dos parâmetros desse modelo para gerar outras configurações de seções. Ao final da atividade os alunos responderam um questionário em que puderam avaliar se este tipo de exercício e a abordagem paramétrica poderiam contribuir no processo criativo.

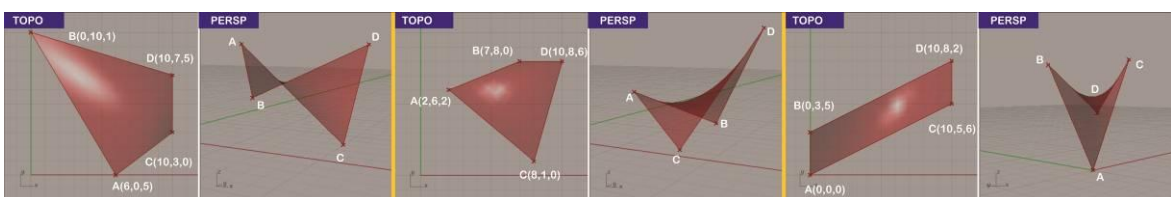
O processo de desenho paramétrico do parabolóide hiperbólico é desenvolvido em quatro etapas de geração, cada uma delas referindo-se à caracterização dos tipos de entes geométricos: 1) pontos; 2) linhas; 3) superfície; 4) configuração do parabolóide hiperbólico.

Inicialmente foram criados quatro pontos (A, B, C, D) que representam os vértices de um quadrado, sendo a posição de cada ponto parametrizada pelos valores de suas coordenadas no plano (figura 2 a esquerda acima). Logo após foram criadas duas linhas a partir dos pontos gerados (AB, CD), estas linhas representam as retas diretrizes que formam a superfície do parabolóide. A configuração do parabolóide hiperbólico foi então realizada através da alteração da altura dos pontos “A” e “D”, de modo que as retas diretrizes assumam direções opostas, ficando inclinadas e reversas (Figura 2).



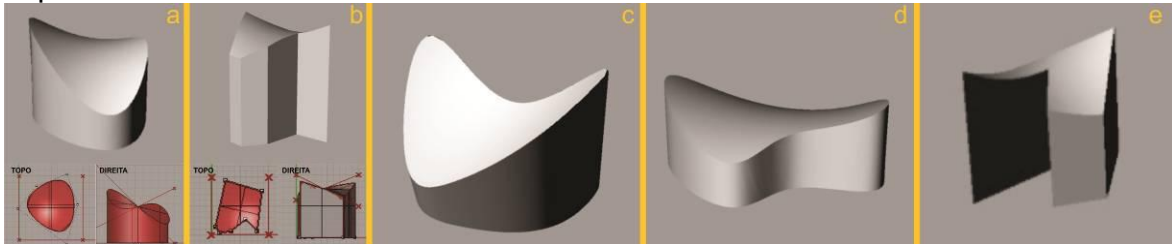
**Figura 2:** Geração do parabolóide hiperbólico pelo controle altura dos pontos “A” e “D” resultando na inclinação as retas diretrizes “d1” e “d2”.

Com o parabolóide gerado os alunos puderam experimentar variações da forma (Figura 3) por meio do controle numérico da posição dos pontos nas coordenadas “x”, “y” e “z”, essas transformações podiam ser exploradas dinamicamente e a visualização do resultado acontecia em tempo real.



**Figura 3:** Três exemplos (vista de topo e perspectiva) de variação formais realizadas a partir do parabolóide hiperbólico parametrizado.

Após finalizar o parabolóide que representa a cobertura, a próxima etapa foi a gerar a seção que daria origem as paredes. A seção foi gerada a partir do desenho livre de uma forma qualquer, que ao ser extrudada e interseccionada com o parabolóide produz um volume totalmente parametrizado, cujos limites verticais e cobertura em parabolóide poderiam ser modificados e visualizados dinamicamente (Figura 4). Com este modelo gerado os estudantes puderam produzir inúmeras variações formais a partir do controle dos parâmetros especificados.



**Figura 4:** Exemplos de volumes gerados a partir da seção do parabolóide hiperbólico.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a atividade foi possível perceber através da reação dos alunos, uma receptividade positiva em relação ao uso de uma abordagem paramétrica para o processo criativo. Com base nas respostas coletadas foi possível verificar que tanto na disciplina de GGD III, na qual o foco do exercício estava na compreensão geométrica como na disciplina de Informática I, na qual o foco estava na técnica computacional, a maioria dos alunos classificou a atividade entre fácil e moderada. As dificuldades observadas estavam relacionadas com o conhecimento da interface, a maioria dos alunos expressou que com mais prática no uso da ferramenta o procedimento de desenho seria mais fácil.

### 4. CONCLUSÕES

Com esta atividade foi possível observar tanto com alunos do segundo semestre com foco na geometria, como com alunos do quinto semestre com foco na informática, que o processo paramétrico apresentado contribuiu para a compreensão e para construção geométrica, bem como para o entendimento teórico básico do que é um sistema generativo e como ele pode contribuir para o processo criativo.

### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FISCHER, T.; HERR, C. M. **Teaching generative design**, In: *Proceedings of the 4th International Generative Art Conference*. Milão: Ed. SODDU, 2001.

KHABAZI, Zubin. **Generative Algorithms using Grasshopper**. Zubin Mohamed Kahbazi, 2010.

MITCHELL, William J. **The theoretical foundation of computer-aided architectural design**. ENVIRONMENT AND PLANNING B. 1975

OXMAN, Rivka. **Theory and design in the first digital age**. DESIGN STUDIES 27. Londres: Elsevier, 2005.