

V!RUS

Sistema.System | Revista do Nomads.usp - Nomads.usp journal - issn 2175-974x | sem 01-10

Urbanismo paramétrico: emergência, limites e perspectivas de nova corrente de desenho urbano fundamentada em sistemas de desenho paramétrico

Robson Canuto da Silva, Luiz Manuel do Eirado Amorim

Robson Canuto é Arquiteto, Mestre em Arquitetura, e pesquisador nas áreas de Morfologia Urbana e Arquitetônica e Tecnologias Computacionais Aplicadas à Arquitetura e ao Urbanismo.

Luiz Amorim é Arquiteto, PhD em Arquitetura, professor do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, coordenador do Laboratório de Estudos Avançados em Arquitetura e do Grupo de Pesquisa de Morfologia da Arquitetura e do Urbanismo.

COMO CITAR ESSE TEXTO: SILVA, R.C., AMORIM, L.M.E. **Urbanismo paramétrico: emergência, limites e perspectivas de nova corrente de desenho urbano fundamentada em sistemas de desenho paramétrico.**In V!RUS. N. 3. São Carlos: Nomads.usp, 2010. Disponível em:
<http://www.nomads.usp.br/virus/virus03/submitted/layout.php?item=2&lang=pt>.
Acessado em: DD/MM/AAAA

Resumo

Nas últimas décadas, tem havido um avanço extraordinário no desenvolvimento de ferramentas de desenho paramétrico. No desenho paramétrico, são os parâmetros de um objeto particular que são declarados, não sua forma. Essas tecnologias têm sido transferidas das indústrias aeroespacial e automotiva para a arquitetura e o urbanismo, constituindo o que é conhecido como urbanismo paramétrico, um procedimento teórico e metodológico desenvolvido na prática do escritório Zaha Hadid Architects, cujos projetos de desenho urbano em larga escala têm utilizado, com frequência, ferramentas de design paramétrico. Esse artigo analisa a emergência desse novo modelo de urbanismo, a fim de identificar seus limites e mostrar perspectivas para seu aperfeiçoamento. Apesar das grandes potencialidades oferecidas pelas teorias e ferramentas do urbanismo paramétricos para aumentar a eficiência e a qualidade das propostas de desenho urbano, verifica-se que o modelo apenas é sensível a parâmetros formais, ambientais e funcionais. Parâmetros de configuração do espaço, fundamentais para a compreensão da dinâmica urbana, bem como para propor novas formas urbanas, não são explorados. Assim, são propostas possibilidades de aperfeiçoamento do modelo, através da introdução de parâmetros de configuração espacial, com base nos paradigmas de urbanidade e de formalidade, como formulados por Frederico de Holanda. Argumentamos que o referido modelo pode ser melhorado se parâmetros espaciais forem introduzidos.

Palavras-chave: urbanismo paramétrico, desenho urbano, sintaxe espacial, *design*

Nos últimos anos, Patrick Schumacher e Zaha Hadid vêm desenvolvendo uma série de projetos urbanos com forte caráter experimental, explorando, por um lado, o vocabulário tipológico da tradição urbanística e, por outro, sistemas de desenho paramétrico, visando ao desenvolvimento de novas formas urbanas ou novas geometrias urbanas complexas. Tais processos inovadores de projeção vêm sendo chamados de urbanismo paramétricoⁱ.

O urbanismo paramétrico se fundamenta nos sistemas de desenho paramétrico, nos quais “são os parâmetros de um determinado objeto que são declarados e não a sua forma”ⁱⁱ, ou seja, o foco de interesse não é a forma em si, mas os parâmetros que a geram. 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”ⁱⁱⁱ, especialmente por aprimorar a concepção e a representação gráfica digital de componentes construtivos. Nos últimos

anos, técnicas e tecnologias de desenho paramétrico vêm sendo paulatina e deliberadamente transladadas para o urbanismo, isto é, para o desenho urbano de larga escala, sob o argumento de que os sistemas paramétricos possibilitam gerar, rapidamente, diferentes alternativas de desenho 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.

O desenho paramétrico, portanto, apresenta uma abordagem essencialmente sistêmica^{iv}, uma vez que possibilita a criação de relações entre os diversos elementos de um sistema, permitindo construir um verdadeiro complexo de elementos em interação - um todo que se caracteriza através das inter-relações entre as diversas partes constituintes. Mas, tanto os elementos e seus parâmetros, como as relações entre eles, dependem do que o designer quer elencar. Assim, quando os elementos necessários para atender a determinadas demandas não são precisamente elencados pelo designer, o sistema não se constitui em sua completude ou apresenta-se falho, insuficiente para alcançar os objetivos aos quais se propõe.

No caso do urbanismo paramétrico, observa-se que, apesar das potencialidades oferecidas para aumentar a eficiência e qualidade das propostas de desenho urbano, o modelo explora apenas parâmetros de natureza formal, ambiental e funcional para, com isso, constituir ambientes urbanos intensos. Embora Patrick Schumacher e Zaha Hadid admitam em seus discursos que "um bom projeto urbano deve animar o solo"^v, os parâmetros com os quais trabalham são insuficientes para garantir tal animação. Parâmetros de configuração do espaço^{vi}, fundamentais para o entendimento das morfologias e das dinâmicas urbanas, não são explorados pelo urbanismo paramétrico, seguindo o urbanismo moderno, que privilegiou determinados parâmetros da forma urbana e subverteu a lógica da morfologia da cidade tradicional, trazendo conseqüências desastrosas para a vida urbana.^{vii}

Este artigo, portanto, objetiva analisar a emergência desse novo modelo de urbanismo, procurando identificar seus limites e apontar perspectivas para o seu aprimoramento. Inicialmente, discute-se o surgimento do urbanismo paramétrico no contexto das teorias do design e da computação, tendo como foco a trajetória do desenvolvimento das ferramentas de desenho paramétrico e sua introdução na arquitetura e no urbanismo. Em seguida, são apresentados os pressupostos teóricos do urbanismo paramétrico e analisados três projetos urbanos elaborados pelo escritório Zaha Hadid Architects entre os

anos de 2001 e 2008, ressaltando suas limitações. Finalmente, são propostas possibilidades de aprimoramento do modelo, em caráter conclusivo, a partir da introdução de parâmetros de configuração espacial, fundamentadas nos paradigmas de urbanidade e formalidade, propostos por Frederico de Holanda ^{viii}.

1. A emergência do urbanismo paramétrico no contexto das teorias do design e da computação

Na década de 1980, 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" ^{ix}, em oposição à noção fordista de "*mass-production*", que se caracterizou por lógicas de 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.

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 interativa, possibilitando modificar um modelo, uma vez que ele fosse gerado, visando criar formas arquitetônicas de um modo flexível. Segundo Javier Monedero ^x, 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.

A realidade descrita por Monedero só é transformada, a partir dos anos de 1990, quando 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. Desde então, eles estão à frente do desenvolvimento de uma metodologia de design paramétrico aplicada à arquitetura e, juntos, formaram o SmartGeometry Group^{xi} com o objetivo construir 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”.^{xii} Novas possibilidades de morfogênese digital, 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, orquestração computacional de produção material robótica e, esculturação generativa e cinemática do espaço”.^{xiii} 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. Kolarevic 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)”.^{xiv}

O termo arquitetura paramétrica surge na literatura, portanto, neste contexto e em função de uma recente aproximação entre a arquitetura e as ferramentas de 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, “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”.^{xv} Consequentemente, 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”.^{xvi} (Fig. 1) 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*.

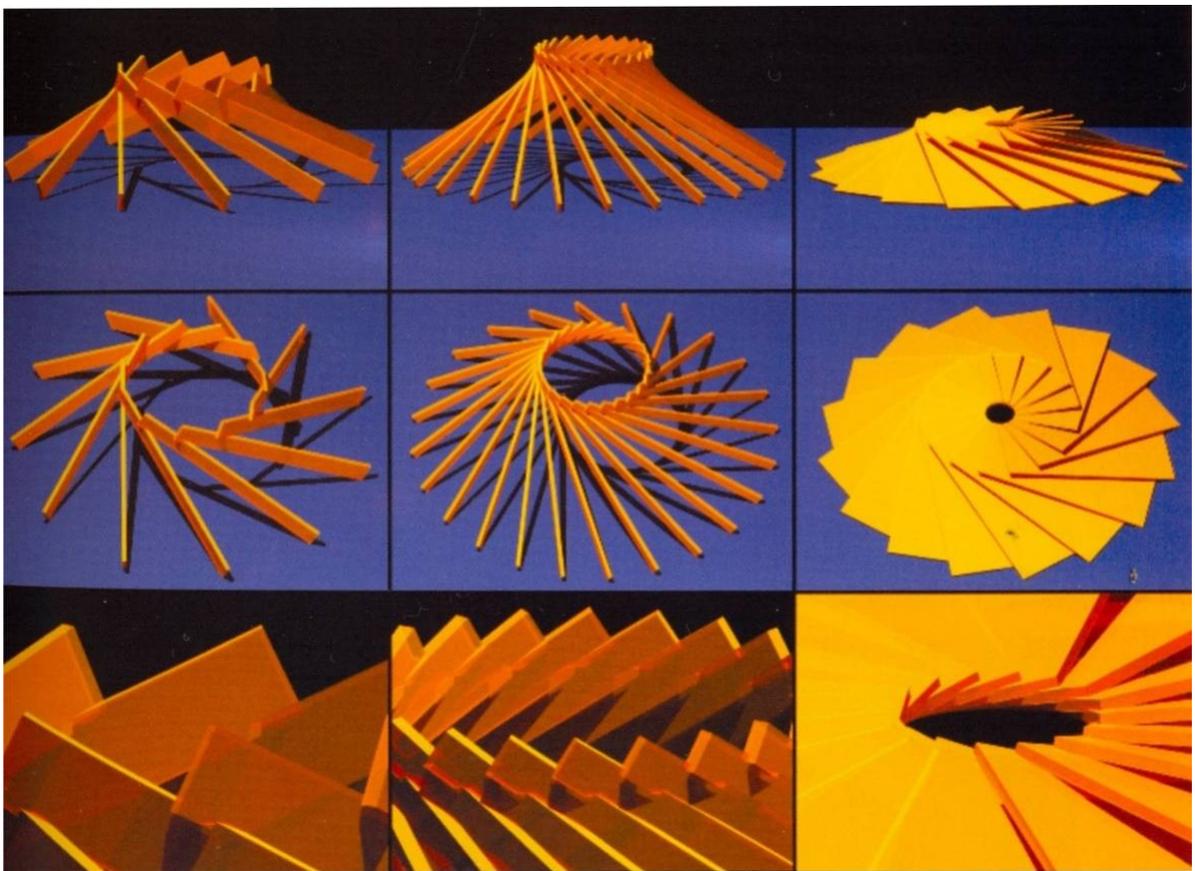


Figura 1. Variações de um mesmo modelo paramétrico, diferenciadas apenas pela alteração de valores dos parâmetros. Fonte: KOL AREVIC, 2005, p.153.

Atualmente, diversos escritórios de arquitetura vêm empregando ferramentas de desenho paramétrico em seus processos de projeto. Grupos formados por jovens arquitetos, como SUBDV e DECOI Architects, e outros consolidados em um patamar internacional, como Foster & Partners, UN Studio e Zaha Hadid Architects, vêm sistematicamente explorando o potencial dessas ferramentas, seja para equacionar problemas de natureza técnico-construtiva, relativos ao projeto e à produção de componentes construtivos dos edifícios, seja para solucionar questões de ordem investigativa, referentes ao processo de morfogênese arquitetônica, por exemplo.

Durante muito tempo, essas tecnologias estiveram restritas aos processos de projeto arquitetônico. Porém, nos últimos anos, vêm surgindo diversas tentativas de introduzi-las em processos de desenho urbano. Nicolai Steinø e Niels Einar Veirum^{xvii}, assim como David Gerber^{xviii}, são alguns dos autores que apontaram e realizaram experiências recentes com aplicação de técnicas e/ou tecnologias de desenho paramétrico em processos de desenho urbano. Steinø e Veirum, argumentam 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. ^{xix}

Embora, as experiências indicadas e realizadas pelos referidos autores sejam de grande relevância para a emergência de uma metodologia de desenho urbano paramétrico, Zaha Hadid e Patrik Schumacher apresentam, segundo nossa observação, uma abordagem mais sistemática, tanto em termos dos seus pressupostos teóricos quanto em termos dos aspectos relativos à prática projetiva. Tal abordagem foi agrupada dentro de que eles designaram por urbanismo paramétrico ^{xx}. Possivelmente, a linguagem extremamente personalista dos projetos urbanos paramétricos produzidos por Hadid e Schumacher, por vezes rotulada de extravagante, ^{xxi} tem refletido em certo desinteresse da crítica de arquitetura e urbanismo no sentido de procurar tecer uma investigação mais acurada, observando o aspecto mais relevante das propostas desenvolvidas por eles: a emergência de uma nova 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, se for pensada de uma forma sistêmica, como veremos adiante.

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 suportados por tais tecnologias. Schumacher propõe chamar esse novo paradigma de *parametrismo* ^{xxii} – 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”. O autor complementa: “o *parametrismo* é o novo grande estilo depois do modernismo. O pós-modernismo e o desconstrutivismo foram episódios prematuros transitórios”. ^{xxiii}

Neste contexto, o urbanismo paramétrico seria, de acordo com Schumacher, uma das diversas agendas do *parametrismo*, com foco voltado especificamente para as questões urbanas. 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 promoção de vida urbana, que ele próprio espera instituir.

2. A ausência de parâmetros espaciais no urbanismo paramétrico

O urbanismo paramétrico se propõe a constituir novas lógicas de desenho urbano que se operam através da correlação de sistemas urbanos múltiplos como a modulação dos sistemas de espaços abertos e fechados, explorando novas técnicas de variação e diferenciação formal, em que nada se repete, e dois edifícios não devem ter, necessariamente, a mesma forma. (Fig. 2, 3 e 4). Além disso, aplica técnicas 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, com isso, promover a conexão da malha urbana como um todo. Esses códigos formais que Schumacher chama de *positive heuristics* (regras ou procedimentos positivos) resultam, quase sempre, na diferenciação da forma, talvez a qualidade mais desejada pelo urbanismo paramétrico. Em oposição a esses códigos, está o que Schumacher^{xxiv} chama de *negative heuristics* (procedimentos negativos), que o urbanismo paramétrico evita, como por exemplo: a repetição de elementos padronizados, o desenho de objetos platônicos e de linhas retas ou ângulos retos e, por fim, a projeção de tipologias familiares, que foram muito comuns nas práticas do urbanismo moderno.

O urbanismo paramétrico pressupõe que “[...] o aglomerado urbano descreve uma formação-enxame^{xxv} de vários edifícios. Tais edifícios formam um campo em constante estado de mudança, pelo qual as continuidades legítimas conectam esta multiplicidade de edifícios”.^{xxvi} (Fig. 5 e 6) De acordo com Schumacher, “[...] a modulação sistemática de morfologias de edifícios produz poderosos efeitos urbanos e facilita a orientação do campo”.^{xxvii} Ele propõe a idéia campo de força, em contraposição à idéia modernista de espaço como vazio isotrópico e argumenta que, enquanto o modernismo foi baseado no conceito isotrópico de espaço, o *parametrismo* se fundamenta nos campos. Segundo o autor,

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.^{xxviii}

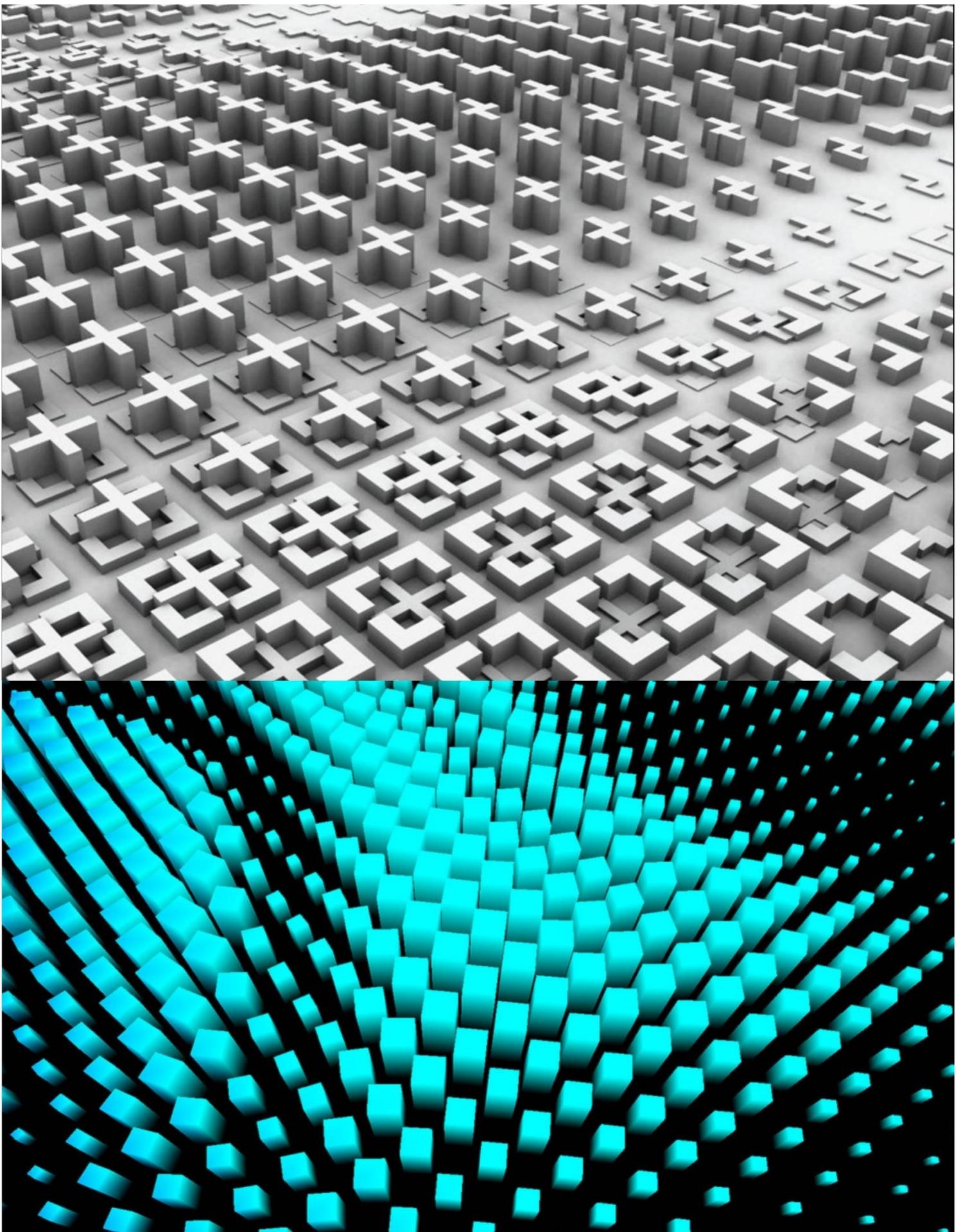


Figura 2. Técnicas variação tipológica e diferenciação paramétrica. Fonte: WERZ, 2009;
WEWORK|4HER, 2009.

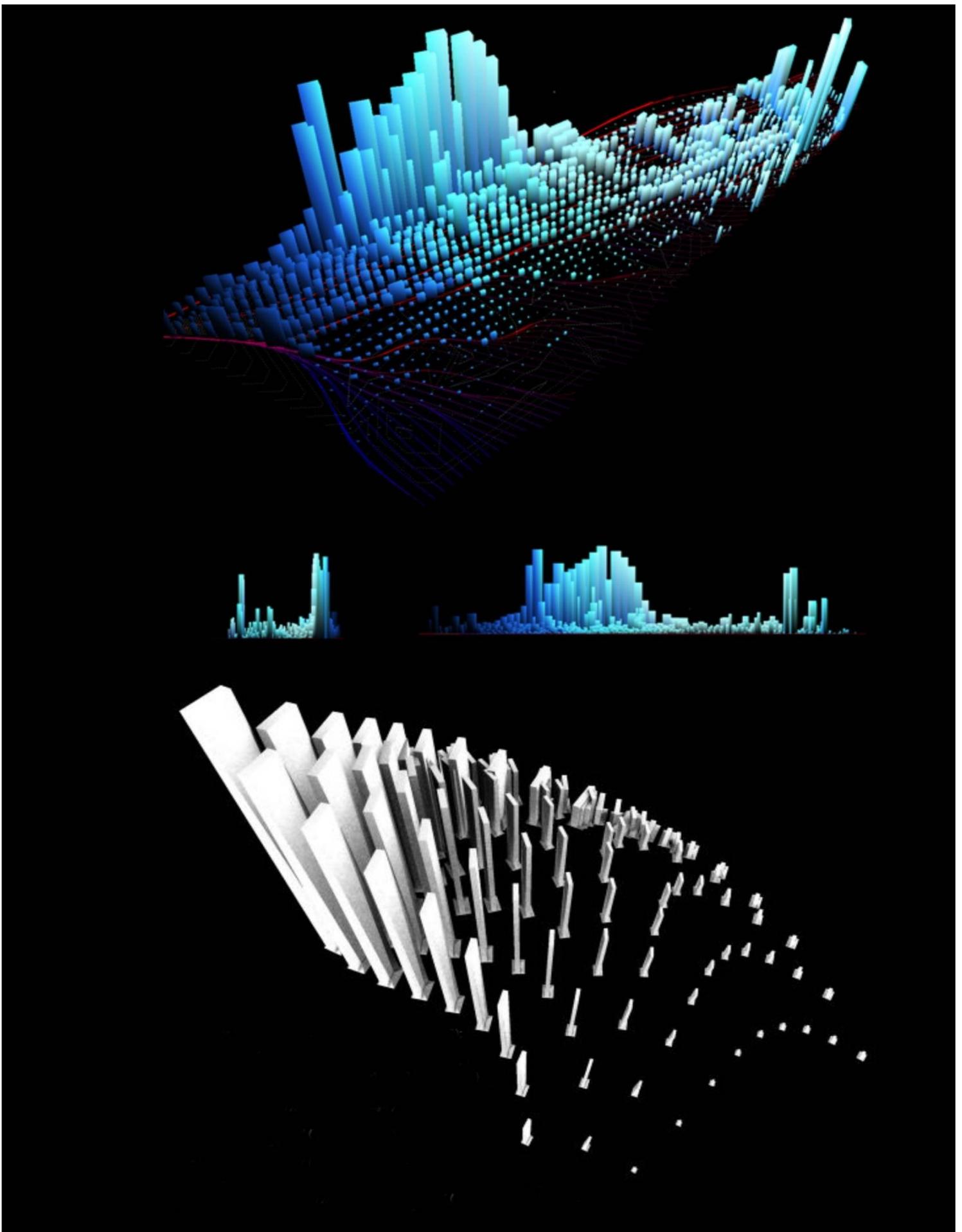


Figura 3. Técnicas de proliferação de edifícios, empregadas pelo urbanismo paramétrico.

Fonte: WEWORK|4HER, 2009

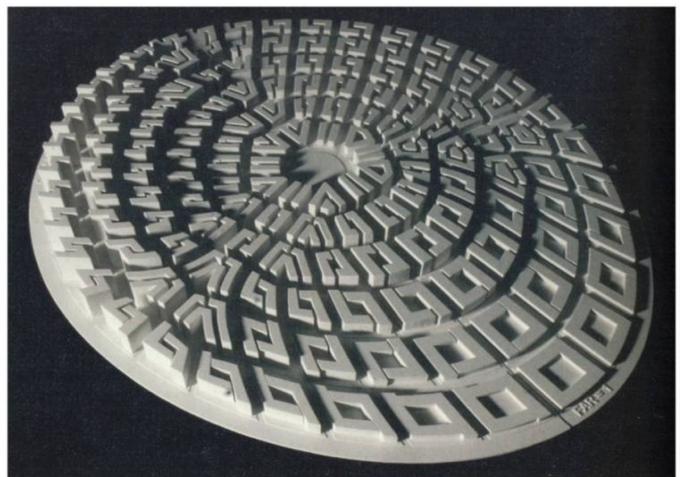
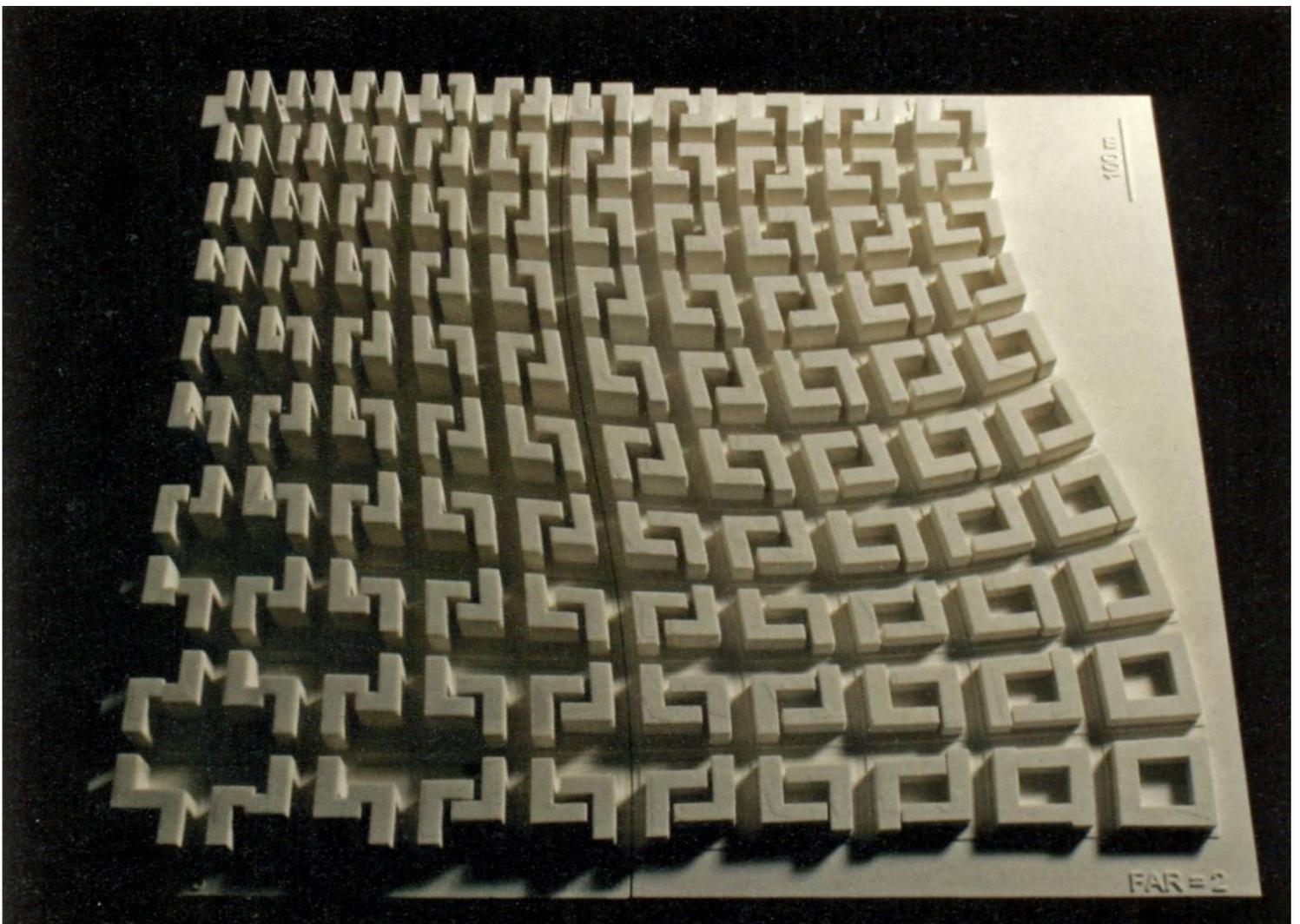


Figura 4. Técnicas de deformação de *grids*, utilizadas pelo urbanismo paramétrico para o desenho de malhas urbanas. Protótipos desenvolvidos por Max Von Werz. Fonte: LEE e



Figura 5. *Swarming Formation*- Formação de um cardume de peixes. Assim como as formações de exames de abelhas, os cardumes (acima) inspiram o urbanismo paramétrico. Fonte: SOUZA, 2008.

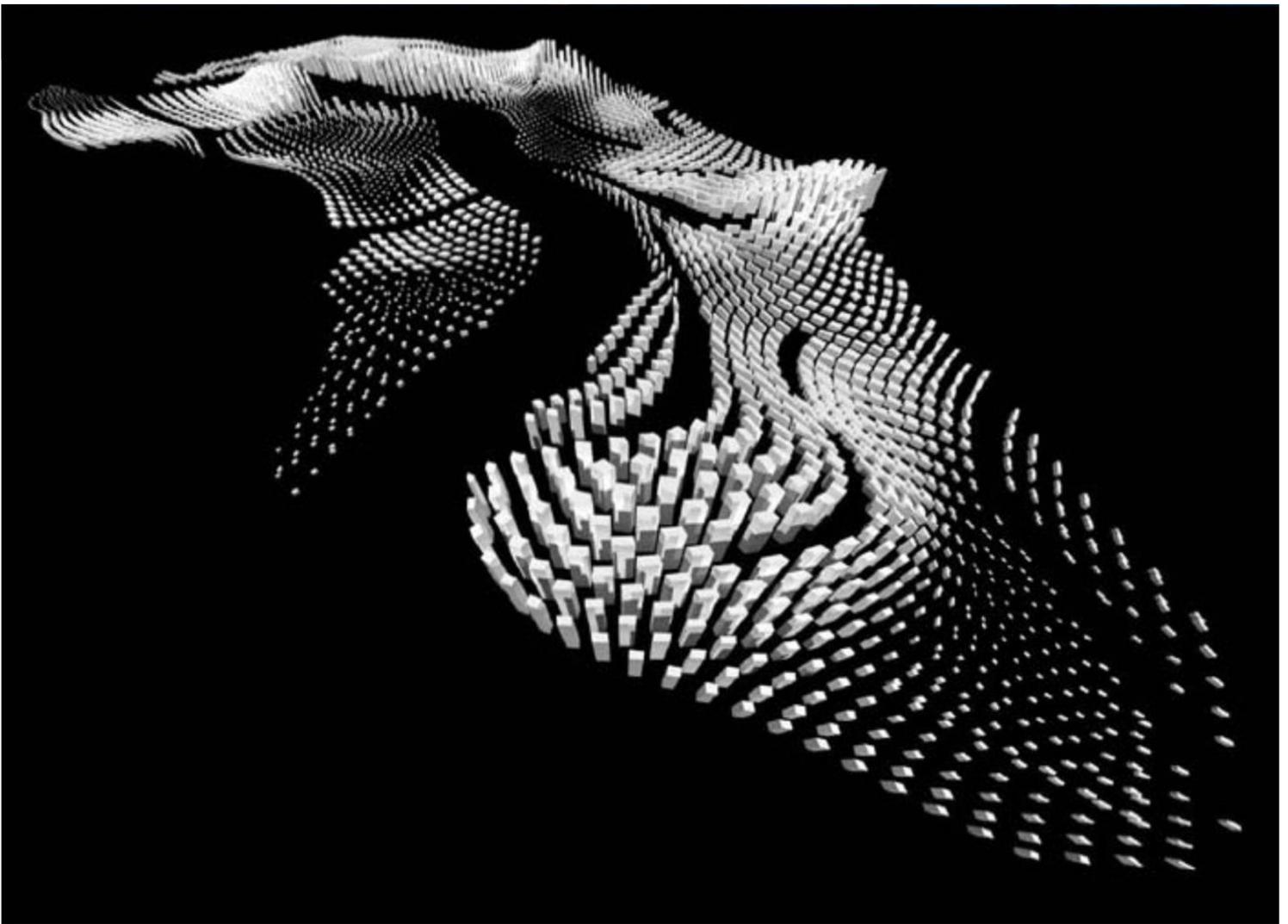


Figura 6. Modelo do projeto urbano desenvolvido por Zaha Hadid para a região de Thames Gateway, em Londres (abaixo). Fonte: HADID ARCHITECTS, 2009.

O urbanismo paramétrico se abaliza, 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”.^{xxix}

Tabela 1. Diferentes abordagens da noção de espaço por concepções urbanísticas distintas.

URBANISMO MODERNO	URBANISMO PÓS-MODERNISMO	URBANISMO PARAMÉTRICO
Vazio	Lugar	Campo
“Extensões abstratas e homogêneas que	[...] situações particulares e	“Campos são cheios, como se tomados por

podem ser livremente organizadas” (PEPONIS, 1989).	qualidades que precisam ser reconhecidas e conscientemente cultivadas” (FRAMPTOM, 1980 apud PEPONIS, 1989)	um meio fluido: Líquidos em movimento, estruturados por ondas e fluxos. São campos de força” (SHUMACHER, 2008b).
Vazios isotrópicos ou vácuos não estruturados (SHUMACHER, 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 teóricos do urbanismo paramétrico de uma forma mais sistemática. Nesse artigo, analisaremos apenas três desses projetos em função de que, nos documentos investigados, 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, integrantes do ZHA Computational Design Research Group ^{xxx}, “o grupo de projeto utiliza recursos de *scripts do Maya* para gerar modelos que respondam a variações de parâmetros ambientais”. ^{xxxii}

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, 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”. ^{xxxiii} 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) e suas propriedades de acessibilidade e visibilidade (Fig. 7), bem como a interface entre os espaços abertos e contínuos (ruas, praças, etc.) e fechados (edificações) (Fig. 8).^{xxxiii} As dimensões e propriedades espaciais destacadas constituem variáveis essenciais para a concepção 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 estruturação dessas dimensões e da interface entre os espaços abertos e contínuos e os espaços fechados, operar-se-iam as condições precípuas à integração entre os diversos usuários da cidade.^{xxxiv}

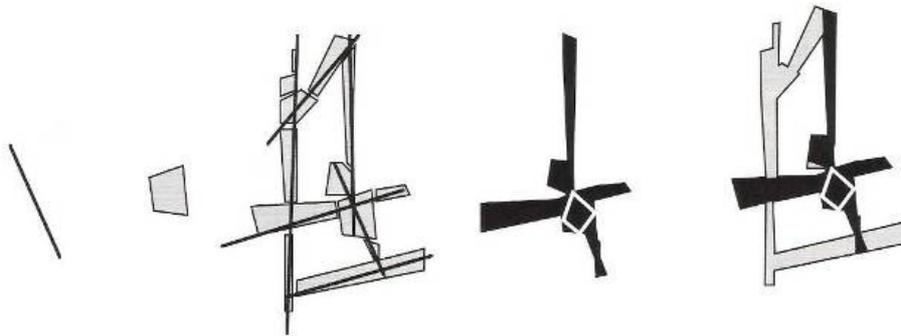


Figura 7. Dimensões do espaço: linha axial, espaço convexo e campos visuais Fonte: HANSON, 1998.

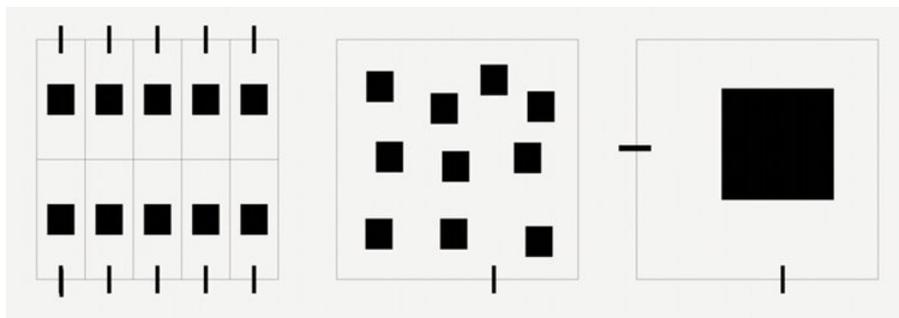


Figura 8. Diagrama interface entre os espaços abertos e fechados

a) 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”.

“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".^{xxxv}

Zaha Hadid venceu o concurso internacional promovido pela Jurong Town Corporation (JTC) com um grande projeto urbano (Fig. 9) 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, “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.”^{xxxvi} 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”.^{xxxvii} 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”^{xxxviii} que incorporava dados como área, densidade, fluxos, restrições formais e contextuais, entre outros. A ferramenta lia e analisava gramaticalmente esses dados numéricos em planilhas eletrônicas, tabelas, gráficos e modelos tridimensionais.

“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”.^{xxxix} 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”^{xi}, 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.^{xii}

Jacobs 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, 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”.^{xlii}

b) Kartal_Pendik Masterplan (2006)

Kartal_Pendik Masterplan (Fig. 10, 11 e 12) 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.

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.

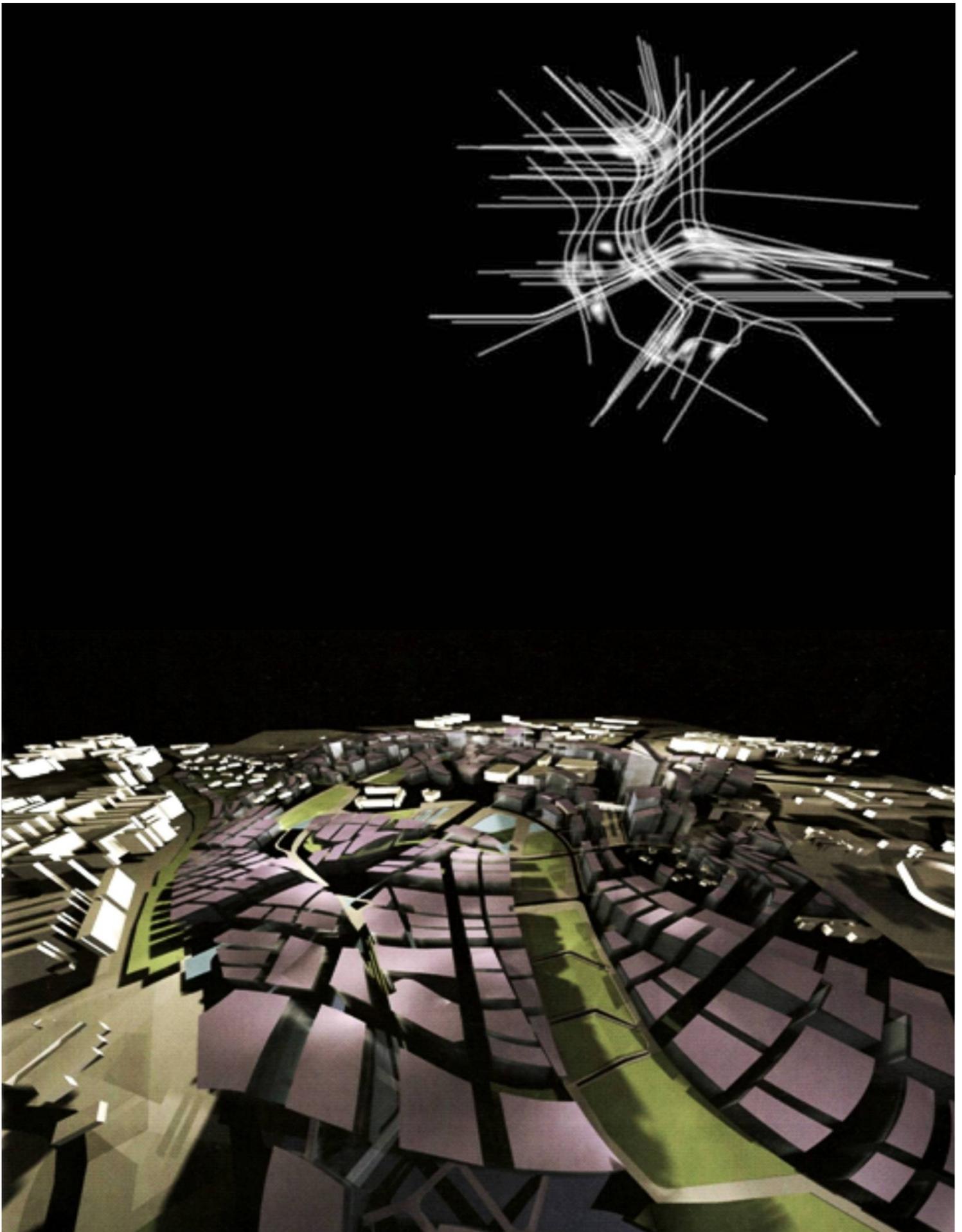


Figura 9. One-North Masterplan. Acima: Diagrama do padrão de vias curvas projetadas para articular-se com o tecido urbano pré-existente. Abaixo: Forma urbana ondulada cortada pelo padrão de vias curvas. Fonte: HADID ARCHITECTS, 2009

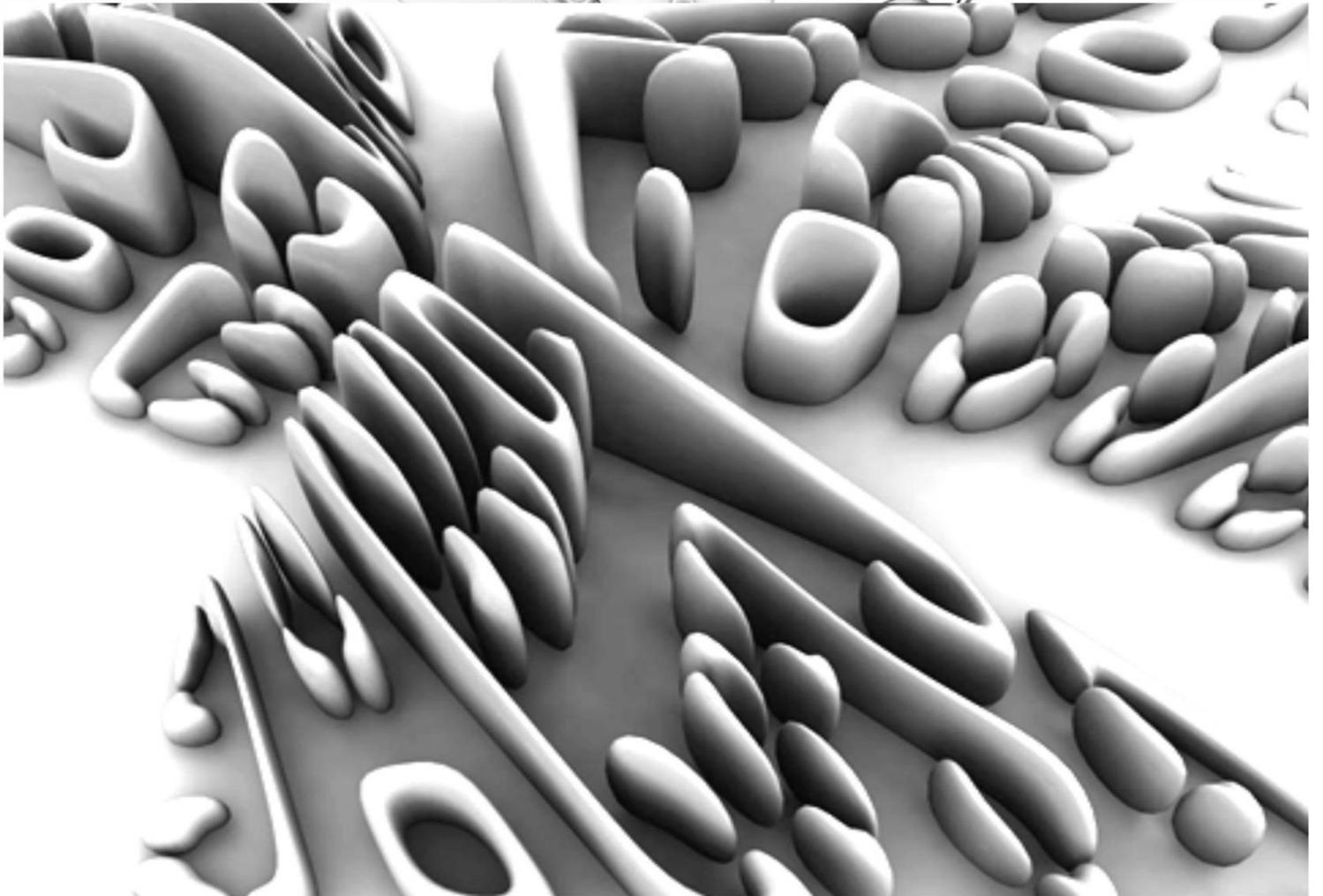
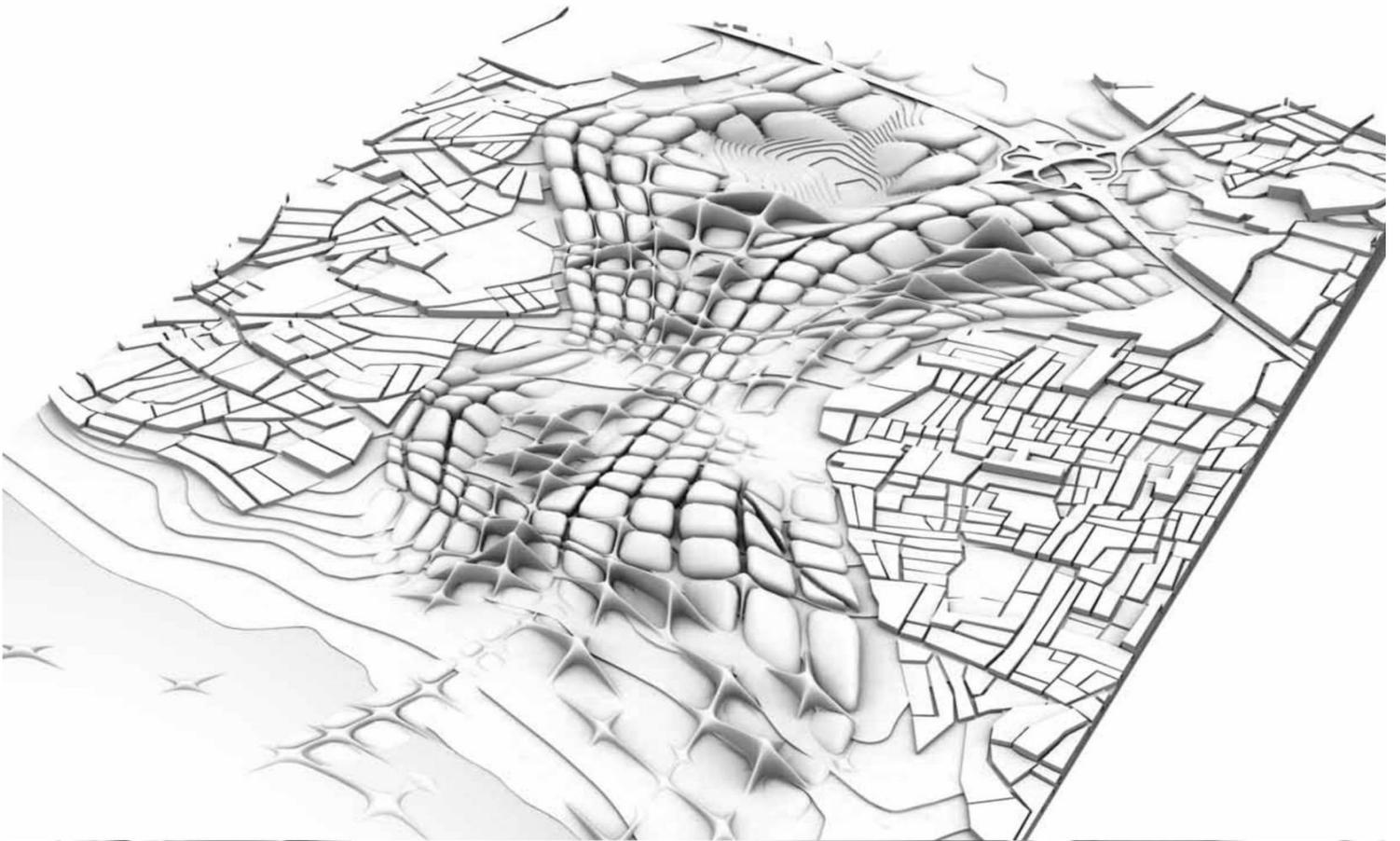


Figura 10. Modelo urbano do Kartal-Pendik Masterplan, em Istambul. Fonte: GA DOCUMENT 99, 2007.

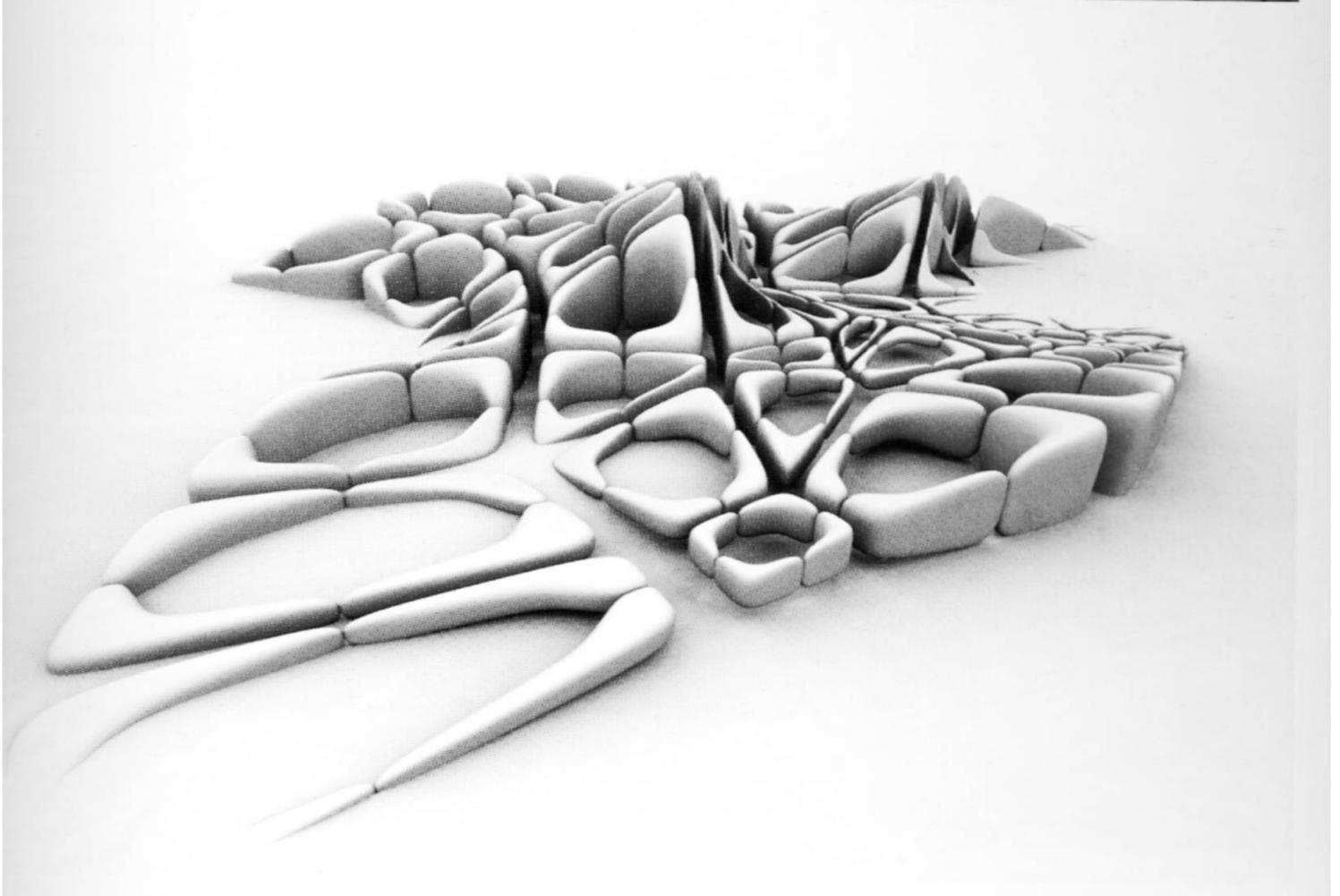
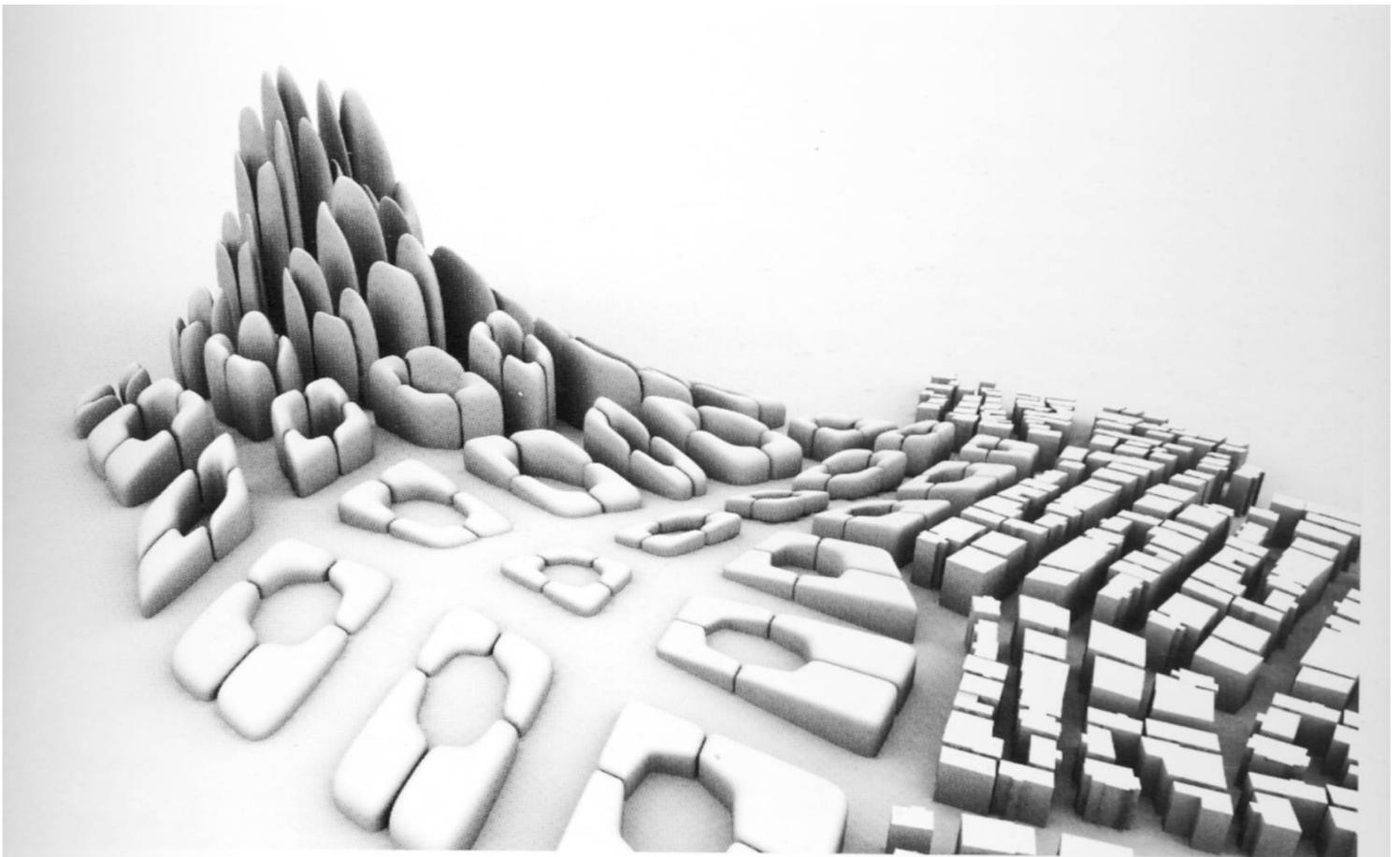


Figura 11. Detalhe da malha urbana do Kartal-Pendik Masterplan, que comporta formas edilícias diversas. Fonte: GA DOCUMENT 99, 2007.

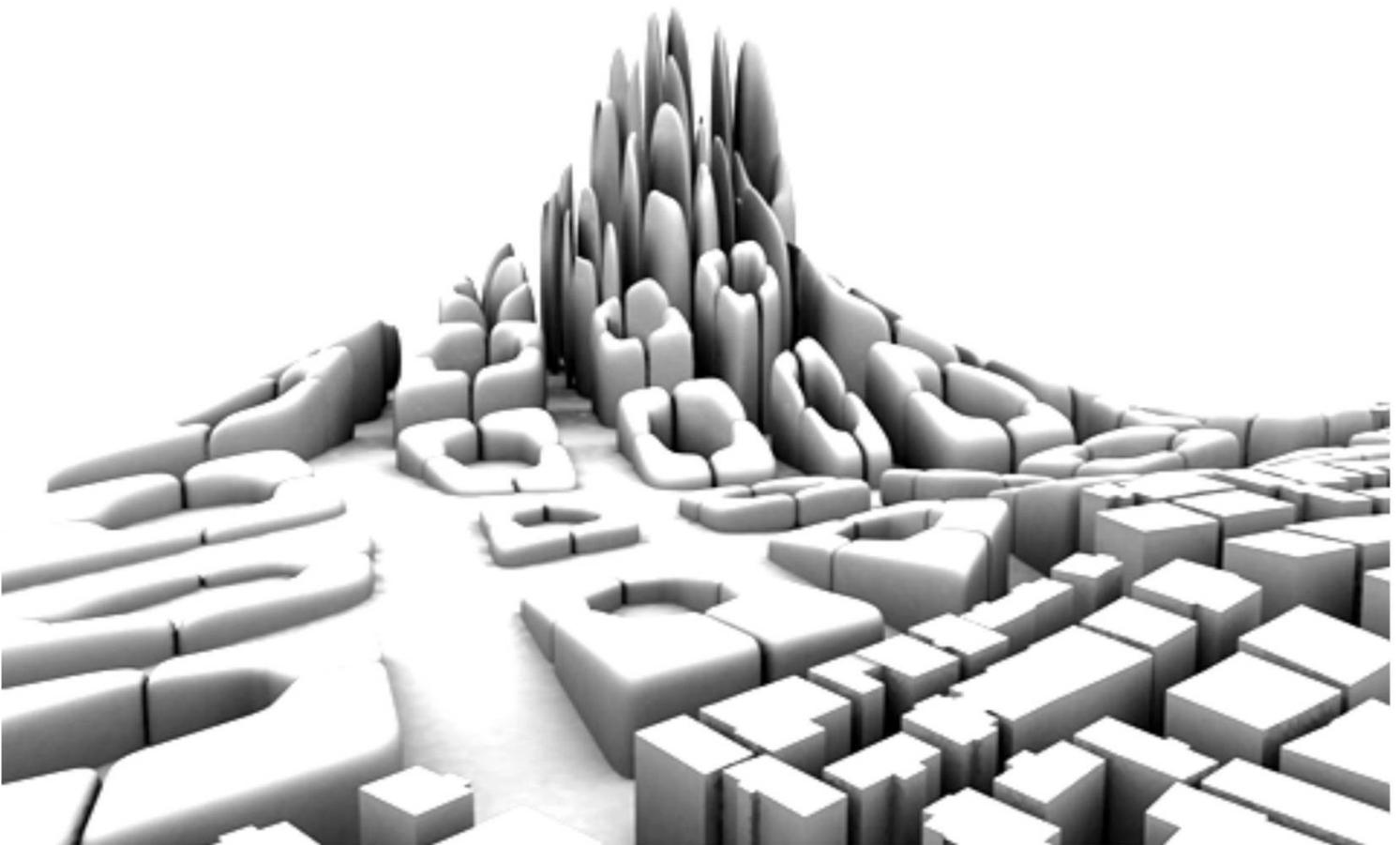


Figura 12. Kartal - Pendik Masterplan, em Istambul. Detalhes do plano urbano com articulação do sistema das vias propostas com as vias existentes e, abaixo, o perfil do projeto urbano na paisagem da cidade. Fonte: GA DOCUMENT 99, 2007.

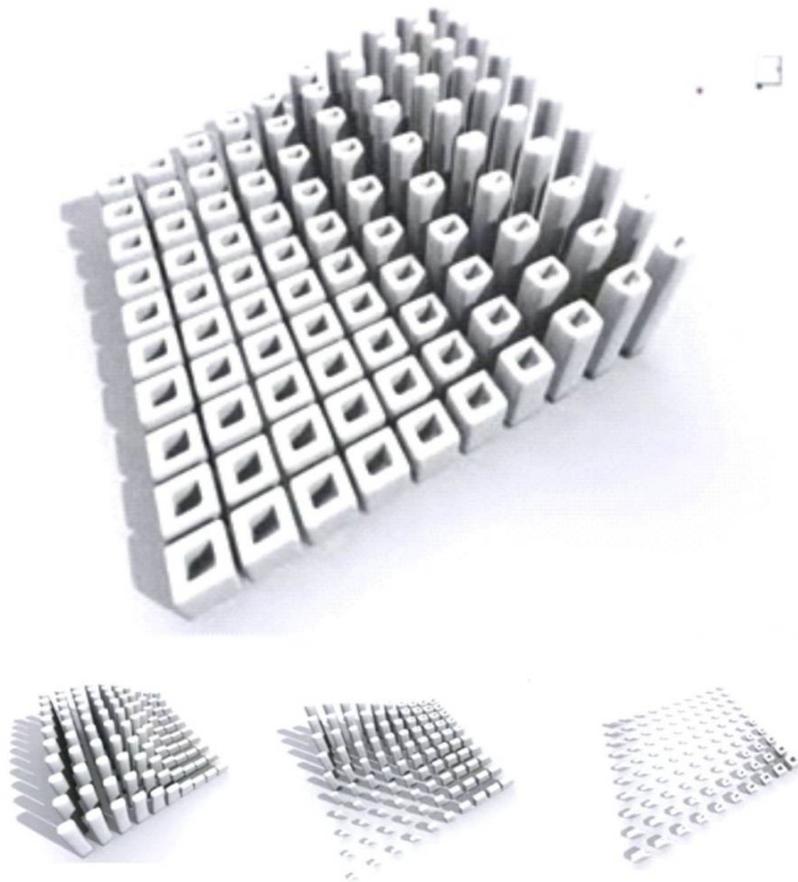
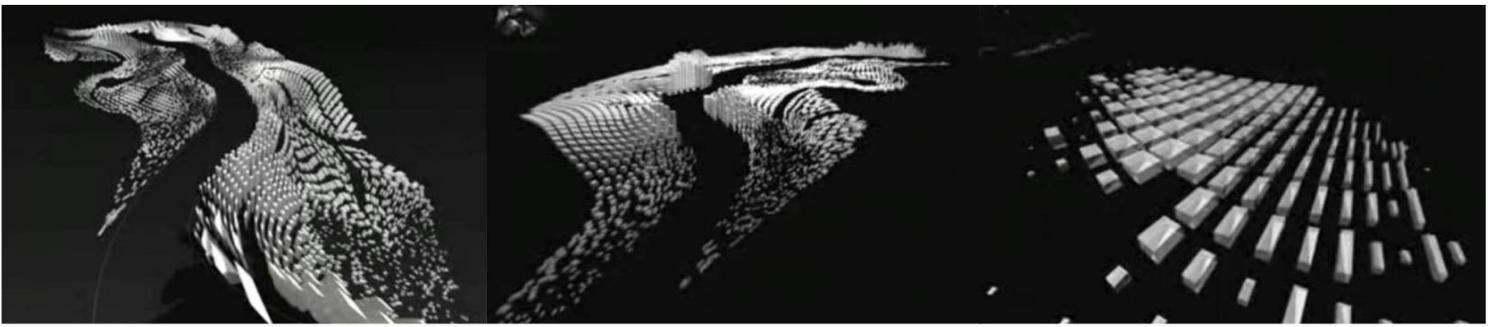


Figura 13. Thames Gateway Masterplan. Detalhes da modelagem urbana (acima) e os ensaios com modelo computacional (abaixo). Fonte: HADID ARCHITECTS, 2009

c) Thames GateWay Masterplan (2007)

O Thames Gateway Masterplan (Fig. 6 e 13) é um plano para uma área cortada pelo rio Tâmisa 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.

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”^{xliii}, 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”.^{xliv}

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, “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”.^{xlv} 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.^{xlvi}

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 identificou como “paradigmas de urbanidade” e “formalidade”, ^{xlvii} 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.

3. Perspectivas de aprimoramento a partir dos 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, teoria configuracional da arquitetura, proposta por Bill Hillier e Julienne Hanson. ^{xlviii} A sintaxe espacial ^{xlix} 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”. ^l Para Holanda, “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”. ^{li} 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. ^{lii}

Ao investigar um fenômeno específico recorrente na história dos assentamentos humanos, os “espaços de exceção”, ^{liii} Holanda 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, “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”.^{liv} Isto por que:

Formalidade vem de formal, relativo à forma – limites exteriores da matéria de que é constituído um corpo, e confere a esse feitio, 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.^{lv}

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*.^{lvi} 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. ^{lvii}

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 edilícios 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 computacionalmente ^{lviii} 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.

4. 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,^{lix} é natural e legítimo que os avanços mais recentes no âmbito das tecnologias digitais aplicadas ao projeto, que nas quais se enquadram as ferramentas de 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 “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”.^{lx} 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.

Dessa forma, o urbanismo paramétrico poderia construir uma abordagem mais sistêmica, considerando o desenho urbano não como um produto derivado exclusivamente da forma, da função ou do ambiente, mas como um produto de relações entre os diversos elementos de um sistema mais complexo que é a própria cidade, composto por, entre outros, espaços e indivíduos. Os parâmetros da forma, da função e do ambiente devem ser inter-relacionados aos parâmetros de configuração do espaço.

5. Referências

ALLEN, Stan. From object to field. Architectural design. Architecture after Geometry. London: Offices, v.67, n.5/6, 1997.

AMORIM, Luiz; Loureiro, Claudia. O mascate, o juiz, o bispo e os outros: sôbre a gênese morfológica do Recife Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, Recife, v.1, n.3, 2000.

ARCHITECTURAL Association. AA DRL documents 2. DRL TEN: a design research compendium. Londres: Architectural Association Publication Publications, 2008.

_____. Experimentation: AA Projects Review 2005-2006. London: Architectural Association Publication, 2006.

_____. Prospectus 2006-2007. London: Architectural Association Publication, 2007.

ARCHITECTURAL Design. Architecture after Geometry. London: Editorial Offices, v.67, n.5/6, 1997.

_____. Contemporary processes in architecture. London: Editorial Offices, v.70, n.3, 2000.

_____. Emergence: morphogenetic design strategies. London: Editorial Offices, v. 74, n.3, mai./jun. 2004.

_____. Folding in Architecture. London: Editorial Offices, v. 63 3-4, 1993.

_____. Techniques and technologies in morphogenetic design. London: Editorial Offices, v. 76, n. 2, 2006.

BENEVOLO, Leonardo. História da arquitetura moderna. São Paulo: Perspectiva, 1976.

_____. História das cidades. São Paulo: Editora Perspectiva, 1976.

BERTALANFFY, Ludwing. Teoria geral dos sistemas. Rio de Janeiro: Ed. Vozes, 1977.

FERRE, Alberto et al. Verb natures: architectural boogazine. Barcelona: Actar, 2007.

FIGUEIREDO, Lucas. Linhas de continuidade no sistema axial. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2004.

_____.; AMORIM, Luiz. Continuity lines in the axial system. In: PROCEEDINGS of Fifth International Space Syntax Symposium. Delft: TU Delft, 2006.

FISCHER, Nils ; BHOOSAN, Shajay. Parametric urbanism, procedural complexity. In: INTERNATIONAL CONFERENCE on Computer Graphics and Interactive Techniques – ACM SIGGRAPH 2008. Nova York: [ACM](#) , 2008.

GA DOCUMENT 99, Special Inssue Zaha Hadid. Tokyo: Edita Tokyo, 2007. Não paginado.

GERBER, David. Towards a parametric urbanism. Interactive Cities. Paris: Anomos e 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: 12 ago. 2008.

HADID ARCHITECTS, Zaha. [Projects]. Disponível em: < <http://www.zaha-hadid.com>>. Acesso em: 29 mar. 2009.

HENSEL, Michael; MENGES, Achim. Morpho-ecologies: towards heterogeneous space in architectural design. Londres: Architectural Association Publications, 2006.

HILLIER, Bill et al. Natural Movement: or configuration and attraction in urban pedestrian movement. [s.l.]: Environment and Planning B, 1993.

_____. Space is the machine. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

_____. The architecture of the urban object. Ekistics 56, 1989.

_____.; BURDETT, Richard; PEONIS, John; PENN, Alan. Creating life: or, does architecture determine anything? Architecture & Comportement /Architecture & Behaviour. v. 3, n. 3, p. 233-250, 1987.

_____.; HANSON, Julienne. The social logic of space. London: Cambridge University Press, 1984.

HOLANDA, Frederico et al. Arquitetura e urbanidade. São Paulo: ProEditores Associados, 2003.

_____. O espaço de exceção. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2002.

JACOBS, Jane. The death and life of great american cities. São Paulo: Martins Fontes, 2007. (Publicado originalmente em 1961)

KALAY, Yehuda. Architecture's new media: principles, theories and methods of computer-aided design. Massachusetts, MIT Press, 2004.

KOLAREVIC, Branko. Architecture in the digital age: design and manufacturing. London: Taylor & Francis, 2005.

_____. [Digital Architectures](#), Eternity, Infinity and Virtuality in Architecture. In: PROCEEDINGS Of The 22nd Annual Conference Of The Association For Computer-Aided Design In Architecture. Outubro, 2000.

KOLAREVIC, Branko. Digital morphogenesis and computational architectures. In: CONGRESS OF THE IBEROAMERICAN SOCIETY OF DIGITAL GRAFICS,10., 2000, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: [s.n.], 2000.

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>>. Acesso em: 22 ago. 2008.
- KOOLHAAS, Rem et al. Mutations. Barcelona: Actar & arcen reve centre d'archhitectura, [s.l. : s.n.], 2000.
- _____. Delirious New York: a retroactive manifesto for manhattan. New York: The Monacelli Press, 1978.
- _____. MAU, Bruce. SMLXL. New York: Monacelli, 1995.
- LEE, Christopher; JACOBY, Sam. Typological formations: renewable building types and the city. Londres: Architectural Association Publications, 2006.
- LEE, Franklin; DE BEAURECUEIL, Anne Save. Museu Mercedes-Benz e o Modelo de Arquitetura Paramétrica. AU – Arquitetura e Urbanismo. v. 181. Abril, 2009.
- LYNCH, Kevin. A Imagem da cidade. São Paulo: Martins Fontes, 1997.(Publicado originalmente em 1960)
- 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: 22 ago. 2008.
- MENGES, Achim. Instrumental Geometry. Architectural Design. Techniques and Technologies in Morphogenetic Design. London: Editorial Offices, v. 76, n. 2, 2006.
- MITCHELL, William. ME ++: The Cyborg Self and the Networked City. Cambridge: MIT Press, 2001
- MONEDERO, Javier. "Parametric Design". A Review and Some Experiences" In: CHALLENGES OF THE FUTURE, 15., 1997, Anais... eCAADe Conference Proceedings, 1997.
- ONE-NORTH. JTC Corporation. Disponível em: <http://www.one-north.sg/aboutus_masterplan.aspx>. Acesso em: 10 jan. 2009.
- PEPONIS, John. Space, Culture and Urban Design in Late Modernism and After. In: Ekistics, n.334-335, p. 93-108, 1989. Tradução Frederico de Holanda. Miemografado.
- POLBAR. [[Polbar's photostream](#)]. Disponível em: <

<http://www.flickr.com/photos/46064269@N00/3944035530/>> Acesso em: 15 jan. 2009

RATTI, Carlo. "Rejoinder to Hillier and Penn", Environment and Planning B: Planning and Design. v. 31, 2004.

_____. Space syntax: some inconsistencies. Environment and Planning B: Planning and Design. 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: 22 ago. 2008.

SCHNABEL, Marc Aurel. "Architectural parametric designing" Communicating Space(s). 24th eCAADe Conference Proceedings, Volos (Greece) 6-9 September 2006, p. 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, p. 237-250, 2007.

SCHUMACHER, Patrik. Parametricism as Style - Parametricist Manifesto. Writings - theorizing architecture. BIENAL DE ARQUITETURA DE VENEZA, 11., 2008, Londres, Anais... Londres: [s.n.], 2008. Disponível em: <<http://www.patrikschumacher.com>>. Acesso em: 12 nov. 2008.

_____. [Design Research within the Parametric Paradigm](#). 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: 10 nov. 2008.

_____. Digital Hadid: landscapes in motion. Londres: Birkhauser, 2004.

_____. The concept of space in architecture: emergence, hegemony and transcendence. Bologna: Compositori, 2008. Disponível em: <<http://www.patrikschumacher.com>>. Acesso em: 12 nov. 2008.

SOUZA, Chris. [[Chris Souza's photostream](#)]. Disponível em: <<http://www.flickr.com/photos/chrisfotosub/2532453244/>> Acesso em: 15 jan. 2009

STEINØ, Nicolai; VEIRUM, Niels. "Parametric Urban Design". CONGRESS AESOP, 5., 2005, Vienna, Anais... Vienna : [s.n.], 2005.

TEKLEMBERG, J.; TIMMERMANS, H. Space syntax: standardized integration measures and

some simulations Environment and Planning B: Planning and Design, 20, pp. 347-357, 1993.

TERZIDIS, Kostas. Algorithmic architecture. New York: Princeton Architectural Press, 2006.

TURNER, A. et al. "From isovists to visibility graphs: a methodology for the analysis of architectural space". Environment and Planning B: Planning and Design, v. 28, n. 1, p. 103-121, 2001.

_____. "Depthmap: A program to perform visibility graph analysis". Atlanta: Georgia Institute of Technology, Proceedings. 3rd International Space Syntax Symposium. p. 31.1-31.9, 2001.

WERZ, Max. Open source fabric. Archiprix International. Disponível em: <http://www.archiprix.org/print.php?id=2688> Acesso em: 15 mar. 2009.

WEWORK|4HER. [Projects]. Disponível em: <http://www.data-tribe.net/wework4her/index.php?m=06&y=09> Acesso em: 07 jun. 2009

iA expressão urbanismo paramétrico vem de parâmetro, termo que 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.

iiKOLAREVIC, 2005, p.253.

iiiFERRE, 2007, p. 51.

ivTal abordagem se refere à concepção de sistemas definida por BERTALANFFY (1977) como um complexo de elementos em interação, em que seria através das inter-relações entre as partes que o todo se caracterizaria como tal.

vMARCUS, 2008.

viParâmetros de configuração do espaço vêm sendo investigados por Bill Hillier e Julienne Hanson desde os anos 70 (HILLIER; HANSON, 1984; HILLIER, 1989, 1993, 1996). Hillier e Hanson têm se dedicado a estudar o modo como a organização espacial se manifesta socialmente e como o espaço interfere na organização social. Para Hillier, o movimento de pessoas através do espaço está em conexão direta com a configuração espacial da rede urbana. A estrutura configuracional das malhas urbanas implica padrões de movimento e contribui para distintas formas de ocupação, naturalmente, independente de atratores (HILLIER et al, 1993).

viiVale 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.

viiiHOLANDA, 2002.

ixMITCHELL, 1999 apud KOLAREVIC, op. cit., p. 255.

xMONEDERO, 1997.

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

xiiKOLAREVIC, op. cit., p. 255.

xiiiZELLNER, 1999 apud KOLAREVIC, op. cit., p. 251.

xivKOLAREVIC, op. cit., p.251.

xvIbid., p.251.

xviIbid., p.253.

xviiSteinø & Veirum (2005) 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 centram-se apenas em dados quantificáveis e ignoram aquilo que é mais importante - quais devem ser os diferentes parâmetros a serem ajustados e por quê – um pré-requisito fundamental para todas as decisões de projeto. A fim de 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 espaciais e programáticos, como densidade, espaço e uso, além de parâmetros formais como: geometria cartesiana/orgânica; forma regular/irregular/ ou densa/esparsa, modelo alto/baixo, entre outros.

xviiiGerber (2006) investigou o modo como os sistemas computacionais vêm alterando os métodos de concepção de projetos de desenho urbano, a partir de três projetos que aplicam processos paramétricos, visando ao 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, 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 [Massachusetts Institute of Technology](http://www.mit.edu) (MIT).

xixSTEINØ; VEIRUM, 2005, op. cit., p.679.

xxEmbora 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. Ver: 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/aadrl/ABOUT/DOWNLOADS/parametric_urbanism_briefs/parametric_urbanism_briefs.pdf>. Acesso em: Agosto, 2008.

xxiEm *Urban Texture and Space Syntax: some inconsistencies*, Ratti (2004) 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 assumed that they will nonetheless be present in any design option? In a Zaha Hadid masterplan, or in other extravagant and pattern-free schemes?* ” .

xxiiSCHUMACHER, 2008b.

xxiiiIbidem.

xxivIbidem.

xxvA idéia 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 *boi* 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 campos oferece uma possibilidade na arquitetura para endereçar dinâmicas de uso, comportamento de multidões e de geometrias complexas de massas em movimento” Ver: ALLEN, Stan. *From object to field: architectural design*. London: Offices, 1993, p. 29-30.

xxviSCHUMACHER, 2008a.

xxviiIbidem.

xxviiiSCHUMACHER, 2008b.

xxixPEPONIS, 1989.

xxxO ZHA Computational Design Research Group é um grupo de investigação originalmente criado para conduzir as pesquisas computacionais do escritório Zaha Hadid Architects.

xxxiFISCHER; BHOOSAN, 2008.

xxxiiIbidem.

xxxiiiHILLIER; HANSON, 1984.

xxxivIdem, 1996.

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

xxxviGERBER, op. cit., p.155.

xxxviiIbidem, p.157.

xxxviiiIbidem, p.157.

xxxixIbidem, p.157.

xIIbidem, p.157.

xliJACOBS, 1961

xliiPEPONIS, op. cit.

xliiiHOLANDA, 2003, p. 35.

xlivIbidem, p. 25.

xlPEPONIS, op. cit.

xliIbidem.

xliiHOLANDA, op. cit., p.125.

xliiiHILLIE; HANSON, 1984.

xlixA sintaxe especial tem sido alvo de intensas discussões no meio acadêmico, particularmente no que se refere a dois aspectos que a fundamentam. Primeiro, quanto à relação entre espaço e comportamento, tais como colocado por Lawrence (1987) que ressalta que sistemas espaciais semelhantes podem dar suporte a distintas expectativas sociais. Segundo, quanto às limitações nos seus procedimentos metodológicos de representação, descrição e análise do espaço. Neste campo crítico, destacam-se as contribuições de Teklenberg e Timmermans (1993), que discutem os procedimentos matemáticos utilizados para compor e normalizar a medida de centralidade denominada de integração, chave na sintaxe espacial, e as mais recentes de Carlo Ratti (2004), que aponta sua ineficiência em prover uma análise precisa de determinados aspectos dos *grids* urbanos regulares. Na última década, no entanto, vários investigadores ampliaram consideravelmente o conjunto de procedimentos descritivos da forma urbana e edilícia, dos quais devem ser destacados a Visual Graph Analysis (VGA) (TURNER, 2001) e a linha de continuidade (FIGUEIREDO, 2004; FIGUEIREDO; AMORIM, 2005), que superam alguns dos paradoxos apresentados e ampliam o campo de investigações configuracionais.

IHILLIER & HANSON, 1984 apud HOLANDA, op. cit., p. 96.

liIdem, op. cit., p.96.

liiIdem, op. cit., p.92.

liiiIdem, op. cit., p.126.

livIdem, op. cit., p.125.

lvIdem, op. cit., p.125-126.

lviO 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.

lviiHOLANDA, op. cit., p.126.

lviiiUm modelo paramétrico com base nas variáveis investigadas por Holanda foi desenvolvido na dissertação de mestrado, intitulada Urbanismo Paramétrico: Parametrizando Urbanidade, desenvolvida por Robson Canuto da Silva, sob a orientação do professor Luiz Manuel do Eirado Amorim, autores deste artigo. A dissertação foi desenvolvida no Programa de Pós-graduação em

Desenvolvimento Urbano da Universidade Federal de Pernambuco, UFPE. Este artigo é um subproduto das investigações desenvolvidas durante a elaboração da dissertação.

lixLynch (1997), prefacio.

lxMENGES, 2006, p. 46.