



XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

MODELO ASSOCIATIVO E DESIGN PARAMÉTRICO: DA SUBJETIVIDADE À PRECISÃO¹

LIMA, Camila Costa de (1); CORREIA, Dayane Alexandre (2); BARBOSA, Nádia Milena (3); TOLEDO, Alexandre Márcio (4)

(1) UFAL, e-mail: camilacostaa.26@gmail.com; (2) UFAL, e-mail: daycorrea_@hotmail.com; (3) UFAL, e-mail: nadiamilena@gmail.com; (4) UFAL, e-mail: alexandre.toledo@fau.ufal.br

RESUMO

O mundo atual, dominado por ferramentas digitais, viu surgir também arquiteturas pautadas pelo meio digital. Questiona-se até que ponto essas novas ferramentas podem auxiliar no processo de projeto em arquitetura, visto que, o papel tradicional do "designer como usuário" é estendido para "o designer como um construtor de ferramentas", que pode definir o seu comportamento transformacional. O objetivo desta reflexão teórica é identificar como o modelo associativo e as tecnologias paramétricas interferiram na metodologia de projeto, destacando o papel do arquiteto neste novo processo. Tendo como ponto de partida o texto seminal de Rivka Oxman, foca-se no modelo associativo de formação, explicitando-se as aplicações das tecnologias paramétricas na arquitetura contemporânea, e destacando-se obras paradigmáticas de três grupos de arquitetos e o software CATIA. Não há nada automático ou determinístico entre ação humana e reação do software na modelagem paramétrica/algorítmica. Embora o domínio do designer sobre a forma seja parcial, a geração dessa nova arquitetura é altamente dependente das habilidades do seu criador. É a manipulação indireta da forma que causa a dicotomia: controle das regras geradoras da forma x resultado formal, substituindo subjetividade por precisão no processo de projeto.

Palavras-chave: Modelo associativo. Modelagem paramétrica. Metodologia de projeto.

ABSTRACT

The current world dominated by digital tools, saw also arise guided architectures for digital media. Question is to what extent these new tools can help or hinder the design process in architecture, since the traditional role of "designer as user" is extended to "the designer as a toolmaker," you can set your transformational behavior. The purpose of this theoretical reflection is to identify how the partnership model and parametric technologies interfere in design methodology, and what is the role of the architect in this new process. Taking as its starting point the seminal text Rivka Oxman, focuses on the associative model of training, explaining the applications of parametric technologies in contemporary architecture, and highlighting paradigmatic works of three groups of architects and CATIA software. There is nothing automatic or deterministic between human action and reaction in parametric software / algorithmic modeling. Although the designer field on the form is partial, the generation of this new architecture is highly dependent on the skills of its creator. It is the indirect manipulation of form that causes dichotomy: control of the generating rules of the form x formal outcome, replacing precisely by subjectivity in the design process.

¹ LIMA, C. C. de; CORREIA, D.A.; BARBOSA, N. M.; TOLEDO, A. M. Modelo associativo e design paramétrico: da subjetividade à precisão. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

Keywords: *Associative model. Parametric modeling. Design methodology.*

1 INTRODUÇÃO

Desde o Renascimento, a arquitetura olhou para as ciências com o intuito de formalizar seus conceitos sobre forma e espaço. A atividade de projeto era entendida como o processo iterativo, baseado na tentativa e erro, na previsibilidade e na intuição. A presença da intuição como fonte de inspiração e decisão no projeto não são necessariamente explícitas. Daí a associação de “caixa preta” (TERZIDIS, 2006) ao aspecto intuitivo do modo conceutivo tradicional, no qual tanto o projeto quanto sua avaliação tendem a ser altamente subjetivos.

Diante das complexidades do paradigma digital, o mundo dominado por ferramentas digitais viu surgir arquiteturas também pautadas pelo meio digital. No contexto da nova produção arquitetônica, o Modelo Associativo surge como um grande avanço, pelo qual as novas tecnologias provocaram no processo do projeto.

Rivka Oxman (2006), em seu texto seminal *Teoria e design na primeira era digital*, 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, incluiu os modelos de formação: (i) topológico, (ii) associativo, e (iii) baseado em movimento; e os modelos de geração: (iv) gramáticas da forma e (v) evolucionário.

O objetivo desta reflexão teórica é identificar como o modelo associativo de formação, em particular, interfere na metodologia de projeto e concepção da arquitetura, assim como qual é o papel do arquiteto neste novo processo de projeto.

Questiona-se até que ponto essa nova ferramenta de trabalho pode auxiliar ou atrapalhar no processo de projeto, sobretudo na produção inicial (geração da forma), intermediária (avaliação da proposta) e final (materialização) do projeto, visto que, o papel tradicional do “designer como usuário” é estendido para “o designer como um construtor de ferramentas”, que pode definir o seu comportamento transformacional, como afirma Aish (2003).

A reflexão teórica é fruto de Seminário apresentado 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, realizada no último semestre letivo de 2015.

Inicia-se pela compreensão do conceito de modelo associativo e modelagem paramétrica, detalham-se as tecnologias paramétricas e associativas, destacando-se obras de três importantes escritórios de arquitetura: o alemão UnStudio, arquitetos Ben van Berkel, Crolin Bos e Tobias Walliser; o suíço Herzog & de Meuron, arquitetos Jacques Herzog e Pierre de Meuron; e o americano Frank Gehry Partners, do arquiteto

homônimo. Destaca-se também a empresa Gehry Technologies, mediante a utilização do software CATIA.

2 MODELO ASSOCIATIVO E MODELAGEM PARAMÉTRICA

Segundo Oxman (2006), o modelo de design associativo de formação se baseia em técnicas de modelagem paramétricas que exploram a geometria associativa, pela qual as relações entre os objetos de design paramétricos são explicitamente descritas, estabelecendo interdependências entre os vários objetos. Pode-se dizer que há geometria associativa "quando as regras paramétricas são usadas para descrever relações entre objetos" (NATIVIDADE, 2010 p. 123).

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 deste instrumento exige um pensamento lógico, associativo e explícito sobre processos iterativos (HARDY, 2011), o que requer disciplina, organização sobre o processo de projeto e pensamento abstrato.

Por meio de um sistema computacional hierárquico, partes separadas de um edifício durante o processo de projeto estão ligadas por uma série de ramificações interconectadas a um "globo" ou a uma base matriz geométrica na qual qualquer mudança ou atualização automaticamente muda ou atualiza todas as partes interconectadas do edifício, sem a necessidade de fazer mudanças manuais das partes separadas para acomodar o todo. Por exemplo, se o tamanho e o formato de uma plataforma mudam, todas as configurações dos painéis tridimensionais da fachada e caixilho também se atualizam. Em vez de semanas para redesenhar e remodelar todas as partes do projeto, o modelo se atualiza em segundos. O oposto também é possível, se o tamanho do caixilho tem uma modulação prescrita pelo fabricante, por exemplo.

Essas restrições dos componentes modulares podem automaticamente redefinir a geometria do todo para manter uma total modularidade na forma global do edifício. Desta forma, o uso do desenho paramétrico permite ao arquiteto explorar múltiplas alternativas em um ambiente interativo, permitindo comparar diferentes opções e escolher a mais adequada e aceita pelos responsáveis do projeto.

O 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 descrevendo as relações entre objetos, criando relações de interdependência e definindo o comportamento dos objetos (OXMAN, 2008 p. 106).

A arquitetura internacional recente demonstra claramente que a modelagem paramétrica e a fabricação digital têm amparado os arquitetos

e engenheiros numa renovação no modo de construir.

O uso de parâmetros para definir a geometria de elementos construtivos, no âmbito da construção civil, tem provado ser cada vez mais eficaz no processo de projeto. Edifícios são compostos literalmente de milhares de partes individuais, e de um grande número de conexões.

No caso do Museu Mercedes-Benz (Fig. 1), em Stuttgart (Alemanha), projeto concebido entre 2003 e 2006, pelos arquitetos Ben van Berkel, Croline Bos e Tobias Walliser, do UnStudio, um dos principais desafios técnicos nesse projeto foi encontrar o tamanho exato das 6.500 peças de vidro e sua melhor posição na fachada angular.

O edifício foi composto com menos de cem parâmetros, os quais continham sua geometria e possibilitaram administrar as inúmeras mudanças durante seu processo de realização e verificar as consequências trazidas a cada nova decisão tomada. Sem essa administração rigorosa da geometria, não haveria tanta liberdade na arquitetura do Museu Mercedes-Benz.

Figura 1 – Museu Mercedes-Benz



Fonte: Lee (2009)

No Museu Mercedes-Benz, o modelo paramétrico foi produzido após a realização do projeto inicial. Porém, o arquiteto Arnold Walz, contratado para trabalhar na geometria do edifício e transformar o conceito do museu em um desenho paramétrico, concluiu:

"usando algoritmos generativos e computação para gerar o desenho inicial do edifício, pode-se trazer novos níveis de coordenação entre criatividade e otimização para a mediação de fluxos do meio ambiente, da estrutura, da escolha do material, da fabricação dos componentes e da construção do edifício".

Com todas as facilidades geradas por esse novo modelo de formação, por meio das tecnologias desenvolvidas, não é difícil perceber sua grande interferência no ato de projetar contemporâneo. Como diz Kolarevic (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.”

Desta forma, o choque do novo não se relaciona somente à descoberta de um novo vocabulário de formas, mas na consolidação de novas abordagens de projeto (OXMAN, 2006 p.262). Os recursos tecnológicos têm contribuído para avanços significativos sobre o domínio de formas de grande complexidade, sobretudo para novos estudos a respeito da geometria topológica.

A partir de programas como o Rhinoceros, que opera com recursos NURB (Non Uniform Rational Beta Splines), e do Grasshopper, pôde-se avançar na investigação de formas e superfícies topologicamente contínuas. Não se trata mais de operar apenas sobre elementos geométricos como linhas e planos, trata-se de operar sobre parâmetros que subjazem à construção geométrica da forma. Assim, a manipulação topológica dos pontos e curvas no espaço, que constituem os elementos geométricos, é que impulsiona as construções de grande complexidade formal e espacial na atualidade.

3 TECNOLOGIAS PARAMÉTRICAS E ASSOCIATIVAS NA OBRA DE FRANK GEHRY

Atualmente as técnicas formais em tecnologias paramétricas e associativas, oferecem ambientes de suporte de design em que o designer pode definir as propriedades genéricas de uma estrutura geométrica dentro de um quadro definido pelo usuário. Nas técnicas de design paramétricas, a geometria complexa não padrão, pode ser gerada e manipulada (OXMAN, 2006 p. 20).

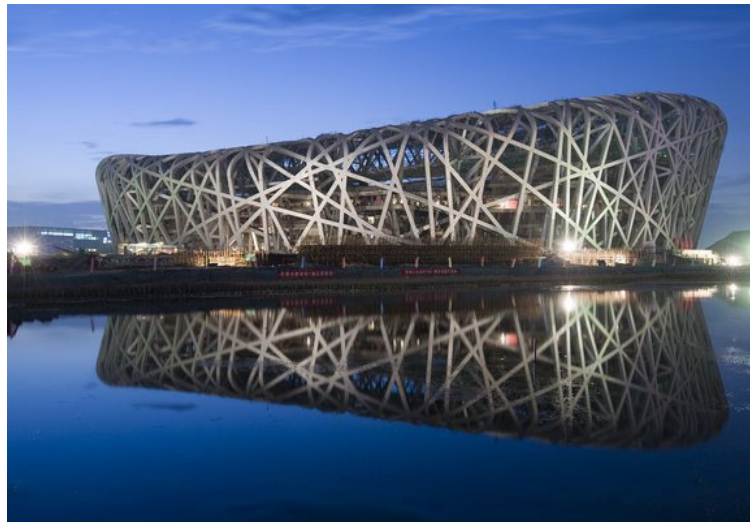
Softwares paramétricos permitem o usuário controlar o seu tipo e nível de interação com o meio de representação, manipular e aperfeiçoar geometrias complexas, enquanto trabalha em áreas problemáticas como o projeto de forma estrutural. Com isso, como aponta Oxman (2006), o papel tradicional do “designer como usuário” é estendido para “o designer como um construtor de ferramentas” que pode definir seus próprios componentes geradores, e definir o seu comportamento transformacional (AISH, 2003).

No Estádio Nacional de Pequim (Fig. 2), projeto dos arquitetos suíços Jacques Herzog & Pierre de Meuron, concebido entre 2003-2008, o processo de projeto incluiu engenharia reversa tanto na estrutura como no design da arquitetura.

Codifica-se essa lógica paramétrica, para permitir modificações dimensionais iterativas em um modelo de projeto global altamente detalhado. Definiram-se catálogos de elementos estruturais inteligentes,

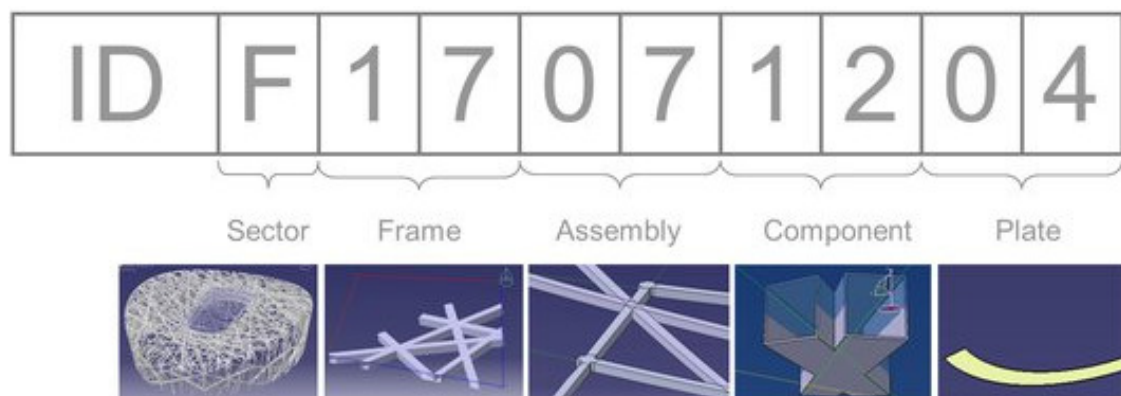
reconfiguráveis e instanciados para desenvolver o projeto, a partir do desenho paramétrico (Fig. 3).

Figura 2 – Estádio Nacional de Pequim



Fonte: gehrytech.com (Acessado em 2016)

Figura 3 – Geração da forma por Algoritmos (Estádio Nacional de Pequim)



Fonte: gehrytech.com (Acessado em 2016)

A abordagem de modelo paramétrico no projeto do Estádio Nacional de Pequim permitiu um rápido desenvolvimento de instruções de design, engenharia e fabricação no início do desenvolvimento do projeto. Além disso, possibilitou que as informações fossem atualizadas automaticamente durante as mudanças de design.

Mais tarde, no desenvolvimento do projeto, mudanças de engenharia de valor significativo foram iniciadas, incluindo a remoção de um teto retrátil pré-elaborado. Através de modelagem paramétrica, o design, o modelo e os desenhos foram revistos para refletir a nova estratégia em tempo mínimo (menos de três semanas). A modelagem paramétrica também é substancialmente assistida na resolução de outras geometrias complexas, incluindo as escadas curvas de saída, a estrutura do exterior e as superfícies

dos interiores.

3.1 Gehry Technologies

A Gehry Technologies (GT) é uma empresa de tecnologia AEC, para o fornecimento de soluções de ponta para projetos desafiadores da indústria da construção civil. Essa empresa foi criada a partir de Gehry Partners, uma equipe de pesquisa e desenvolvimento. Desde a sua formação em 2002, a empresa tem crescido como um líder internacional em tecnologia orientada à entrega do projeto, com escritórios em quatro continentes e projetos ao redor do mundo.

Vinte anos atrás, a prática arquitetônica de Frank Gehry foi pioneira de uma nova tecnologia com a entrega de projetos de construção complexos. Ao adotar métodos e tecnologias automobilísticas e aeroespaciais, trabalhando diretamente em um ambiente digital em 3D compartilhado, a empresa de arquitetura concebeu projetos sem precedentes com um controle de orçamentos, cronogramas e qualidade.

3.2 Programa CATIA

O software tridimensional CATIA foi criado diretamente da indústria aeroespacial para o desenvolvimento de ferramentas mais sofisticadas que poderiam não só ajudar a aperfeiçoar o processo de implementação, mas também atender a uma complexidade crescente do design da aviação.

O CATIA pode ser definido como um software de multi-plataformas, pois se aplica em Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Manufacturing (CAM) e Computer Aided Engineering (CAE), favorecendo e viabilizando sua projeção, prototipagem e construção. Com o tempo o CATIA foi adaptado para o uso específico em Arquitetura recebendo o nome de Digital Project e sendo comercializado pela Gehry.

Em 1975, a Avion Marcel Dassault adquiriu a licença do CADAM (Computer Augmented Drafting and Manufacturing) dando os primeiros passos para uma nova parceria que favorecerá um novo conceito de design e tecnologia.

Em 1977, a empresa formou sua própria equipe de desenvolvedores, e até o final da década de 70, os programadores da Dassault haviam criado o antecessor do CATIA, tornando-se o primeiro software a trazer a modelagem tridimensional para o processo de design. Em 1980, Avions Marcel Dassault decidiu comercializar o CATIA a outros fabricantes aeroespaciais. Em um acordo com a IBM, a empresa Dassault conseguiu o parceiro ideal para comercializar, distribuir e fornecer suporte técnico para o CATIA, tornando o software acessível em todo mundo.

Os benefícios do CATIA são muitos, além de ser um software multiplataformas que dá suporte a todas as etapas de desenvolvimento e criação de produtos, também oferece várias ferramentas que ajudam a criar projetos de forma correta logo na primeira vez, garantindo assim a agilidade do

projeto.

Contudo, apesar de o foco inicial ser a indústria da aviação, os novos e poderosos recursos do CATIA foram assimilados rapidamente pelo mundo da indústria de produção, tornando a indústria automobilística um dos mercados mais importante da Dassault Systemes. O software superou as expectativas, descobrindo clientes na indústria naval e e outras industriais.

Na arquitetura, a utilização do software CATIA tornou-se pioneira quando o renomado arquiteto Frank Gehry, ganhador do Pritzker Prize de 1989, o utilizou em seu projeto, o museu Guggenheim de Bibao na Espanha (Fig. 4). O museu emerge como um dos edifícios mais visitados e comentados no mundo, por sua arquitetura de alta tecnologia e formas inusitadas, a sua execução só se tornou possível devido à utilização do software.

Figura 4 - Museu Guggenheim de Bibao na Espanha



Fonte: architetur.wordpress.com (Acessado em 2016)

Assim se inicia a utilização de softwares BIM em projetos de alta escala. Em suas obras, Gehry confronta as regras e paradigmas da Arquitetura desafiando as leis da física com suas formas inusitadas, trabalhando a beleza e a tecnologia de forma paralela, que só pode ser concebida graças ao computador e seus cálculos precisos.

4 CONCLUSÕES

Nesta reflexão teórica, focou-se no modelo associativo de formação, visando identificar como as tecnologias paramétricas interferiram no processo de projeto de obras contemporâneas paradigmáticas.

Nos edifícios de alta complexidade geométrica, como no Museu Mercedes-Benz, no Estádio Nacional de Pequim e no Museu Guggenheim de Bilbao, o desenho paramétrico pôde trazer um melhor controle e uma melhor coordenação por meio da automação, na criação do desenho e também no processo de fabricação.

Partindo do conceito de que criatividade é a combinação original de ideias conhecidas, pode-se dizer que arquitetos são criativos quando produzem combinações e associações incomuns de ideias, com resultados não

previstos a priori. Nesse sentido, a Modelagem Paramétrica permite expandir, de modo ágil, o número de combinações entre as variáveis de projeto, proporcionando a obtenção de descobertas inesperadas. Entretanto, vale salientar que a obtenção de combinações e de variações por meio deste instrumento requer disciplina, organização sobre o processo de projeto e pensamento abstrato.

Apesar de o computador atuar sobre o processo de projeto, não há nada automático ou determinístico entre ação humana e reação do software na metodologia paramétrica/algorítmica. Embora o domínio do designer sobre a forma seja parcial, a geração dessas novas arquiteturas é altamente dependente das habilidades do seu criador. Como afirma Robert Aish, é a manipulação indireta da forma que causa a dicotomia: controle das regras geradoras da forma x resultado formal.

O modelo associativo e o design paramétrico contribuíram para o entendimento das diferenças entre o método de concepção “tradicional”, arraigado de subjetividade, e a atual inovação tecnológica dentro da arquitetura que se faz cada vez mais precisa. Sendo possível destacar as 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 à relação do projetista com a representação no papel ou na tela do computador.

REFERÊNCIAS

AISH, Robert. Extensible computational design tools for exploratory architecture, in: KOLAREVIC, Branko (ed) **Architecture in the digital age**. Spon Press, New York, 2003.

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

KOLAREVIC, Branko. **Architecture in digital age: design and manufacturing**. New York: Spon Press, 2003.

LEE, Franklin; BEAURECUEIL, Anne S. de. Museu Mercedes-Benz e o modelo de arquitetura paramétrica . UNStudio . Stuttgart, Alemanha . 2002/2006. **Revista AU**, Edição 181, Abr. 2009.

NATIVIDADE, Verônica Gomes. **Fraturas 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, Rivka. Theory and design in the first digital age. **Design Studies**, Vol. 27. 2006. pp 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.

TERDIZIS, Kostas. **Algorithmic architecture**. Oxford: Architectural Press, 2006.