

## A ARQUITETURA DIGITAL E OS MODELOS DE GERAÇÃO DA FORMA: representação, concepção e produção da arquitetura contemporânea

### A ARQUITETURA DIGITAL E OS MODELOS DE GERAÇÃO DA FORMA

A evolução do design digital é um fenômeno que tem se desenvolvido rapidamente nas últimas décadas. Na arquitetura, o avanço da tecnologia computacional tem contribuído para o surgimento de novos *softwares*, redefinindo os processos de representação, concepção e produção da arquitetura, promovendo uma verdadeira revolução na arquitetura e fomentando a cultura digital.

A presente reflexão é fruto de um seminário realizado na disciplina Tecnologias de Concepção e Representação do Projeto (CID203), do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal de Alagoas, ministrada no último semestre letivo de 2015.

Busca-se contribuir com a discussão acadêmica acerca da arquitetura digital, com foco nos modelos de geração da forma e suas aplicações na produção arquitetônica contemporânea complexa.

### OS MODELOS DE GERAÇÃO DA FORMA

Rivka Oxman (2006) sistematizou as operações explícitas e implícitas nos modelos digitais em quatro categorias: (i) Representação (R); (ii) Geração (G); (iii) Avaliação (A); e (iv) Desempenho (D). Na categoria Geração, distinguiu os modelos de formação: (i) topológico, (ii) associativo, e (iii) baseado em movimento;

dos modelos generativos: (iv) gramática da forma e (v) evolucionário.

Os **modelos de formação** caracterizam-se pela utilização de técnicas digitais para a geração da forma, com ênfase nas qualidades formais/geométricas dos desenhos. Resulta na emergência de um projeto não determinístico, no qual o projetista possui uma alta capacidade de interação e controle do ambiente digital, sendo o produtor de ferramentas para a geração da forma.

Os **modelos generativos** caracterizam-se pelo fornecimento de mecanismos computacionais de processos de geração de formas, derivadas de regras, relações e princípios generativos. No processo generativo, o projetista interage com os mecanismos generativos e as formas resultam de processos pré-formulados, por meio de modulação interativa que proporciona o controle de escolhas das soluções.

### MODELO TOPOLÓGICO

A topologia é considerada uma geometria não euclidiana, podendo ser exemplificada por ações de encolher, esticar e deformar, chamadas de transformações homeomórficas. Consiste no estudo da estrutura da forma de objetos e não da sua geometria, resultando em formas geométricas complexas, incluindo superfícies topológicas ou hiper-superfícies. Associa-se também aos conceitos teóricos relacionados à morfologia de complexidade, tais como hiper-continuidade e hiper-conectividade

de.

O avanço da topologia ocorreu em paralelo ao desenvolvimento tecnológico, à medida que se aprimoravam os programas computacionais como o CAD (Computer-Aided Design) e as curvas NURBS (Non Uniform Rational B-Splines), possibilitando, finalmente, manipular as formas digitalmente, conformando o método topológico.

Arquitetos e obras: Caroline Bos e Van Berkel (UNStudio) – projetos: Ponte Erasmus, em Roterdã (Holanda), e do Museu Mercedes-Benz, em Stuttgart (Alemanha); Greg Lynn – autor da arquitetura “líquida”, identificada pelas superfícies maleáveis e flexíveis, e criador da arquitetura “blob”, na qual utiliza técnica de modelagem que gera formas com uso de *softwares* – projeto: Casa Embrionária (Fig. 1); Kas Oosterhuis (ONL) – projetos: Saltwater Pavillion, em Neeltje Jans (Holanda), e Majestic Wheel, no Qatar.

### MODELO ASSOCIATIVO

A modelagem paramétrica é um instrumento associativo que interliga componentes por uma série de parâmetros ou regras. A obtenção de combinações e de variações por meio desse instrumento exige um pensamento lógico, associativo e explícito sobre processos interativos (HARDY, 2011), o que requer disciplina, organização sobre o processo de projeto e pensamento abstrato. A parametria explora geometria associativa, descrevendo as relações entre objetos, criando relações de interdependência e definindo o comportamento dos objetos (OXMAN, 2008).

O modelo associativo baseia-se em técnicas de modelagem paramétricas que exploram a geometria associativa, pela qual as relações entre os objetos são, explicitamente, descritas, estabelecendo interdependências entre os vários objetos. Parâmetros específicos do projeto são declarados, e não sua forma; diferentes configurações podem ser criadas, modificando valores dos parâmetros (NATIVIDADE, 2010).

Arquiteto e obra: Ben Van Berkel, Caroline Bos e Tobias Walliser (UnStudio) – Museu Mercedes-Benz (Fig. 2), em Stuttgart (Alemanha), 2003 e 2006, um dos principais desafios técnicos foi encontrar o tamanho exato das 6.500 peças de vidro e sua melhor posição na fachada angular.

**Figura 01:** Casa embrionária  
**Fonte:** [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)

**Figura 02:** Museu Mercedes-Benz  
**Fonte:** [www.unstudio.com](http://www.unstudio.com)



Figura 3: London Aquatics Centre

Fonte: [www.zaha-hadid.com](http://www.zaha-hadid.com)

### MODELO BASEADO EM MOVIMENTO

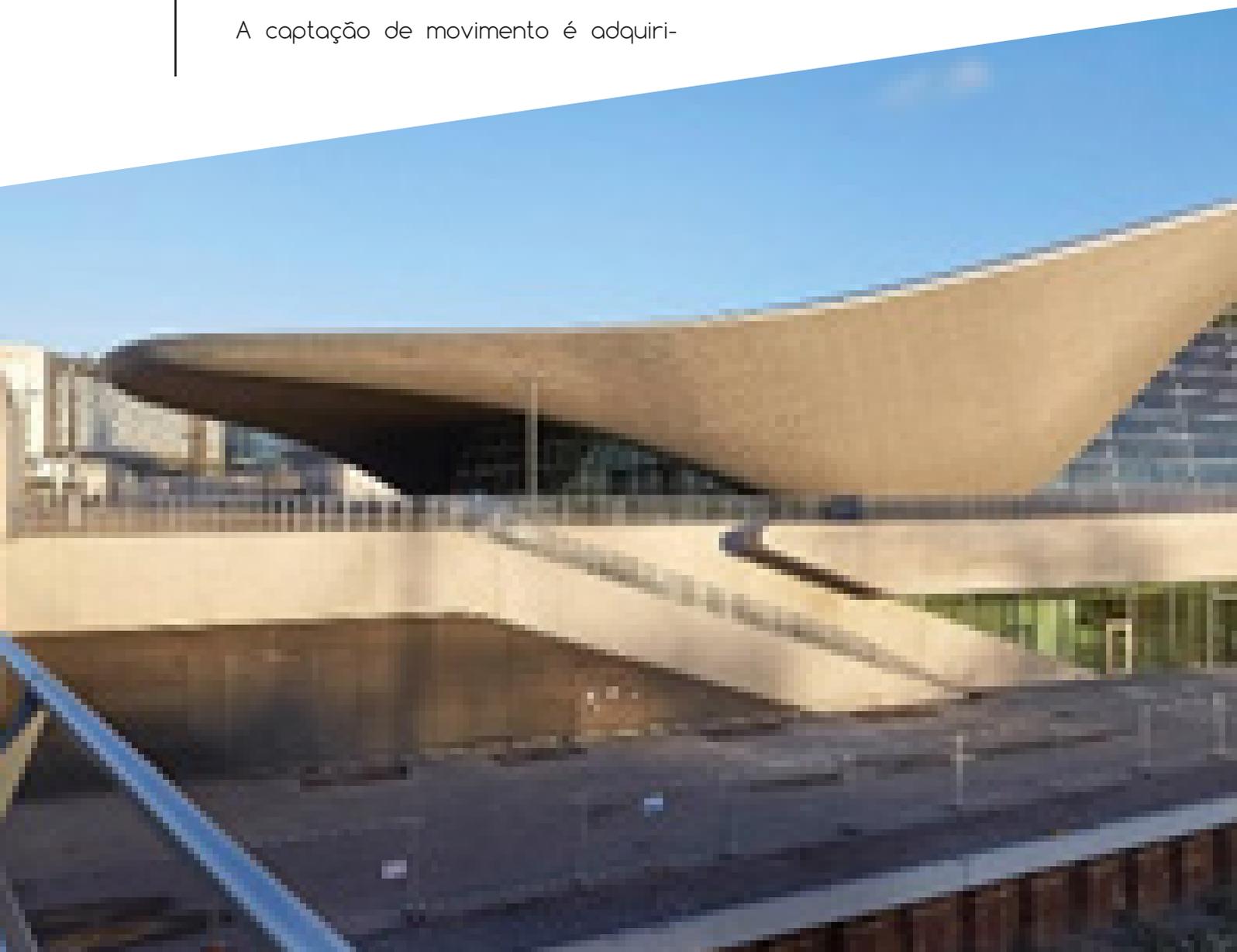
A arquitetura animada define-se pela copresença de força e movimento: a força aplicada sobre o objeto dispara o movimento e determina as deformações. Um dos paradigmas apresentados por esse modelo, refere-se à ausência de controle absoluto da forma final do resultado espacial por parte do arquiteto, já que essa é definida por um movimento que ele pode direcionar, porém não possui o controle do processo.

O modelo baseado em movimento tem contribuído para um novo potencial nos processos dinâmicos de geração das formas em projetos de arquitetura, possibilitando uma arquitetura complexa, gerada por intermédio de ferramentas digitais, tornando possível combinar e misturar elementos heterogêneos em continuidade fluida.

A captação de movimento é adquiri-

da de forma diferenciada por programas computacionais – como o Autodesk 3DMax, com o *plugin* krakatoa, e o programa Blender, com a caixa de comandos Particle System – tornando-se possível simular movimentos e convertê-los em traçados e formas espaciais (GARCIA, 2014).

Arquitetos e obras: Fresh Water Pavilion (NOX), que utiliza sensores aplicados no piso, que sofrem influência do pisar e pular, realizando releitura do movimento que a pedra faz ao cair na água; Blue Planet Aquarium (3XN), que traz o movimento das ondas em sua estrutura, formada por chapas de alumínio e vidros duplos; London Aquatics Centre (Zaha Hadid), que apresenta estrutura, piso e teto em concreto como material principal, e o vidro como vedação vertical (Fig. 3).



## MODELO DE GRAMÁTICA DA FORMA

A gramática da forma, desenvolvida no início da década de 1970, por George Stiny e James Gips (1972), é um sistema de geração de formas baseado em regras e tem sua origem no sistema de produção do matemático Emil Post (1943) e na gramática generativa do linguista Noam Chomsky (1957). Surgiu com o objetivo inicial, de servir à a pintura e à escultura. Ao invés de projetar diretamente, o artista definiria primeiro as regras de composição, sendo então capaz de combiná-las de diferentes maneiras e, assim, criar uma variedade de obras de arte.

O modelo gramática da forma constitui-se de expressões matemáticas de mecanismos computacionais que im-

pulsionam os processos de geração da forma, baseado num conjunto de regras que definem uma linguagem e permite explorar diferentes composições arquitetônicas (RIGH; CELANI, 2011).

Quando se aplicam as regras de uma gramática, altera-se um conjunto de formas iniciais compostas por formas primitivas (pontos, linhas, planos e volumes), que podem ser manipuladas por (STINY; GIPS, 1972) por meio de operações booleanas – como intersecção, união e subtração – ou por transformações euclidianas – como escala, rotação, reflexão e translação. À medida que as regras são aplicadas à figura inicial, surgem novas formas, e é possível reconhecê-las e aplicar novas regras sobre elas.

## MODELO EVOLUCIONÁRIO

Esse processo se tornou possível com os algoritmos genéticos desenvolvidos no campo da biologia (L-systems e Cellular Automata), na década de 1960, pelo cientista John Holland, com o objetivo de buscar melhores soluções em meios que se modificam. Os algoritmos criam mecanismos de adaptação entre elementos distintos, mantendo o seu desempenho e organização com inspiração nos sistemas biológicos, nos quais populações distintas são combinadas e selecionadas “naturalmente”, por meio de mutações calculadas de forma aleatória e outros fenômenos (NASCIMENTO, 2014).

O modelo evolucionário apropria-se de técnicas de geração de formas encontradas nos seres vivos da natureza, as quais derivam de uma codificação inspirada na genética de sistemas biológicos, pela qual o projetista insere as informações que resultam em um processo criativo de formas considerado evolutivo, à medida em que se aproxima da solução ideal almejada.

A computação digital e a exploração da complexa lógica encontrada em sistemas biológicos e ambientais levam à criação de algoritmos digitais que imitam esses sistemas para serem adap-



tados à arquitetura. São os relacionamentos entre as partes e sua lógica que permitem que algoritmos genéticos criem complexidade, por meio da repetição de regras simples (HOLLAND, 2011).

Arquiteto e obra: Centro Aquático Nacional de Pequim, (PTW Architects), projetado para as Olimpíadas de 2003, cujo envoltório apresenta forma complexa, na qual, segundo Weinstock (2010), é onde se verifica a aplicação de técnicas de arquitetura evolucionária.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, discutiram-se os modelos de geração da forma, propostos por Rivka Oxman, destacando-se como o domínio de ferramentas digitais de desenho e as tecnologias paramétricas permitiram o desenvolvimento de obras contemporâneas complexas.

.....

### REFERÊNCIAS

GARCIA, D. dos S. *Arquitetura performativa: A utilização do dprofiler para elaboração da forma arquitetônica*. Dissertação (mestrado em arquitetura e urbanismo). Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Ed: UnB. Brasília, 2014.

HARDY, S. *Parametricism: Student Performance Criteria (SPC)*. In: ASSOCIATION FOR COMPUTER AIDED IN ARCHITECTURE, ACADIA 2011, Lincoln: University of Nebraska, 2011, pp. 12-15.

HOLLAND, Nate. *Inform Form Perform. Parametricism (SPC) ACADIA Regional Conference Proceedings*. pp 131-140. University of Nebraska, 2011.

NASCIMENTO, Anelise V. *Fronteiras permeáveis entre a arquitetura e a biologia – processos de projeto digital*. Dissertação (mestrado em Arquitetura) Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

NATIVIDADE, Verônica Gomes. *Fraturas*

Os modelos de formação topológico, associativo e baseado em movimento servem de ferramenta ao projetista para a manipulação de formas por meio digital. Já os modelos generativos gramática da forma e evolucionário servem de ferramenta para a criação de novas formas, com base em processos pré-formulados.

O design digital vem, cada vez mais, revolucionando a representação, concepção e produção da arquitetura. Apontando para uma necessária transformação na cadeia produtiva da construção civil, desde projetistas na concepção até profissionais envolvidos na execução de obras arquitetônicas, para oferecer edifícios que retratem verdadeiramente esta era digital.

metodológicas nas arquiteturas digitais. São Paulo, 2010. 297p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo - USP.

OXMAN, R. *Theory and design in the first digital age*. Design Studies, n. 27. May 2006. p. 229-265.

OXMAN, Rivka. *Digital architecture as a challenge for design pedagogy: theory, knowledge, models and medium*. Design Studies, Vol. 29. 2008. pp. 99-120.

RIGHI, Thales Augusto Filipini; CELANI, Maria Gabriela C. *Displays interativos*. In: KOWALTOWSKI, Doris C.; (orgs). *O processo de projeto em arquitetura*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

STINY, G.; GIPS, J. *Shape grammars and the generative specification of painting and sculpture*. In: IFIP CONGRESS, 7., 1972, Amsterdam. Proceedings of .... : C. V. Freeman. 1460-1465.

WEINSTOCK, M. *The Architecture of Emergence: The Evolution of Form in Nature and Civilization*. Wiley 2010.