

EIXO PROJETO

O URBANISMO PARAMÉTRICO DE ZAHA HADID:
Emergências, Limites e Perspectivas.

ROBSON CANUTO DA SILVA

Arquiteto e Urbanista (UFPE) | Mestrando no Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano da Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Rua 2ª Travessa Djalma Dutra. N. B-16. Olinda-PE

robsoncanuto.arq@gmail.com

LUIZ MANUEL DO EIRADO AMORIM

Arquiteto e Urbanista (UFPE) | Professor Associado do Dep. de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Rua Professor Moraes Rego S/N, CAC - Centro de Artes e Comunicação, Campos da UFPE, Cidade Universitária, Recife-PE
Telefone: (81) 2126.8311

amorim.l@gmail.com

RESUMO

Nas últimas décadas, houve um avanço extraordinário no desenvolvimento de ferramentas de desenho paramétrico, sistema no qual os parâmetros do modelo é que são declarados e não a sua forma. Essas tecnologias vêm sendo paulatina e deliberadamente transladadas das indústrias aeroespacial e automotiva para Arquitetura e para o Urbanismo, constituindo o que vem sendo chamado de *urbanismo paramétrico* - um procedimento teórico e metodológico desenvolvido no âmbito da prática do escritório *Zaha Hadid Architects* para o projeto urbano de larga escala. No entanto, é verificado nos discursos de vários autores envolvidos com a prática do referido escritório que, apesar das potencialidades oferecidas pelo *urbanismo paramétrico* para aumentar a eficiência e qualidade das propostas urbanas, o modelo é sensível apenas a parâmetros formais, ambientais e funcionais. Parâmetros de configuração do espaço, fundamentais para o entendimento das dinâmicas urbanas, bem como para a proposição de novas formas urbanas, não são explorados. Este artigo analisa, portanto, a emergência desse novo modelo de urbanismo, procurando identificar seus limites e apontar perspectivas para seu aprimoramento. O artigo está estruturado em três tópicos principais: (1) *Emergências*, onde se discute a emergência do *urbanismo paramétrico* no contexto das recentes teorias do Design e da Computação; (2) *Limites*, onde são apresentados os pressupostos teóricos do *urbanismo paramétrico* e analisados três projetos urbanos produzidos pelo escritório *Zaha Hadid Architects* entre os anos de 2001 e 2008 (*One North Masterplan*, em Cingapura; *Kartal-Pendik Masterplan*, em Istambul e *Thames Gateway*, em Londres), procurando identificar os parâmetros explorados e apontar as limitações do modelo; e, por fim, (3) *Perspectivas*, um tópico conclusivo, onde são propostas possibilidades de aprimoramento do modelo a partir da introdução de parâmetros de configuração espacial, fundamentados nos paradigmas de urbanidade e formalidade, como formulados por Frederico de Holanda. Argumenta-se que o modelo poderia ser aprimorado se tais parâmetros fossem explorados.

Palavras chaves: *urbanismo paramétrico, projeto urbano, sintaxe espacial, projeto.*

ABSTRACT

In the last decades, there has been an extraordinary advance in the development of parametric design tools. In parametric design, it is the parameters of a particular object that are declared, not its shape. These technologies have been transferred from aerospace and automotive industries to Architecture and Urbanism, to constitute what is been known as parametric urbanism, a theoretical and methodological procedure developed in the context of the Zaha Hadid Architects' practice, whose large scale urban design proposals have frequently applied parametric design tools. In spite of the great potentialities offered by parametric urbanism theories and tools for enhancing the efficiency and quality of urban design proposals, it is verified that the model is just sensitive to formal, environmental and functional parameters. Space configuration parameters, fundamental to the understanding of urban dynamics as well as to propose new urban forms, are not explored. This paper analyses, therefore, the emergency of this new model of urbanism, in order to identify its limits and to show perspectives to its improvement. The paper is structured in three main topics: (1) *Emergencies*, which discuss the emergency of parametric urbanism in the context of the recent Design and Computation theories and practices; (2) *Limits*, which presents parametric urbanism theories and analyses three urban projects designed by Zaha Hadid Architects between 2001 and 2008 (One North Masterplan, in Singapore; Kartal-Pendik Masterplan, in Istanbul and Thames Gateway Masterplan, in London), in order to identify the explored parameters and the limitations of the model; and, finally, (3) *Perspectives*, which proposals possibilities of improvement of the model through the introduction of space configuration parameters, based on *paradigma de urbanidade* and *paradigma de formalidade*, as formulated by Frederico Holanda. We argue that the referred model can be improved if spatial parameters are introduced.

Keywords: *parametric urbanism, urban design, space syntax, design.*

RESUMEN

En las últimas décadas, hubo un avance extraordinario en el desarrollo de herramientas del diseño paramétrico, sistema en el cual los parámetros del modelo son los que están declarados y no su forma. Estas tecnologías están siendo deliberada y gradualmente trasladadas desde las industrias aeroespaciales y automotoras para la Arquitectura y Urbanismo, constituyendo lo que se está llamando *urbanismo paramétrico* - un procedimiento teórico y metodológico desarrollado en el ámbito práctico del despacho del arquitecto Zaha Hadid para el proyecto urbano de ancha escala. Sin embargo, se verifica, en los discursos de algunos autores implicados en la práctica del despacho mencionado, que a pesar de las potencialidades ofrecidas por el *urbanismo paramétrico* para aumentar la eficacia y la calidad de las ofertas urbanas, el modelo es sensible solamente a los parámetros formales, ambientales y funcionales. Los parámetros de la configuración del espacio, elementales no sólo para la comprensión de la dinámica urbana, sino para la proposición de nuevas formas urbanas, no son abordados. Este artículo analiza por lo tanto, la emergencia de este nuevo modelo de urbanismo, buscando identificar sus límites y destacar perspectivas para su perfeccionamiento. El artículo está estructurado en tres tópicos principales: (1) *emergencias*, en el cual se investiga la emergencia del *urbanismo paramétrico* en el contexto recientes de las teorías del *Design* y de la Informática; (2) *Límites*, en el cual son presentados las premisas teóricas del *urbanismo paramétrico* y analizados tres proyectos urbanos producidos por el despacho *Zaha Hadid Architects* entre los años 2001 y 2008 (*One North Masterplan*, a Cingapura; *Kartal-Pendik Masterplan*, a Istambul y *Thames Gateway*, a Londres), buscando identificar los parámetros investigados y destacar las limitaciones del modelo; y al final, (3) *Perspectivas*, un tópico conclusivo, en el cual son propuestas posibilidades de perfeccionamiento del modelo a partir de la introducción de parámetros de configuración espacial, fundamentados en los paradigmas de urbanidad e formalidad, como los formulados por Frederico de Holanda. Se argumenta que el modelo podría ser perfeccionado si los parámetros referidos fueran explorados.

Palabras clave: *urbanismo paramétrico, diseño urbano, espacial sintaxis, proyecto.*

O URBANISMO PARAMÉTRICO DE ZAHA HADID:

Emergências, Limites e Perspectivas.

1. INTRODUÇÃO

Zaha Hadid, nascida em Bagdá e radicada em Londres, ficou conhecida nos anos 80 pelo caráter inovador de suas idéias arquitetônicas e pela postura experimental de suas propostas. Encontrou nos concursos internacionais de arquitetura a oportunidade ideal para desenvolver suas reflexões sobre novas formas de projetar e testar os limites da representação arquitetônica por meio de recursos gráficos e digitais. Seus desenhos e pinturas, fortemente influenciados pela arte construtivista russa, têm sido importantes instrumentos na sua forma de interpretação de problemas arquitetônicos e urbanos e de criação, resultando em uma abordagem propositiva extremamente pessoal. Venceu vários concursos de projeto, sem, no entanto, tê-los construído, a exemplo do *The Peak Club* (1983), em Hong Kong. Durante os anos 90, realizou diversas obras de pequeno porte como a *Vitra Fire Station* (1993), uma estação de bombeiros para a fábrica de móveis Vitra, em Weil am Rhein, na Alemanha, conquistando definitivamente a proeminência internacional, o que a levou a receber o Prêmio Pritzker em 2004. Integrante do grupo que ficou conhecido como os sete cavaleiros do desconstrutivismo, ao lado de Frank Gehry, Peter Eisenman, Bernard Tschumi, Coop Himmelb(l)au, Daniel Libeskind e Rem Koolhaas, Zaha Hadid foi igualmente influenciada pelas teorias de desconstrução de Jacques Derrida e pelas teorias da dobra de Gilles Deleuze. Segundo Hadid (2004: 01), enquanto a desconstrução abriu ao máximo as possibilidades de composição arquitetônica, permitindo a variação de ângulo, a irregularidade de formas e a colisão de figuras, a dobra introduziu o uso dinâmico da curva, das linhas *Splines* e das superfícies *NURBS*.¹ Grande parte de seus projetos emerge dessas novas possibilidades compositivas.

Nos últimos anos, juntamente com seu sócio Patrick Schumacher, Zaha Hadid vem ampliando sua escala de atuação, desenvolvendo uma série de projetos urbanos com forte caráter experimental. Explora, por um lado, o vocabulário tipológico da tradição urbanística e, por outro, modelos geométricos complexos, conceitos

¹ NURBS (*Non Uniform Rational Basis Spline - B-Spline Não-uniforme e Racional*) é um modelo de representação gráfica que descreve matematicamente os parâmetros de uma superfície curva complexa. É um modelo de bastante empregado para representar a geometrias amorfas ou superfícies livres com bastante precisão. Neste sistema, diferente dos sistemas CAD tradicionais, as linhas *B-spline Não-uniforme e Racional* são a base para a geração de formas. Essas linhas curvas que compõem as superfícies podem ser continuamente ajustadas e recalculadas mediante o uso fórmulas algorítmicas. Portanto, os sistemas de representação NURBS são inerentemente mais dinâmicos, uma vez que as superfícies e os objetos são desenvolvidos em uma relação mutável com a superfície.

matemáticos e ferramentas de desenho paramétrico nos processos de desenho urbano, visando ao desenvolvimento experimental de novas formas urbanas ou novas geometrias urbanas complexas. A linguagem experimental e personalista de Zaha Hadid no campo do desenho urbano vem ao encontro das expectativas geradas pelo planejamento estratégico de diversas cidades, uma vez que os projetos urbanos elaborados por ela são capazes tanto de responder à demanda para renovação de grandes áreas urbanas como também de estabelecer uma imagem simbólica, emblemática e vendável para favorecer o marketing urbano. São projetos recentes como o *One North Masterplan*, em Cingapura; *Zorrozaurre Master Plan*, em Bilbao, o *Kartal-Pendik Masterplan*, em Istambul e o *Thames Gateway Masterplan*, em Londres.

Tais processos inovadores de projeção e de representação arquitetônica e conseqüentes projetos urbanos vêm sendo chamados por Zaha Hadid e Patrick Schumacher de urbanismo paramétrico ², ou seja, aquele que, além de outros aspectos que serão discutidos adiante, emprega sistemas de desenho paramétrico na produção de projetos urbanos. Neste, “são os parâmetros de um determinado objeto que são declarados e não a sua forma”, ou seja, o foco de interesse não é a forma em si, mas os parâmetros ³ que a geram (KOLAREVIC, 2000a: 253). Essas ferramentas “originalmente desenvolvidas nas indústrias aeroespacial e automotiva como uma forma de possibilitar o desenho de formas curvas complexas, há muito vêm tendo um forte impacto no processo de projeto de edifícios” (FERRE *et al*, 2007: 51), especialmente por aprimorar a concepção e a representação gráfica digital de componentes construtivos. Nos últimos anos, porém, técnicas e tecnologias de desenho paramétrico vêm sendo paulatina e deliberadamente transladadas da indústria de componentes para a arquitetura e para o urbanismo, sob o argumento de que os sistemas paramétricos possibilitam gerar, rapidamente, diferentes alternativas a partir da simples alteração de valores de um parâmetro particular, permitindo a geração de diferentes cenários arquitetônicos e urbanos para serem posteriormente avaliados, facilitando a tomada de decisão durante o processo de criação.

Todavia, observa-se que, apesar das potencialidades oferecidas pelo urbanismo paramétrico para aumentar a eficiência e qualidade das propostas de desenho urbano, o modelo é sensível apenas a parâmetros formais, ambientais e funcionais. Embora Zaha Hadid admita em seu discurso que “um bom projeto urbano deve animar o solo” (MARCUS, 2008), os parâmetros com os quais ela trabalha não são suficientes para garantir tal animação. Parâmetros de configuração do espaço (HILLIER, 1996; HILLIER & HANSON, 1984; HILLIER *et al*, 1993), fundamentais para o entendimento das morfologias e das dinâmicas urbanas, não são explorados pelo urbanismo paramétrico, seguindo o urbanismo moderno, que privilegiou determinados

² Embora a expressão *urbanismo paramétrico* apareça pela primeira vez na literatura no texto *Towards a Parametric Urbanism* de autoria do arquiteto David Gerber, publicado originalmente em 2006 pela revista francesa *Anomalie Digital*, neste trabalho iremos atribuí-la a Zaha Hadid e Patrik Schumacher. Patrik Schumacher é PHD pela Klagenfurt University, co-diretor do DRL (*Design Research Laboratory*) da *Architectural Association School* de Londres e sócio do escritório *Zaha Hadid Architects* desde 1988. Em 2005, o termo *urbanismo paramétrico* já aparece como agenda de pesquisa do DRL. Consultar: SCHUMACHER, P; VEREBES, T.; SPYROPOULOS T.; OBUCHI, Y. *DRL Course Guide 05-06*. Architectural Association School. London: 2005. Disponível em: <http://www.aaschool.ac.uk/aadr/ABOUT/DOWNLOADS/parametric_urbanism_briefs/parametric_urbanism_briefs.pdf>. Acesso em: Agosto, 2008.

³ O termo *parâmetro* é comumente empregado em diversas disciplinas como a Física, a Computação e o Urbanismo, entre outras, porém, com significações distintas. O termo pode referir-se tanto a todo o elemento cuja variação de valor altera a solução de um problema sem alterar-lhe a natureza, o sentido mais técnico ou matemático da palavra, como também a qualquer fator que determina um limite de variação e/ou que restringe o que pode resultar de um processo ou política, ou seja, aquilo que serve de controle para uma determinada ação. Neste último, o significado mais próximo é o de limite ou fronteira. Na maior parte deste trabalho, empregaremos o termo em seu sentido mais técnico ou matemático.

parâmetros da forma urbana e subverteu a lógica da morfologia da cidade tradicional, trazendo conseqüências desastrosas para a vida urbana (PEPONIS, 1989; HOLANDA, 2003).⁴ Neste prisma, esses projetos, assim como grande parte dos projetos urbanos produzidos pelas estrelas da arquitetura contemporânea internacional, continuam sendo essencialmente modernos, embora sigam uma ideologia pós-moderna (BRANDÃO, 2002; KELBAUGH, 2001: 14.1-14.8). Segundo Brandão (2002) tais projetos urbanos “ainda parecem ser concebidos como grandes e isolados projetos arquitetônicos”. E continua: “são muitos os arquitetos urbanistas que se mostram mais preocupados com a originalidade dos seus próprios projetos do que com as supostas articulações das suas propostas com os projetos dos seus colegas e, em última instância, com a integração do seu projeto ao plano urbano” [como um todo] (BRANDÃO, 2002). Essa visão é também compartilhada por Kelbaugh (2001) que enquadra tais projetos em uma categoria emergente de urbanismo - o “pós-urbanismo”. Segundo Kelbaugh:

O pós-urbanismo é heterotópico, sensacionalista e pós-estruturalista; ele continua sendo essencialmente moderno, embora siga uma agenda estilística pós-moderna, geralmente desconstrutivista influenciada filosoficamente por Derrida. O pós-urbanismo é estilisticamente sensacionalista porque tenta impressionar [...] com arquitetura e urbanismo sempre intrigante e provocativo. Como o Modernismo, sua linguagem arquitetônica é geralmente muito abstrata com pouca referência ao contexto físico ou histórico adjacente. Igualmente, ele continua o projeto modernista de táticas vanguardistas de impacto, não importando o local, o edifício ou o programa. Trabalha para personificar e expressar um urbanismo mais dinâmico, desestabilizado e menos previsível. [...] É mais exploratório que normativo e prefere subverter códigos e convenções. Talvez os pós-urbanistas não se comprometem com o público diretamente em um diálogo aberto porque sintam que a "polis" tradicional é obsoleta e suas instituições cívicas são excessivamente calcificadas [...]. Tendem um pouco a trabalhar como um “gênio solitário”; contribuindo para um monólogo - amiúde urbanisticamente egoísta (KELBAUGH, 2001: 14.3).

Este artigo, portanto, objetiva analisar a emergência do que vem sendo chamado de urbanismo paramétrico, procurando identificar seus limites e apontar perspectivas para o aprimoramento do modelo. O artigo está estruturado em três tópicos principais: (1) *Emergências*, onde se discute o surgimento do urbanismo paramétrico no contexto das teorias do design e da computação, focando a trajetória do desenvolvimento das ferramentas de desenho paramétrico e a introdução delas na arquitetura e no urbanismo; (2) *Limites*, onde são apresentados os pressupostos teóricos urbanismo paramétrico e analisados três projetos urbanos elaborados pelo escritório *Zaha Hadid Architects* entre os anos de 2001 e 2008, apontando as limitações desse novo modelo de desenho urbano; e, por fim, (3) *Perspectivas*, um tópico conclusivo, onde são propostas possibilidades de aprimoramento do modelo a partir da introdução de parâmetros de configuração espacial, fundamentadas nos paradigmas de urbanidade e formalidade, como formulados por Frederico de Holanda (2002).

⁴ Vale destacar que, nos anos de 1920, Walter Gropius investigou soluções arquitetônicas e urbanísticas para o problema da habitação nas cidades modernas, visando ao melhor aproveitamento do solo urbano. Gropius privilegiou parâmetros de natureza formal e ambiental como; verticalização (número de pavimentos das edificações), relação área livre x área construída, orientação das edificações e condições de insolação e iluminação. Ele tomou como ponto de partida para suas investigações a chamada Regra de Heiligenthal.

2. EMERGÊNCIAS – A Emergência do Urbanismo Paramétrico no Contexto das Teorias do Design e da Computação.

Na década de 70, houve um avanço extraordinário no desenvolvimento de tecnologias digitais aplicadas à arquitetura, em particular no que se refere às ferramentas de Projeto Assistido por Computador (CAD) como os softwares de desenho bidimensional, modelagem tridimensional, animação digital e às ferramentas de Manufatura Assistida por Computador (CAM) como a Prototipagem Rápida (RP) e o maquinário de Controle de Comando Numérico (CNC). As ferramentas CAD e CAM redefiniram fundamentalmente as relações entre projeto e produção na medida em que integraram todo o processo arquitetural, da concepção à construção, permitindo a projeção e a fabricação de artefatos arquitetônicos empregando-se apenas informações digitais. Se, por um lado, as ferramentas de geração digital eliminaram diversas restrições geométricas impostas pelos sistemas tradicionais de desenho, facilitando o emprego de geometrias complexas, ou não-euclidianas, como as superfícies topológicas NURBS, cuja construção sem o suporte digital seria impossível ou muito laboriosa para ser viabilizada; por outro, os processos de produção numericamente controlados por computador facilitaram a fabricação de componentes não-padronizados com maior rapidez e precisão, introduzindo, no discurso arquitetônico, novas lógicas de produção e a noção de “*mass-customization*” (MITCHELL, 1999 *apud* KOLAVERIC, 2000: 255), em oposição à noção fordista de “*mass-production*”, que se caracterizou por lógicas de padronização ou repetição serial de elementos padronizados, pré-fabricação e montagem *in loco*. Essas tecnologias facilitaram a produção de edifícios cada vez mais complexos e singulares, seja em termos de sua configuração formal ou espacial.

Um dos frutos mais emblemáticos dessas novas tecnologias foi, sem dúvida, o Museu Guggenheim de Bilbao, projeto do arquiteto canadense Frank Gehry. Baseado no sucesso de experiências projetivas anteriores realizadas em Barcelona e Praga⁵, Gehry empregou sistemas integrados de projeto, engenharia e manufatura computacional (CAD/ CAE/CAM) para transformar os modelos físicos de geometria curvilínea complexa do museu em um artefato arquitetônico palpável. Em seu processo de projeto, o arquiteto partiu da elaboração de modelos físicos de pequena escala que foram posteriormente convertidos em modelos digitais por meio de métodos de engenharia reversa com scanner mecânico. Os modelos digitais feitos por Gehry foram transferidos para o software CATIA, permitindo a integração com outros softwares de projeto de sistemas estruturais, cálculo estrutural e de fabricação digital de componentes construtivos, determinando assim uma plataforma integrada de projeto e produção. Com isso, foi possível construir o edifício de design não-padronizado com maior rapidez de execução e economia de tempo e meios. Outro produto paradigmático do potencial dessas tecnologias é a da Sala de Concertos Walt Disney, em Los Angeles, também projetada por Gehry anteriormente ao museu em Bilbao, seguindo os mesmos princípios de projeção.

Apesar dos avanços alcançados com o desenvolvimento das tecnologias CAD/CAM, até a década de 90 ainda era patente a ausência de ferramentas paramétricas que permitissem uma modelagem digital mais

⁵ Anteriormente ao projeto do Museu Guggenheim de Bilbao, Frank Gehry empregou sistemas CAD/CAE/CAM em dois projetos: (1) no projeto da escultura “Peixe” (1989-1992) instalada na vila olímpica de Barcelona e (2) no projeto do edifício Nationale-Nederlanden (1992-1996), mais conhecido com Casa Dançante, em Praga.

interativa, possibilitando modificar interativamente (ou parametricamente) um modelo, uma vez que ele fosse gerado, visando criar formas arquitetônicas de um modo flexível. Segundo Monedero (1997), até os anos noventa,

[...] houve um extraordinário desenvolvimento de ferramentas computacionais visando apresentar ou comunicar os resultados de projetos arquitetônicos. Mas não houve um avanço comparável no desenvolvimento de ferramentas visando assistir projeto para gerar formas arquitetônicas de um modo prático e interativo. Todavia, os arquitetos que usavam o potencial dessas tecnologias como ferramenta direta para criação de formas arquitetônicas, ainda eram exceção. A arquitetura continuava a ser produzida por meios tradicionais, usando o computador como ferramenta de desenho. A principal razão que explicaria tal situação [...] é que consistia em um erro tentar avançar muito rapidamente e, por exemplo, propor métodos de sistemas integrados usando sistemas especializados e recursos de inteligência artificial quando não se tinha ainda uma ferramenta adequada para gerar e modificar modelos 3D. As ferramentas de modelagem disponíveis até aquele momento eram claramente insatisfatórias. A principal limitação delas era a carência de instrumentos apropriados para modificar interativamente o modelo uma vez que ele fosse criado. Isto é um aspecto fundamental em qualquer atividade de design, onde o designer é constantemente levado a elaborar e reelaborar aspectos particulares do modelo, ou seu layout geral, ou mesmo retornar à solução original que tenha sido temporariamente abandonada (MONEDERO, 1997).

Portanto, é só a partir dos anos 90 que ocorrem avanços significativos no desenvolvimento de ferramentas de desenho paramétrico com aplicação mais efetiva direcionada ao projeto arquitetônico, graças às contribuições de Robert Aish, Lars Hesselgren, J. Parrish e Hugh Whitehead. De acordo com Menges (2006: 43), eles têm estado à frente do desenvolvimento de uma metodologia de design paramétrico aplicada à arquitetura desde meados dos anos 80, quando trabalhavam ou colaboravam para a YRM: “Lá tomaram o *Vehicle Design System* [VSD] da *Intergraph* e o aplicaram pioneiramente em edifícios como o Terminal Internacional de Waterloo de [Nicolas] Grimshaw” (MENGES, 2006: 43). Posteriormente, Robert Aish tornou-se diretor de pesquisas da Bentley Systems, onde desenvolveu o *CustomObjects* - o protótipo de um programa de modelagem computacional paramétrica e associativa aplicada ao projeto de edifício.⁶ “Lars Hesselgren tornou-se diretor de pesquisas e desenvolvimento no KPF Londres, onde está envolvido com vários grandes projetos como a torre Bishopsgate. Hugh Whitehead conduz o *Specialist Modelling Group*, do escritório Foster & Partners, que tem prestado consultoria em projetos de grandes edifícios como a torre da *Swiss Re*. Por sua vez, J. Parrish, diretor de ArupSport, contribuiu para o projeto da arena Allianz, em Munique. Juntos eles formaram o SmartGeometry Group⁷ com o objetivo constituir um ambiente intelectual para novos desenvolvimentos e difusão dessas tecnologias.

Embora grande parte dessas tecnologias ainda seja utilizada como ferramenta de desenho para a representação e visualização do projeto arquitetônico, cada vez mais elas são exploradas como instrumentos de investigação para geração e transformação de formas em ambiente digital – o que Branko Kolarevic chamou de “morfogênese digital” (KOLAREVIC, 2000b: 1). Novas possibilidades de morfogênese digital,

⁶ O *CustomObjects* foi, possivelmente, a base para o desenvolvimento de uma das ferramentas paramétricas mais utilizadas atualmente, o software Generative Components (GC), também desenvolvido por Robert Aish para a Bentley Systems. Ver: <<http://www.bentley.com/en-US/Products/MicroStation/GenerativeComponents-Extension.htm>>

⁷ Para maiores informações sobre o SmartGeometry Group, favor consultar: <<http://www.smartgeometry.org>>. Acesso em: Junho, 2009.

bem como de configuração geométrica e espacial, além de recursos formais e sistemas materiais vêm surgindo em função de investigações com essas tecnologias, promovendo transformações não apenas nas linguagens arquitetônicas, mas também na forma como projetamos e produzimos os artefatos arquitetônicos. Zellner destaca que a “arquitetura está se transformando, tornando-se, em parte, investigação experimental de geometrias complexas, em parte, orquestração computacional de produção material robótica e, em parte, esculturação generativa e cinemática do espaço” (ZELLNER, 1999 *apud* KOLAREVIC, 2000a: 251). Com esse estreitamento de relações entre a arquitetura e os meios computacionais, conceitos anteriormente restritos às teorias do design e da computação vêm sendo apropriados pela disciplina arquitetônica, alimentando discussões sobre a emergência de novas categorias de arquitetura. Kolaveric (2000a: 251) identificou uma série de subcategorias de arquitetura que emergiram nas últimas décadas a partir de investigações com diferentes técnicas de geração digital. São “arquiteturas digitais” identificadas com base em conceitos subjacentes como “espaço topológico (arquitetura topológica), superfícies isomórficas (arquitetura isomórfica), movimento cinemático e dinâmico (arquitetura animada), animação (arquitetura metamórfica), algoritmos genéticos (arquitetura evolutiva) e design paramétrico (arquitetura paramétrica)” (KOLAREVIC, 2000a: 251).

O termo *arquitetura paramétrica*, que também destacaremos aqui, surge na literatura, portanto, neste contexto e em função de uma recente aproximação entre a arquitetura e as ferramentas desenho paramétrico. A modelagem paramétrica mudou substancialmente as representações digitais do projeto arquitetônico de notação de formas geométricas explícitas (claras e estanques) para notação de modelos geométricos paramétricos (alteráveis), permitindo ainda a construção de relações geométricas instrumentais. Isto porque, como destacado anteriormente, “no design paramétrico interessam mais os parâmetros e menos a forma, ou seja, são os parâmetros de um determinado objeto que são declarados e não a sua forma” (KOLAREVIC, 2000: 253). Conseqüentemente, ao serem atribuídos ou alterados os valores dos parâmetros, objetos ou configurações são gerados ou modificados simultaneamente. Dessa forma, “equações podem ser prescritas para descrever relações entre os modelos, definindo uma geometria associativa - uma geometria constituinte na qual os objetos estão mutuamente interconectados” (KOLAREVIC, 2000: 253). Os sistemas paramétricos diferem dos sistemas tradicionais de desenho digital por manterem a capacidade de o modelo alterar-se durante todo o processo de design e por permitirem gerar e testar grande quantidade de versões dentro de um ambiente controlado de design a partir da simples mudança de valores de um parâmetro específico. São ferramentas computacionais realmente poderosas como o Generative Components (GC) e Digital Project (DP), bem como o Maya Mel Script e Rhino Script, entre outros, que permitem a modelagem paramétrica via *script*.

Segundo Kolatan (2006), se empregadas como instrumentos de investigação, essas ferramentas prometem uma nova aproximação para o campo da arquitetura que pode ser identificadas no conjunto de características específicas como: diversidade, adaptabilidade, “responsividade”. Diversidade porque “os sistemas paramétricos são baseados em uma hierarquia de dependências variavelmente controladas. Cada variável ativa altera todo o sistema, seu comportamento e por meio disso gera variações sem perder toda a coerência e integridade do modelo” (KOLATAN, 2006). Diferenciação porque “diferentes regiões dentro de um mesmo

modelo podem ser programadas e restringidas individualmente, visando responder mais sensivelmente” (KOLATAN, 2006). “Responsividade” porque “um modelo paramétrico mantém sua habilidade para mudar durante todo o processo de design. Componentes individuais podem ser associados de uma forma que permita a constante e imediata resposta por todo o modelo sem consideração de escala ou hierarquia” (KOLATAN, 2006).

Atualmente, diversos escritórios de arquitetura vêm empregando ferramentas de desenho paramétrico em seus processos de projeto. Grupos mais jovens como SUBDV, DECOI Architects e outros mais consolidados em um patamar internacional como Foster & Partners, UN Studio e Zaha Hadid Architects, entre outros, vêm sistematicamente explorando o potencial dessas ferramentas, seja de um modo técnico-construtivo (para o aprimoramento do processo de projeto e a produção dos componentes construtivos de seus edifícios) ou de uma forma mais investigativa (para o processo de morfogênese arquitetônica ou urbana). O grupo Foster & Partners é, por exemplo, um dos pioneiros no emprego dessas tecnologias. No projeto da torre de escritórios da *Swiss Re* (1997-2003), em Londres, mais conhecida como *The Gherkin* (O Pepino), Foster explorou especialmente parâmetros formais e ambientais para determinar o design final da torre. Partindo de um layout típico de edifícios de escritórios - uma planta circular com núcleo de circulação vertical central - o grupo gerou um modelo paramétrico cuja silhueta formada por sete arcos tangenciais é geometricamente associado às suas seções circulares. De modo que, variando a altura, os diâmetros e outros parâmetros similares, tal silhueta é imediatamente recalculada e reajustada. A variação desses parâmetros foi condicionada a diversos critérios de desempenho aplicados ao projeto. Para chegar ao modelo, explorou-se a capacidade paramétrica do Generative Components (GC) da Bentley Systems. O Generative Components trabalha como uma planilha eletrônica convencional, relacionando os parâmetros com equações matemáticas. Portanto, permite que os modelos sejam configurados e re-configurados, tornando-se um modelo vivo constantemente responsivo a mudanças.

Por muito tempo, as técnicas e tecnologias de desenho paramétrico estiveram restritas aos processos de projeto arquitetônico. Nos últimos anos, porém, diversas tentativas de aproximação entre essas tecnologias e os processos de desenho urbano vêm sendo exploradas (STEINØ & VEIRUM, 2005; GERBER, 2006). Steinø & Veirum (2005: 682) observaram que, nos últimos anos, várias formas de abordagem paramétrica têm sido introduzidas em estratégias de projeto urbano como, por exemplo: (1) o *Functionmixer* do escritório holandês MVRDV; (2) o *Myllypuro Dynamic Masterplan* do arquiteto dinamarquês Robert Haff-Jensen; e (3) um projeto urbano produzido Lykke-Olesen em sua tese de doutorado. Segundo os autores, embora estes exemplos forneçam contribuições relevantes, constituindo uma base útil para a formulação de uma abordagem paramétrica sistemática ao desenho urbano, “[...] eles tendem a centrar-se em dados quantificáveis e a esquecer a introdução dos valores – quais devem ser os diferentes parâmetros a serem ajustados e o porquê – um pré-requisito fundamental para todas as decisões de projeto” (STEINØ & VEIRUM 2005: 683). Assim sendo, a fim apontar possíveis perspectivas para o desenvolvimento do desenho urbano paramétrico como uma metodologia para o projeto urbano, os autores realizaram uma oficina com estudantes e

formularam uma metodologia provisória de projeto paramétrico, compreendendo parâmetros espaciais⁸ e programáticos, como densidade, espaço aberto e tipos de uso, além de parâmetros formais como: geometria cartesiana/orgânica; forma regular/irregular/ densa/esparsa, modelo alto/baixo, fechada/aberta e grande/pequena. Eles concluíram que:

A aplicação de um design paramétrico direcionado para o desenho urbano tem grande potencial para melhorar a sistemática de avaliação e subsequente argumentação para propostas de desenho urbano realizadas em uma arena pública. O design paramétrico há muito tem sido aplicado essencialmente para o projeto arquitetônico, como uma forma de aperfeiçoar o design de componentes de edifícios de similaridades paramétricas. Entretanto, os componentes constituintes de um desenho urbano também compartilham similaridades que podem ser definidas parametricamente. Aspectos como densidade, uso, forma, espaço e tipologia - aspectos que tipicamente pertencem ao desenho urbano - podem todos ser definidos parametricamente. Sendo assim, é possível não apenas realizar um processo sistemático de desenho, mas também avaliar os pros e contras de cenários com diferentes ajustes paramétricos para cada parâmetro. E pela aplicação de um *software* CAD apropriado pode-se fazer isso dentro de um intervalo de tempo que deixa o ambiente mais artístico e qualitativos os aspectos do desenho urbano. (STEINØ & VEIRUM, 2005: 679).

Por sua vez, Gerber (2006: 147) analisou “o modo como a computação vem alterando os métodos de concepção de projetos de desenho urbano”, por meio de três projetos que envolvem “processos empregados para associar complexidade urbana e abordagens generativas para o desenho de suas características formais”. São eles: (1) Space Alliances, um estudo para um centro de negócios no centro de Londres, desenvolvido pelo autor no âmbito do DRL - Design Research Laboratory da Architectural Association School - sob a direção de Brett Steele; (2) o One North Masterplan,⁹ o projeto de desenvolvimento de um pólo tecnológico de 200 hectares em Singapura e (3) Smart Cities, uma pesquisa sobre mobilidade e intermodalidade coordenada pelo Prof. William J. Mitchell, em desenvolvimento no Media Lab do MIT - *Massachusetts Institute of Technology*. O autor observou que, a aplicação de uma metodologia de projeto paramétrico parece ser “uma solução promissora por unir a administração [de dados] e o projeto com esses dados; [...] permitir acelerar os processos de geração de grandes quantidades de versões de estudos, expandir as soluções espaciais e promover mais interatividade e colaboração” GERBER (2006: 167).

Embora os casos investigados por Steinø & Veirum (2005) e Gerber (2006) sejam de grande relevância para demonstrar a pertinência e emergência do *urbanismo paramétrico* enquanto instrumento de desenho urbano, são os projetos desenvolvidos nos últimos anos por Zaha Hadid e Patrik Schumacher que apresentam, a meu ver, uma abordagem paramétrica sistemática e mais intrigante, tanto em termos dos seus pressupostos teóricos quanto em termos dos aspectos relativos à prática projetiva. Possivelmente, a linguagem extremamente personalista desses projetos, por vezes rotulada de extravagante,¹⁰ tem refletido em certo desinteresse da

⁸ O que o autor chama de parâmetros espaciais não se refere a parâmetros de configuração do espaço, mas apenas a parâmetros de aspectos subjacentes à definição de espaço.

⁹ O *One North Masterplan* é projeto de Zaha Hadid Architects, escritório para o qual David Gerber trabalhou como arquiteto assistente, colaborando no desenvolvimento de modelagens computacionais e na produção de recursos de visualização.

¹⁰ Em seu texto *Urban Texture and Space Syntax: some inconsistencies*, Carlo Ratti faz breve referência aos projetos urbanos de Zaha Hadid empregando o termo ‘extravagante’ após questionar aplicação da Sintaxe Espacial em atuais projetos de desenho urbano: “[...] can it be

crítica de arquitetura e urbanismo no sentido de procurar tecer uma investigação mais acurada, observando o aspecto que neles é mais relevante: *a emergência de uma metodologia de projeto urbano que permite abarcar uma grande variedade de parâmetros por meio de ferramentas computacionais avançadas, de modo a possibilitar a proposição de formas urbanas mais eficientes nos mais diversos aspectos, inclusive os aspectos de configuração espacial.*

Apesar dos projetos urbanos paramétricos de *Zaha Hadid Architects* serem pouco discutidos na literatura, a contribuição intelectual de Patrik Schumacher para o *urbanismo paramétrico* constitui um arcabouço teórico substancial que serve de subsídio não apenas para o entendimento desse novo modelo de urbanismo e para a ratificação de sua pertinência, mas também para incrementar as discussões sobre um possível paradigma paramétrico que parece penetrar em diversas disciplinas e práticas que envolvem problemas de design. Schumacher (2008b) propõe chamar esse novo paradigma de *parametricismo* – um novo estilo que “emerge da exploração criativa de sistemas de desenho paramétrico em vistas de articular processos e instituições sociais cada vez mais complexos”. E complementa: “o *parametricismo* é o novo grande estilo depois do modernismo. O pós-modernismo e o desconstrutivismo foram episódios prematuros transitórios” (SCHUMACHER, 2008b). De acordo com Schumacher, o *urbanismo paramétrico* é apenas uma das diversas agendas do *parametricismo* que envolve ainda *figuração paramétrica, interarticulação de subsistemas, responsividade e ênfase paramétrica*. No entanto, veremos que, enquanto modelo de projeto urbano para a investigação de proposição de novas formas urbanas, o *urbanismo paramétrico* falha por uma tendência em privilegiar os parâmetros meramente formais, ambientais e programáticos, em detrimento de outros parâmetros fundamentais para a vida urbana.

3. LIMITES- A ausência de parâmetros espaciais no urbanismo paramétrico.

O *urbanismo paramétrico* explora novas lógicas de variação e diferenciação formal, onde nada se repete e dois edifícios não devem ter, necessariamente, a mesma forma. Além disso, aplica novas lógicas de deformação, geralmente por meio de geometrias curvas complexas como linhas *splines*, superfícies NURBS e *grids* deformados para articular os tecidos urbanos dos novos projetos aos tecidos pré-existentes e promover a conexão da malha urbana como um todo. Esses códigos formais (*positive heuristic* - regras positivas) resultam quase sempre em padrões de ruas sinuosas. Na contramão desses códigos, estão o que Schumacher (2008b) chama de *negative heuristic* (regras negativas) que o urbanismo paramétrico evita, como por exemplo: a repetição de elementos padronizados; objetos herméticos e platônicos; linhas retas; ângulos retos; zonas ou territórios bem definidos e tipologias familiares, embora grande parte das investigações formais de Hadid e Schumacher tome o vocabulário tipológico da tradição arquitetônica e urbanística como ponto de partida. O *urbanismo paramétrico* pressupõe que “[...] o aglomerado urbano descreve uma formação-enxame¹¹ de vários

assumed that they will nonetheless be present in any design option? In a Zaha Hadid masterplan, or in other extravagant and pattern-free schemes? (R-ATII, 2004)”

¹¹ A ideia de formação-enxame tem origem possivelmente nas investigações de Craig Reynolds, especialista em computação gráfica. No fim dos anos 80, Craig Reynolds criou um modelo computacional (chamado *boids*) para simular o comportamento de bandos de pássaros. No modelo, cada *bird* é representado por um par de asas que obedece à três regras: (1) manter uma distância mínima em relação aos demais *boids*, bem como aos objetos presentes no ambiente; (2) adaptar sua velocidade à dos outros *boids* e (3) mover-se em direção ao centro da coleção dos outros *boids* em sua vizinhança. As investigações de Reynolds foram descritas por M. Mitchel Waldrop em *Complexity: the emerging science at the edge of order and chaos*. Vale destacar que, em seu texto seminal *From Object to Field*, Stan Allen sugere que a arquitetura poderia se aproximar dessas investigações e começar a pesquisar “possibilidades de abordagens mais fluidas. A condição dos

edifícios. Tais edifícios formam um campo em constante estado de mudança, pelo qual as continuidades legítimas conectam esta multiplicidade de edifícios (SCHUMACHER, 2008a). Schumacher sugere ainda que “[...] a modulação sistemática de morfologias de edifícios produz poderosos efeitos urbanos e facilita a orientação do campo” (SCHUMACHER, 2008a). Ele propõe a idéia campo de força, em contraposição à idéia modernista de espaço como vazio isotrópico. De acordo com Schumacher (2008b), o modernismo foi fundado no conceito isotrópico de espaço, enquanto o *parametricismo* diferencia os campos.

Os campos são cheios, como se preenchidos por um meio fluido. Podemos pensar em líquidos em movimento, estruturados pela irradiação de ondas, fluxos laminares e redemoinhos espirais. Os enxames têm também servido como analogias paradigmáticas para o conceito de campo. Gostaríamos de pensar em enxames dos edifícios que deslizam através da paisagem. [...] Não existem figuras platônicas e discretas com contornos agudos. Dentro dos campos somente as qualidades globais e regionais importam: polarizações, trações, gradações, e mesmo talvez singularidades claras como irradiação de centros. Deformação já não significa quebra de ordem, mas o registro legítimo da informação. A orientação em um campo complexo legitimamente diferenciado possibilita a navegação ao longo de vetores de transformação. A condição contemporânea de chegar a uma cidade, sem providenciar reservas de hotel ou sem um mapa, pode instigar este tipo de navegação no campo. Imagine que não há não mais marco a fixar, nem eixo a seguir e nem limites a cruzar. A arquitetura contemporânea visa construir novas lógicas - a lógica dos campos - que se arranja para organizar e articular o novo nível de dinamismo e a complexidade da sociedade contemporânea (SHUMACHER, 2008b).

O *urbanismo paramétrico* se fundamenta, portanto, na noção de campo, que pode ser entendida como uma terceira diferente abordagem da noção de espaço depois do modernismo e do pós-modernismo, como observado por Peponis: “Enquanto o espaço, como conceito que inspira as maiores correntes da arquitetura moderna, referir-se-ia a extensões abstratas e homogêneas que podem ser livremente organizadas, o lugar, como conceito que inspira a crítica às condições modernas referir-se-ia a situações particulares e a qualidades que precisam ser reconhecidas e conscientemente cultivadas” (PEPONIS, 1989).

Tabela 1. Diferentes abordagens da noção de espaço.

URBANISMO MODERNO	URBANISMO PÓS-MODERNISMO	URBANISMO PARAMETRICO
<i>Vazio</i>	<i>Lugar</i>	<i>Campo</i>
“Extensões abstratas e homogêneas que podem ser livremente organizadas” (PEPONIS, 1989).	“[...] situações particulares e qualidades que precisam ser reconhecidas e conscientemente cultivadas” (PEPONIS, 1989)	“Campos são cheios, como se tomados por um meio fluido: líquidos em movimento, estruturados por ondas e fluxos. São campos de força” (SHUMACHER, 2008b).
“Vazios isotrópicos ou vácuos não estruturados (SCHUMACHER, 2008b).		

É interessante observar que, embora Hadid e Schumacher venham desenvolvendo uma série de projetos urbanos desde o início dos anos 2000, apenas os projetos mais recentes é que parecem apresentar uma metodologia de desenho urbano paramétrico mais evidente, na medida em que incorporam os pressupostos

campos oferece uma possibilidade na arquitetura para endereçar dinâmicas de uso, comportamento de multidões e de geometrias complexas de massas em movimento” (ALLEN, 1997: 29-30).

teóricos do *urbanismo paramétrico* de uma forma mais sistemática. Neste artigo, analisaremos apenas três desses projetos em função de que nos discursos investigados (em textos de periódicos especializados e em textos de autores que estão ou estiveram envolvidos com a prática do escritório *Zaha Hadid Architects*, tais como Patrik Schumacher, David Gerber, Nils Fischer e Shajay Bhooshan), só encontramos referência a aplicação de ferramentas paramétricas nos planos urbanos elaborados para Singapura, Istambul e Londres. No que concerne às ferramentas paramétricas empregadas nesses projetos, embora a literatura não registre claramente quais foram, é possível afirmar que o Maya Mel Script é o software utilizado, uma vez que de acordo com Fischer & Bhooshan (2008), integrantes do *ZHA Computational Design Research Group*¹², “o grupo de projeto utiliza recursos de *scripts do Maya* para gerar modelos que respondam a variações de parâmetros ambientais”. Outra evidência disso é afirmação do próprio Schumacher (2008a), quando diz que “tem se tornado evidente que a nova onda de inovação e sofisticação só pode ser alcançada através de sistemas paramétricos via *scripts*”.

Por outro lado, fica bastante claro através dos discursos observados que o urbanismo paramétrico, como propostos por Hadid e Schumacher, só é sensível a parâmetros formais, ambientais e programáticos. De acordo com Schumacher (2008a), a inovação só é possível ser alcançada porque “os *scripts* permitem programar ferramentas de desenho para tratar uma grande quantidade de parâmetros e criar um projeto sensível a parâmetros formais, funcionais e ambientais”. Assim sendo, procuramos analisar os três projetos urbanos referidos anteriormente, identificando como esses parâmetros foram explorados e se, de algum modo, os parâmetros de configuração do espaço foram aplicados. Entenda-se por *parâmetros formais*, aqueles definidores da forma urbana, o desenho das malhas e das massas edilícias, além de seus aspectos geométricos; *parâmetros funcionais*, aqueles referentes aos usos urbanos; *parâmetros ambientais*, os dados físicos e ambientais do lugar onde se inserem tais projetos urbanos; e *parâmetros espaciais*, aqueles relativos à estrutura e as propriedades morfológicas do objeto urbano, como por exemplo, as unidades de espaço (convexas e lineares), a relação entre estes (acessibilidade e visibilidade), a interface público-privada, ou seja, entre as edificações e as unidades espaciais, e, finalmente, os campos visuais. As dimensões e propriedades espaciais destacadas constituem variáveis essenciais na construção de ambientes urbanos ativos, objetivo central explicitado pelos principais articuladores do urbanismo paramétrico, na medida em que as unidades espaciais convexas e lineares constituem as dimensões locais e globais do sistema urbano. De acordo com a forma de estruturação dessas dimensões e da interface entre o domínio público e privado, operar-se-iam as condições precípuas à integração entre os diversos usuários da cidade.

3.1 One-North Masterplan (2001-2021)

One-North é uma área de cerca de 200 hectares situada em uma zona industrial inserida no corredor tecnológico de Singapura, entre o centro de negócios da cidade, a leste, e a Universidade Tecnológica de Nanyang e outros parques industriais, a oeste. Em 1996, o governo de Singapura considerou necessidade de desenvolver um espaço inovador na área, com o objetivo de criar uma comunidade para “*viver, trabalhar, aprender e divertir*”.

¹² O *ZHA Computational Design Research Group*, mais que uma reunião de especialistas, é um grupo de investigação originalmente criado para conduzir as pesquisas computacionais do escritório *Zaha Hadid Architects*.

“A fim de promover uma comunidade inovadora, inclusiva e vibrante com recursos econômicos e sociais para futuros trabalhadores intelectuais, o One-North Masterplan será conduzido por quatro estratégias: [1] *Uso misto e dinâmico*. A estratégia objetiva criar uma equilibrada combinação e distribuição de atividades. Uma ótima mistura de usos e de programas dentro do One-North promoverá a vitalidade social, cultural e econômica que incentiva por sua vez atividades urbanas dinâmicas ao longo do dia. [2] *Conectividade sem costuras*. A conectividade física dentro do One-North é fornecida por meio de uma rede de vias bem-conectadas e nós de transporte público que integram, e não impedem o tráfego de pedestres. [3] *Revitalização constante*: Este é um processo contínuo de revitalização e de renovação que é importante para manter a vitalidade do desenvolvimento de One-North ao longo dos anos. Considerando que o zoneamento flexível permitirá o One-North responder às mudanças do mercado, o reuso adaptável e a construção de novos edifícios permitirão que o projeto urbano incorpore o patrimônio local no desenvolvimento de One-North para preservar a história local e a cultura de Singapura na paisagem urbana em desenvolvimento. [4] *Identidade original*: Esta unicidade será acentuada pelo desenho a partir da força intrínseca do local, pela exploração de sua topografia ondulada para criar um efeito urbano original e pela inter-relação entre camadas de livres e construídas dentro de ambiente inaudito”¹³.

Zaha Hadid venceu o concurso internacional promovido pela JTC (*Jurong Town Corporation Singapore*) com um grande projeto urbano (Fig. 01) previsto para ser construído no período de vinte anos – projeto este que explorou pioneiramente uma metodologia de desenho paramétrico aplicada ao desenho urbano de larga escala. De acordo com Gerber (2006: 155), “visando superar as limitações dos métodos de projeto urbano normativo, o grupo *Zaha Hadid Architects* procurou idealizar e desenvolver uma nova metodologia e ferramenta para responder ao problema apresentado pelo concurso.” Dada à quantidade de atores envolvidos no processo, bem como de dados a influenciar o projeto, o grupo se “confrontou com a necessidade de gerenciar uma grande base de dados que requeria uma visualização rápida de modificações” (GERBER, 2006: 157). O grupo procurou, então, desenvolver um método de projeto que fosse, de fato, paramétrico, no qual os dados numéricos e o modelo digital tridimensional estivessem diretamente associados, de um modo que as modificações em um deles influenciassem diretamente o comportamento do outro. O resultado foi uma “pseudoferramenta paramétrica de planejamento” que incorporava dados como área, densidade, fluxos, restrições formais e contextuais, entre outros (GERBER, 2006: 157). A ferramenta lia e analisava gramaticalmente esses dados numéricos em planilhas eletrônicas, tabelas, gráficos e modelos tridimensionais.

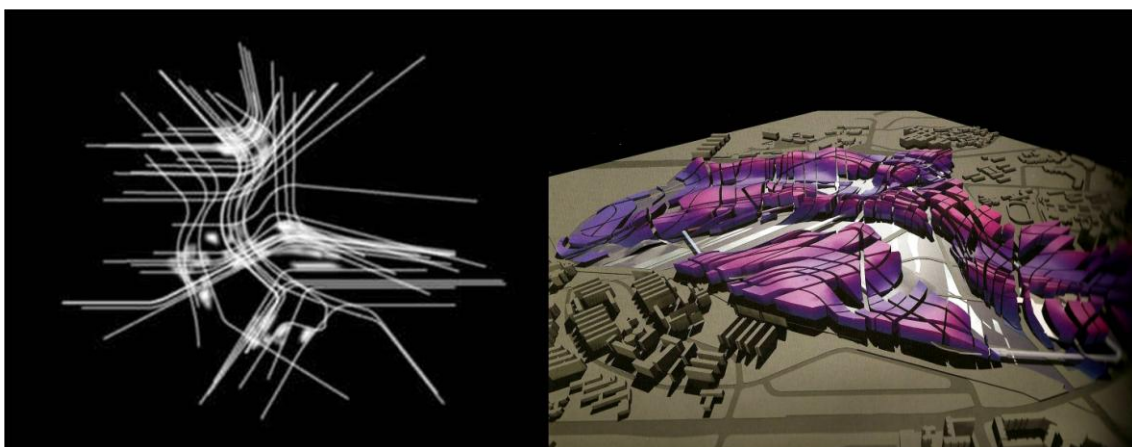


Fig. 01_Diagrama do padrão de ruas sinuosas do *One-north Masterplan* e o modelo da mega forma urbana cortada por essas vias, o que resultou na coesão estética da forma urbana do projeto.

¹³ ONE-NORTH. JTC Corporation. Disponível em <http://www.one-north.sg/aboutus_masterplan.aspx> . Acesso em: janeiro, 2009.

“*One North* foi projetado para superar o isolamento físico do local por meio da oferta de infra-estrutura e de uma estratégia espacial que enfatizasse as conexões com os arredores” (GERBER, 2006: 157). A integração entre os parâmetros programáticos e formais procuraram promover o movimento e atividade na rua. Os princípios-chave do projeto centraram-se na criação de um parque de negócios que enfatizasse a diversificação de usos, uma atmosfera urbana vibrante, guiada por uma malha ondulada de edifícios e nós de intensidades. Logo, o projeto urbano caracteriza-se por uma mega-forma urbana suavemente ondulada similar a uma duna, cuja intenção estética é transmitir um senso de coesão. Ao mesmo tempo em que permite um alto grau de coesão estética, a estratégia determina uma grande variedade de volumes construídos (alto, baixo, largo, estreito) regulados por duas forças de unificação: um *grid* suave e uma superfície de cobertura ondulada. A geometria curvilínea e elástica das ruas e dos caminhos projetados permite a articulação com as malhas urbanas das áreas adjacentes, além de produzir uma grande diversidade de configuração de parcelamento do solo. As propriedades paramétricas e topológicas deram ao modelo a flexibilidade necessária para a adaptação e transformação em qualquer etapa de desenvolvimento do projeto, mas garantindo a manutenção de sua coerência e caráter formal.

Embora, o principal objetivo da proposta tenha sido “[...] projetar para a [promoção de] vitalidade, em outras palavras para a [promoção de] interação urbana” (GERBER, 2006: 157), os parâmetros explorados para garantir tais níveis de interação foram apenas os programáticos e formais. Ao pleitear por densidade, uso misto e padrões superpostos de movimento, essa estratégia parece se fundamentar, ainda que não declaradamente, nas idéias de Jane Jacobs. Jacobs (1961) defendeu o ambiente de ruas ricamente utilizadas, conectadas e acessíveis, com mistura de funções e altas densidades de uso. Os princípios advogados por Jacobs têm sido reconhecidos e adotados em diversas propostas de planejamento e projeto urbano desde a década de 60. Contudo, de acordo com Peponis (1989), esse tipo de estratégia “não pode [*per se*] guiar o desenvolvimento do projeto arquitetônico de áreas urbanas” tendo em vista “a ausência de uma compreensão clara das propriedades de configuração nas quais se apóiam os padrões superpostos de usos densos e mistos”.

3.2 *Kartal_Pendik Masterplan (2006)*

Kartal_Pendik Masterplan (Fig. 02) é um projeto de requalificação urbana para uma área industrial abandonada, localizada em Istambul, entre as regiões de Kartal e Pendik, que se situam na confluência de importantes infra-estruturas como rodovias que fazem a conexão entre Istambul e outros países europeus e asiáticos. A área foi projetada para ser uma nova centralidade da cidade a partir da oferta de centros de negócios, residências e equipamentos culturais como museus, casas de espetáculos e teatros, além de espaços para atividades de lazer como, por exemplo, marinas e hotéis turísticos. O grupo *Zaha Hadid Architects* partiu da proposta de integrar as infra-estruturas urbanas existentes, articulando as conexões das principais vias identificadas no tecido urbano das regiões de Kartal, a oeste, e Pendik, a leste. A integração entre as conexões transversais (leste-oeste) com o eixo longitudinal (norte-sul) da rodovia definiu uma malha suave que forma a

estrutura subjacente do projeto - um grid elástico que se contrai e estende para ajustar-se às condições urbanas e topográficas do lugar.

Verticalmente, o *grid* elástico é estendido para formar a paisagem urbana da área. Em determinadas regiões o *grid* eleva-se para gerar uma rede de torres na paisagem aberta, enquanto em outras áreas é invertido para se transformar em uma malha mais densa cortada completamente por ruas, e em outros casos pode esvanecer-se completamente para gerar parques e espaços abertos. Ou seja, por sua flexibilidade, o *grid* permite a introdução de formas edilícias diversas, possibilitando diferentes padrões de densidade, tais como: (1) numa situação onde uma rede de torres de vários andares poderia emergir ou (2) numa situação onde uma rede de blocos urbanos conformando no perímetro da quadra e com um pátio central, à maneira de Cerdà, poderia ser disposta. As tipologias edilícias propostas por Hadid responderam às exigências de cada um dos sete distritos urbanos propostos no projeto. A estratégia é, portanto, um sistema dinâmico e flexível para a geração da forma urbana, conciliando a necessidade de uma imagem reconhecível e de um novo ambiente com uma integração sensível da nova estrutura urbana com a estrutura da cidade pré-existente que a rodeia.

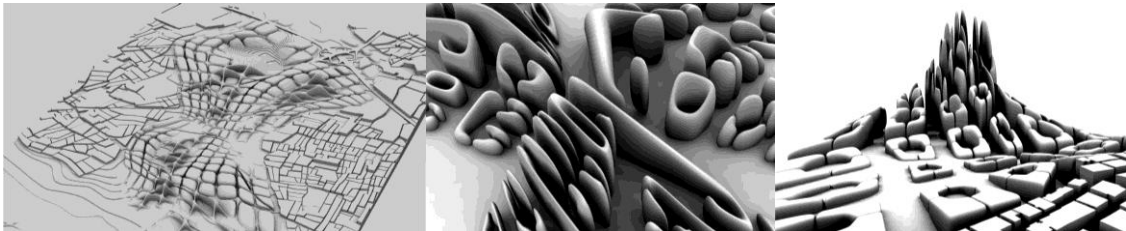


Fig. 02. Modelo urbano do *Kartal_Pendik Masterplan* onde se percebe a deformação do grid regular e sua articulação com o tecido pré-existente e, na sequência, possibilidades de extrusão do grid através diversos tipos edilícios, que vão desde a torre ao bloco urbano tradicional.

É interessante observar que as investigações de Zaha Hadid e Patrik Schumacher recuperam o *grid* como estrutura base para a ordenação do território urbano. Não se trata de um *grid* cartesiano como o que caracterizou o ambiente construído de muitos projetos urbanos modernistas, mas de uma espécie de *grid* topológico que se deforma para adaptar-se a diferentes circunstâncias urbanas e topográficas, ou seja, a parâmetros físicos e ambientais do campo. No entanto, não se observa a orientação ou condução dessas deformações por variáveis espaciais de natureza configuracional, tanto no que se refere às deformações do plano horizontal quanto às extrusões verticais, no sentido de buscar padrões de maior ou menor facilidade de acesso, favorecendo, portanto, a alocação de usos dependentes de movimento de pessoas ou, pelo contrário, que necessitem de maior isolamento. Os processos de articulação entre os tecidos urbanos existentes e propostos se fazem sem que se observem os efeitos mútuos, sendo evidenciados os aspectos da forma urbana em detrimento das relações espaciais.

3.3 *Thames GateWay Masterplan* (2007)

O *Thames Gateway Masterplan* (Fig. 03) é um plano para uma área cortada pelo rio Tâmesa e que se estende para leste de Londres. Zaha Hadid e Patrik Schumacher tomaram a área como campo de prova para desenvolver

novos modos de resolver problemas de projetos urbanos de larga escala. Usaram uma série de técnicas de desenho digitais paramétricos para desenvolver uma proposta de renovação urbana para a área. Através de uma pesquisa de tipologias arquitetônicas presentes na história do desenvolvimento urbano e arquitetônico de Londres, identificaram e examinaram quatro tipos edilícios principais: *individual villas*, *high-rise towers*, *slab-shaped buildings and city-blocks* (casas isoladas, torres, edifícios em forma de placa achatada e os blocos urbanos). Associaram essas tipologias a quatro elementos geométricos distintos, respectivamente: o ponto, a linha, o plano, e o volume. A partir disso, programaram um software de modelagem computacional para projetar e permutar essas quatro tipologias edilícias sob a área de *Thames Gateway*, investigando como poderiam ser dispersos na paisagem.

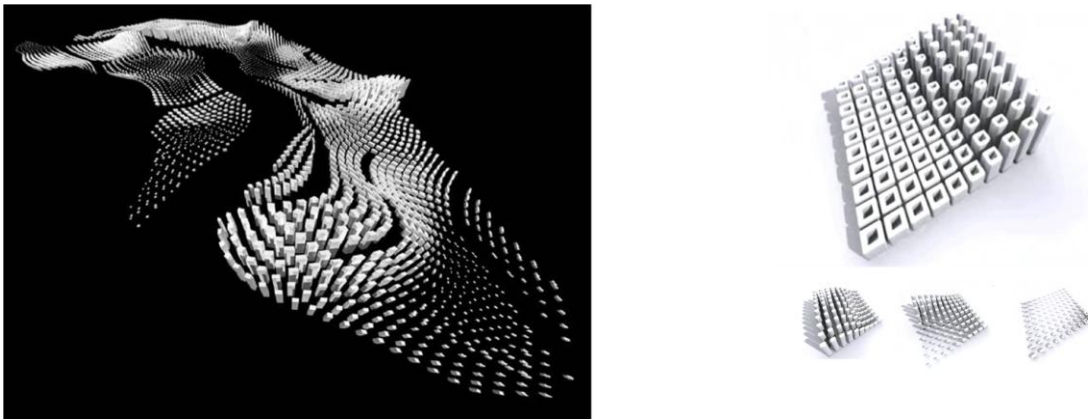


Fig. 03 Modelagem do *Thames GateWay Masterplan* onde se percebe a proliferação dos diferentes tipos edilícios, compondo um campo urbano – uma formação-enxame de vários edifícios. Na sequência, o modelo computacional paramétrico, que permitiu explorar técnicas de variação, diferenciação e deformação paramétrica.

Posteriormente, Hadid e Schumacher ajustaram o modelo para adaptá-lo às condições da área e usaram-no para especular em termos de possíveis formas de desenvolvimento futuro. Testaram múltiplas combinações de tipos edilícios diferentes, muitas vezes, fundindo-os para criar estruturas híbridas. O resultado é um campo urbano complexo com variedade de formas edilícias. Embora o projeto não tenha sido levado a cabo, o que nos impede de avaliar parâmetros de natureza programática, entre outros, foi exibido na exposição *Global Cities* (Cidades Globais) realizada na Tate Modern, em Londres, em 2007, sob o título de *Parametric Urbanism – Form Informing Urbanism* (Urbanismo Paramétrico – Forma Informando Urbanismo). A exposição consistiu em uma seqüência animada que mostrou a evolução do modelo urbano. Embora tenham sido focados os parâmetros puramente formais, foram exploradas ao máximo as possibilidades das ferramentas de desenho paramétrico aplicadas ao desenho urbano, por meio de técnicas de proliferação parametricamente controlada, lógicas de auto-organização (ou formação-enxame) e de construção de redes de parâmetros interligados. Isso conferiu ao modelo a flexibilidade necessária para lidar com a rápida sucessão de mudanças do projeto, uma vez que alterando os parâmetros de um determinado objeto, tornou-se fácil visualizar rapidamente no modelo virtual uma grande quantidade de versões, sem que houvesse a necessidade de repetição dos mesmos elementos, mas sim a variação deles, o que facilita a tomada de decisão durante o processo de projeto.

Apesar das potencialidades oferecidas para aumentar a eficiência e qualidade das propostas de desenho urbano, o urbanismo paramétrico, assim como o urbanismo moderno e as teorias e abordagens urbanas recentes, de Rossi a Koolhaas, não explora parâmetros espaciais. Segundo Holanda, a dimensão espacial ou o “espaço é a sintaxe de configurações urbanísticas, sistema de barreiras e permeabilidades ao movimento de pessoas sobre o chão” (HOLANDA, 2003: 35), e complementa, “as barreiras e às permeabilidades físicas sobre o chão (sintaxe) se superpõem regras de utilização (semântica) que acrescentam significado simbólico à sintaxe do lugar e contribuem para constituir – produzir e reproduzir – padrões de interação social. (HOLANDA, 2003: 25).

Praticamente, todas as teorias urbanas recentes negligenciam a dimensão espacial do objeto urbano, tanto em termos de suas propriedades locais como globais. De acordo com Peponis (1989), “as abordagens recentes de desenho urbano não resolvem a questão de como projetar espaços específicos, ou áreas locais, ao mesmo tempo em que levem em consideração os padrões globais de fluxos contínuos, de centralidade e de diferenciação, que conferem ao espaço urbano seu caráter cultural distintivo” (PEPONIS, 1989). Afinal:

A experiência de ambientes genuinamente urbanos refere-se ao encontro, embora não necessariamente à interação, entre pessoas, na maioria das vezes desconhecidas, que podem ser identificadas como pertencentes a diferentes classes sociais, status, raça ou origem étnica; refere-se também à exploração do que não é costumeiro, e ao conhecimento de outros modos de vida, ainda que deles não participemos.

Construir no ambiente urbano significa lidar com essa mistura de familiaridade e diferença; significa também estabelecer uma forma, por mais ordenada que seja em si própria num contexto mais amplo de justaposição que influencia o como a forma, tornar-se-á inteligível. Essas interações não acontecem simplesmente porque as cidades são densas e ocupadas diversa e diacronicamente. Elas ocorrem em função das propriedades morfológicas globais dos arranjos urbanos. Assim, o espaço pode ser visto como a dimensão mais distintiva e persistente da cultura urbana porque ele não apenas expressa, mas supera as classificações estabelecidas pela estrutura e pelo discurso sociais, inclusive as classificações de tipos arquitetônicos (PEPONIS, 1989).

O *urbanismo paramétrico*, por conseguinte, não escapa a esta regra, uma vez que não explora parâmetros espaciais de natureza configuracional para instruir decisões de projeto. Parâmetros de configuração espacial poderiam ser introduzidos no modelo para garantir a proposição de layouts urbanos que pudessem melhor suportar uma relação integral entre a ocupação (a partir da definição de locais ideais para diferentes atividades) e os movimentos de pedestres e veículos, a fim de garantir a vitalidade de áreas urbanas. Propriedades configuracionais como, por exemplo, conectividade entre espaços, acessibilidade, interface público-privada e campos visuais contribuem para a distribuição e localização de atividades e para a dinâmica urbana. Em função desses parâmetros, a área urbana pode ter maior ou menor índice de vida urbana, ou melhor, ser mais “urbana” ou mais “formal”. É o que Holanda (2002: 125) identificou como “paradigmas de urbanidade” e “formalidade”, dois paradigmas socioespaciais milenares e que estão presentes na estrutura urbana das cidades. Dessa forma, sugere-se aqui que os parâmetros que envolvem os paradigmas de urbanidade e formalidade sejam transformados em parâmetros na perspectiva de serem facilmente incorporados em processos de projeto urbano paramétrico.

4. PERSPECTIVAS - Paradigmas de urbanidade e formalidade como parâmetros espaciais de projeto urbano.

Frederico Holanda, professor da Universidade de Brasília (UNB), tem se dedicado ao estudo e à compreensão da lógica dos assentamentos humanos e de suas implicações no uso do espaço. Ao fazê-lo, o autor aproximou-se da sintaxe espacial, também conhecida como teoria da lógica social do espaço, desenvolvida por Bill Hillier e Julienne Hanson. A sintaxe espacial parte da premissa de que: “a organização espacial humana, seja na forma de assentamentos, seja na forma de edifícios, é o estabelecimento de padrões de relações compostos de barreiras e de permeabilidades de diversos tipos” (HOLANDA, 2002: 96 *apud* HILLIER & HANSON, 1984: 54). Para Holanda (2002: 96), “essas barreiras e permeabilidades são, de fato, sanções físicas a um sistema de encontros e de restrições que constituem a sociedade, tanto no nível dos assentamentos como no nível dos edifícios”. A sintaxe espacial, segundo o autor:

[...] objetiva essencialmente o estabelecimento de relações entre a estrutura espacial das cidades e dos edifícios, a dimensão espacial das estruturas sociais e variáveis sociais mais amplas, procurando revelar, tanto a lógica do espaço arquitetônico [e urbano] em qualquer escala, quanto a lógica espacial das sociedades. Ao fazê-lo, o movimento de pedestres tem ocupado um lugar privilegiado no que concerne ao estudo da forma espacial da cidade. Mesmo que o movimento de pedestres seja literalmente um subproduto de um programa de pesquisa com outros objetivos, ou seja, a compreensão da lógica morfológica das redes urbanas (HOLANDA, 2002: 92).

Ao investigar um fenômeno específico recorrente na história dos assentamentos humanos, os “espaços de exceção”, Holanda (2002: 126) sugeriu que os diversos tipos de assentamentos humanos identificados ao longo da história podem ser caracterizados como posições entre o intervalo de duas tendências polares: os “paradigmas de urbanidade e formalidade”. O espaço de exceção é um tipo de assentamento que está no âmbito do paradigma da formalidade, em que os arranjos sociais são altamente segmentários, fortemente insulados, cerimoniais e hierárquicos, e caracterizam relações de poder. No extremo oposto, o paradigma de urbanidade abarca, na vida da cidade, intensa participação do cidadão e livre manifestação de diferenças, identificando-o com valores universais mais próximos a uma sociedade democrática. Segundo Holanda (2002: 125), “as palavras “formalidade” e “urbanidade” são interessantes [...] porque comunicam simultaneamente idéias relativas ao espaço físico – e, portanto, a padrões espaciais - e idéias relativas a comportamentos humanos – e, portanto, à vida espacial e à vida social”. Isto por que:

“Formalidade” vem de formal, relativo à forma – limites exteriores da matéria de que é constituído um corpo, e confere a esse feíto, uma configuração, um aspecto particular – mas isso de certa maneira que é espontâneo; que se atém a fórmulas estabelecidas; convencional. Formalidade também é uma maneira expressa de proceder; aquilo que é de praxe, rotina. Por sua vez, urbanidade obviamente se refere à cidade como realidade física, mas também à qualidade de cortês, afável, relativo à negociação continuada entre interesses (HOLANDA, 2002:125-126).

Holanda analisou e confrontou as morfologias dos assentamentos dos: maias e hopis, na América; zulu e ashanti, na África e na Europa Feudal; castelos franceses e cidades-repúblicas italianas. Além de estudar 17 áreas do Distrito Federal, inclusive Brasília. Fundamentou suas análises e em uma série de variáveis que dizem respeito a *padrões espaciais* tais como: “percentual de espaço aberto sobre o espaço total; espaço convexo médio; número de entradas por espaço convexo; % de espaços cegos; m² de espaço convexo por entrada;

metros lineares do perímetro das ilhas por entrada; economia de malha; integração; inteligibilidade; forma do núcleo integrador”. Além de variáveis que dizem respeito à *vida espacial* como: variedade de rótulos; densidade de rótulos; relações entre rótulos e padrões espaciais; relações dos rótulos entre si; presença real de lugares abertos; predictibilidade; relação entre arranjos nos espaços internos e nos espaços externos; amplitude espacial dos arranjos; arranjos casuais *versus* arranjos formais. As medidas extraídas das variáveis relativas a padrões espaciais tiveram por base a construção de *mapas de barreiras, convexidade e axialidade*.¹⁴ Para comparar as variáveis entre si, traduziu cada intervalo encontrado numa escala de 1 a 5, correspondendo ao máximo de formalidade urbanidade, respectivamente. O autor conclui que:

[...] a constituição do paradigma de formalidade tem se caracterizado consistentemente por: maximização do espaço aberto sobre a área total do assentamento; maior espaço convexo médio; menor número de entradas por espaço convexo; maior percentual de espaços cegos; maior superfície de metros quadrados de espaço aberto por entrada; maior número de metros lineares das ilhas que definem os espaços convexos, por entrada; tanto malhas extremamente regulares como extremamente irregulares (em oposição a um meio termo nessa escala de variabilidade); novamente uma estrutura axial extremamente rasa ou extremamente profunda (em oposição também a um certo meio termo nessa escala de variabilidade); baixas medidas de inteligibilidade; núcleos integradores que ora se concentram na periferia ora no miolo do sistema, e não irrigam o assentamento como um todo. Ao contrário o paradigma de urbanidade é constituído por tendências opostas em todas as categorias (HOLANDA, 2002: 126).

Embora esses paradigmas constituam tendências opostas de um modelo teórico, em muitas cidades podemos encontrar os dois tipos, ou seja, as malhas urbanas apresentam graus de urbanidade e formalidade em uma escala contínua. As diferenciações na malha estruturam as manifestações no espaço público e as localizações mais adequadas para distintos propósitos, tais como solenidades cívicas e atividades cotidianas. Ao promover articulações, deformações, diferenciações e proliferações de diferentes tipos edifícios na estrutura urbana, o *urbanismo paramétrico* o faz observar variáveis de padrões espaciais, portanto, sem considerar as implicações das novas formas projetadas para a vida urbana. No entanto, as variáveis espaciais empregadas por Holanda podem ser facilmente convertidas em parâmetros manipuláveis computacionalmente¹⁵ de modo a facilitar sua introdução em uma metodologia de projeto urbano paramétrico, visando à proposição de layouts urbanos mais eficientes, no sentido de poder melhor suportar uma relação integral entre a ocupação (a partir da definição de locais ideais para diferentes atividades) e os movimentos de pedestres e veículos, a fim de garantir a animação de áreas urbanas.

5. CONCLUSÃO

Considerando que “dar forma visual à cidade é um tipo especial de problema de design e, de resto, um problema relativamente recente”, como disse Lynch (1997: Prefácio), é natural e legítimo que os avanços mais recentes no âmbito das tecnologias digitais aplicadas ao projeto, que são essencialmente as ferramentas de

¹⁴ O *mapa de barreiras* é representado não apenas pelas barreiras constituídas por edificações isoladas ou conjunto de edificações, mas também por jardins, piscinas, diferenças de nível ou qualquer obstáculo que restrinja o movimento. O *mapa de axialidade* ou, simplesmente, mapa axial é o instrumento-chave na análise sintática do espaço. Representa a configuração de espaços abertos e contínuos da malha urbana, por meio de suas linhas de acessibilidade e visibilidade (linhas axiais) e de suas conexões. É, sobretudo, a partir desta representação que se obtêm as medidas das propriedades sintáticas do espaço. O *mapa de convexidade* é obtido pela inserção no sistema de espaços de espaços abertos da cidade do menor número dos maiores espaços convexos. O espaço convexo pode ser entendido, portanto, como um “lugar”, um trecho distinto de uma rua ou uma praça, por exemplo.

¹⁵ Um modelo paramétrico com base nas variáveis investigadas por Holanda está sendo desenvolvido em minha dissertação de mestrado. De modo que este artigo é um subproduto das investigações desenvolvidas até o momento.

desenho paramétrico, tenham se aproximado tanto da arquitetura e do urbanismo nos últimos anos, e, em particular, dos processos de projeto urbano. Como disse Menges (2006: 46) “o design [ou o projeto] como disciplina emerge do processo artístico como forma de abstrair [conceber] e avaliar possíveis alternativas de configuração, cenários e concretizações sem precisamente realizar fisicamente e testar cada possível solução” (MENGES, 2006: 46). Neste sentido, ao aproximar as ferramentas de desenho paramétrico dos processos de projeto urbano, as investigações de Hadid e Schumacher, demonstram-se bastante pertinentes, justamente pelo fato de que essas ferramentas possuem a flexibilidade necessária para explorar múltiplas alternativas em um ambiente digital interativo, possibilitando a comparação de diferentes opções e a escolha de soluções mais adequadas sejam quais forem os parâmetros e critérios de desempenho.

No entanto, como vimos, o urbanismo paramétrico, assim como grande parte das teorias urbanas recentes, negligencia os parâmetros espaciais de natureza configuracional. Uma vez que construir no ambiente urbano implica estabelecer uma forma e, portanto, o estabelecimento de padrões de relações compostos de barreiras permeabilidades - sanções físicas a um sistema de encontro e restrições que constituem a sociedade - as variáveis ou parâmetros espaciais subjacentes aos padrões espaciais não podem ser negligenciados. Para além dos parâmetros eminentemente formais, ambientais e programáticos, que envolvem o processo de projeto arquitetônico e urbano, os parâmetros de natureza configuracional também precisam ser considerados em qualquer projeto ou proposta de intervenção no espaço cidade, como forma de garantir um melhor desempenho dos arranjos urbanos no sentido de promover melhor distribuição de atividades e estabelecer padrões de movimento de pedestres e veículos, ou seja, urbanidade. Se incorporar tais parâmetros, o urbanismo paramétrico terá grande potencial para se consolidar como uma metodologia sistemática de projeto urbano.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte à investigação.

BIBLIOGRAFIA

AADRL DOCUMENTS 2. *DRL TEN: A design Research Compendium*. London: AA Publications, 2008. ISBN 978-1902902-65-4

ALLEN, Stan. *From object to field*. Architecture After Geometry. Architectural Design, v. 76, n.5/6, 1997.

ARCHITECTURAL DESIGN. *Contemporary processes in architecture*. London: Offices, 2000.

ARCHITECTURAL DESIGN. *Architecture after Geometry*. London: Offices, 2000.

ARCHITECTURAL DESIGN. *Emergence: morphogenetic design strategies*. London: Offices, 2004.

ARCHITECTURAL DESIGN. *Techniques and technologies in morphogenetic design*. London: Offices, 2006.

- BRANDÃO, José. *O papel do desenho urbano no planejamento estratégico: a nova postura do arquiteto no plano urbano contemporâneo. Texto Especial-134*. ISSN 1809-6298 Portal Vitruvius, São Paulo: jun. 2002. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp134.asp>>. Acesso em: Agosto, 2008.
- _____. *The role of Urban Design in Strategic Planning: The Case of Rio de Janeiro*. Tese (Doutorado em Housing and Urbanism) – Architectural Association Graduate School, AA School, Londres, 2004.
- EL CROQUIS. *Zaha Hadid, 1996-2004*. Madri, 2004.
- FERRE, Alberto. *et al. Verb Natures: Architectural Boogazine*. Barcelona: Actar, 2007.
- FISCHER, N.; BHOOSAN, S. *Parametric urbanism, procedural complexity*. In: International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques - ACM SIGGRAPH 2008. Nova York: ACM, 2008. p.16
- GA DOCUMENT 99, *Special Inssue Zaha Hadid*. Tokyo: Edita Tokyo, 2007.
- GERBER, David. *Towards a Parametric Urbanism. Interactive Cities*. Paris: Anomos & Hyx Edições, 2006.
- HADID, Zaha. *New Urban Geometries*. Hadid Master Class. University of Applied Arts. Viena: 2004-2005. Disponível em: <http://www1.uni-ak.ac.at/architektur/pdf/2004ws_new_urban_geometries.pdf> Acesso em: Agosto, 2008.
- HENSEL, Michael. *Morpho-ecologies: towards heterogeneous space in architectural design*. Londres: Architectural Association Publications, 2006.
- HILLIER, Bill. *Space is the machine*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996
- _____. HANSON, Julienne. *The social logic of space*. London: Cambridge University Press, 1984.
- HILLIER, Bill.; PENN, A.; HANSON, J; GRAJEWSKI, T.; XU, J. (1993) *Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement*. Environment and Planning B, 20 (1). pp. 29-66. ISSN 02658135
- HOLANDA, Frederico. *O espaço de exceção*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2002.
- _____. *et al. Arquitetura e urbanidade*. São Paulo: ProEditores Associados, 2003.
- JACOBS, J. *Morte e vida de grandes cidades*. São Paulo: Martins Fontes, 2000
- KELBAUGH, Douglas. *Three Urbanisms and the Public Realm*. In: Proceedings. 3rd. International Space Syntax Symposium. Atlanta, 2001. p.14.1-14.8
- KOLATAN, Ferda. *Responsive architecture through parametric design. How parametric systems introduce diversity, adaptability, and responsiveness into the architectural design process*. In: Wolfram Science Conference, NKS 2006. Disponível em: <<http://www.wolframscience.com/conference/2006/presentations/kolatan.html>> Acessado em: Agosto, 2008.
- KOLAREVIC, Branko. *Digital Architectures, Eternity, Infinity and Virtuality in Architecture*. Proceedings of the 22nd Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture. Washington D.C. 19-22 October 2000, pp. 251-256
- KOLAREVIC, Branko. *Digital Morphogenesis and Computational Architectures*. In: Congress of the Iberoamerican Society of Digital Grafics (10th). Rio de Janeiro: Proceedinds, 2000.
- _____. *Architecture in digital age: design and manufacturing*. London: Taylor & Francis, 2005.
- LYNCH, K. *A imagen da cidade*. São Paulo: Martins Fontes, 1997.
- MARCUS, J.S. *Designer Cities: The Development of the Superstar Urban Plan*. The Wall Street Journal. New York: 25 jul. 2008. Disponível em: < <http://online.wsj.com/article/SB121693005482282163.html>>. Acesso em: Agosto, 2008.

- MENGES, Achim. *Instrumental Geometry*. Architectural Design. *techniques and technologies in morphogenetic design*. London: offices, 2006.
- MITCHELL, W. *Me++: The Cyborg Self and the Networked City*. Cambridge: MIT Press, 2001
- MONEDERO, Javier. "Parametric Design". *A Review and Some Experiences* Challenges of the Future 15th eCAADe Conference Proceedings, 1997.
- PEPONIS, J. Space, culture and urban design in late modernism and after" *Ekistics*, v.56, n°334-335, 1989, p.93-108.
- SCHNABEL, Marc Aurel. "Architectural Parametric Designing" *Communicating Space(s)*. 24th eCAADe Conference Proceedings, Volos (Greece) 6-9 September 2006, pp. 216-221
- _____ "Parametric Designing in Architecture" *Computer Aided Architectural Design Futures*. Proceedings of the 12th International Conference on Computer Aided Architectural Design Futures, Sydney (Australia) 11-13 July 2007, pp. 237-250, 2007.
- SCHUMACHER, Patrik. *Digital Hadid: landscapes in motion*. Londres: Birkhauser, London 2004. Disponível em: (<http://www.patrikschumacher.com>)
- _____ *Design Research within the Parametric Paradigme*. Publicado como "Smart Work – Patrik Schumacher on the growing importance of parametrics" *In: RIBA Journal*, Setembro, 2008. Disponível em: <<http://www.patrikschumacher.com>>. Acesso em: Novembro, 2008.
- _____ *Parametricism as Style - Parametricist Manifesto*. Writings - theorizing architecture. Londres, 2008. (Apresentado e discutido no *Dark Side Club*, 11º Bienal de Arquitetura de Veneza em 2008) Disponível em: <<http://www.patrikschumacher.com>>. Acesso em: Novembro, 2008.
- _____ *The Concept of Space in Architecture: emergence, hegemony and transcendence*. Bologna: Compositori 2008. Disponível em: <<http://www.patrikschumacher.com>>. Acesso em: Novembro, 2008.
- STEINØ, N.; VEIRUM, N. "Parametric Urban Design". AESOP 05 Congress, Vienna, July 13-17, 2005.
- RATTI, C. *Space syntax: some inconsistencies*. *Environment and Planning B: Planning and Design* 2004, v. 31, 2004.
- _____ "Rejoinder to Hillier and Penn", *Environment and Planning B: Planning and Design* 2004, v.31, 2004.
- ROTHERO, K. *A Vision for Parametric Design*. *Architecture Week*. Eugene, jul. 2002. Disponível em: <http://www.architectureweek.com/2002/0710/tools_1-1.html>. Acesso em: Agosto, 2008.