

VERTENTE TEÓRICA

PARTE III

TRABALHO TEÓRICO SUBMETIDO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE EM ARQUITETURA

ORIENTADOR

Alexandra Paio – Prof. Auxiliar do ISCTE-IUL

MORFOLOGIA URBANA
SOLUÇÃO GENERATIVA PARAMÉTRICA

RESUMO

Os assentamentos informais têm sido uma parte importante do crescimento urbano há anos. Um exemplo são as favelas, estando actualmente a passar por uma mudança importante. As favelas estão a ser reconhecidas como parte da diversidade da cidade e, desta forma, a terem o direito a um espaço urbano qualificado. (Joan, Kimo e Thiro, 2012).

A falta de resposta do urbanismo contemporâneo aos problemas do crescimento urbano acelerado dos países em desenvolvimento estimulou, durante os anos 1970/1980 (Alexander, Martin, March e Mitchell) teorias e experiências alternativas de projeto urbano que se libertam, por razões prático-económicas, do controlo total de lógicas *top-down* do urbanismo formal.

Uma compreensão mais profunda dos padrões informais e humanizados, juntamente com o aparecimento de ferramentas digitais capazes de os emular, têm aproximado os investigadores ao urbanismo informal, nomeadamente através de ferramentas de desenho paramétrico e generativo.

O desenvolvimento de ferramentas de design paramétrico e das grandes potencialidades oferecidas pelas teorias do urbanismo paramétrico é fundamental para a compreensão da dinâmica urbana. Nesse sentido, já se pensa na configuração espacial de parâmetros no que diz respeito à urbanidade e ao formalismo, começando agora a dar passos no sentido da sua aplicação em cidades informais (Luiz, 2010). Desta forma, cruza o racional parametricismo com a génese das cidades informais.

No entanto, para a investigação de novas formas urbanas o urbanismo paramétrico necessita, além dos parâmetros formais, ambientais e programáticos, da inclusão de parâmetros espaciais, fundamentais para a promoção da vida urbana. Contudo, ainda não tem sido um assunto muito explorado e desenvolvido. Com este tipo de parâmetros o urbanismo paramétrico poderia construir uma abordagem mais sistémica e constituir um produto das relações entre os vários elementos.

A investigação que se inicia propõe uma reflexão crítica sobre o espaço urbano informal das favelas e o formalismo clássico. Os processos digitais baseados no design paramétrico podem ajudar na procura de soluções urbanas. É analisada a organização formal da favela Nova Jaguaré para posterior elaboração de uma solução urbana generativa paramétrica, baseada nos parâmetros espaciais deste assentamento.

ABSTRACT

The informal settlements have been an important part of the urban growth from years. An example of it are the slums, that are being subject of an important change. Slums are being recognized as a part of the cities diversity and, therefore, claiming the right of an urban qualified space (Joan, Kimo and Thiro, 2012).

The lack of response of the contemporary urbanism to the accelerated urban growth issue in the developing countries, in the 1970/80 decades (Alexandre, Martin, March and Mitchell) alternative experiences and theories of the urban project that sets free, for practical and economical reasons, the total control of the top-down logics of formal urbanism.

A deeper comprehension of the informal and humanized patterns, Added to the emergency of digital tools that can emulate them, have bring together researchers to the informal urbanism, mainly from parametric and generative design tools.

The parametric design tools development and the wide potentialities given the parametric urbanism theories are fundamental to the comprehension of the urban dynamics. In that way, the spacial parametrical configuration regarding urbanity and formalism is coming by, starting to tame the first steps to its application on informal cities (Luiz, 2010). It crosses the parametricism with the informal city genesis.

However, to the investigation of new urban forms, the parametric urbanism needs, beyond formal parameters, environmental and programatic, the inclusion of spacial parameters, fundamental to the promotional of urban life. Still, has not been a subject much explored of developed. With this kind of parameters, the parametric urbanism could build a much systemic approach and result as a product of the relation of the various elements.

This investigation proposes a critical reflection of the informal urban space of slums and the classical urbanism. The digital processes based in the parametric design can provide the search of urban solutions. It's analysed the formal organisation of the slum Nova Jaguaré to consequent elaboration of a parametric generative urban solution, based in the spacial parameters of this settlement.

ÍNDICE

1.	ENQUADRAMENTO	12
2.	MORFOLOGIA URBANA	14
2.1	ELEMENTOS E CATEGORIAS	14
2.2	FORMAL E INFORMAL	19
2.3	PADRÕES	20
3	DESIGN COMPUTACIONAL: MÉTODOS E FERRAMENTAS	22
3.1	GRAMÁTICAS DA FORMA	22
3.2	SINTAXE ESPACIAL	24
3.3	GENERATIVO / PARAMÉTRICO	25
4	URBANO: SOLUÇÕES GENERATIVAS	28
4.1	PARAMETRICISMO: PATRICK SHUMAKER (2008)	28
4.2	INDUCTION CITY: JOSÉ BEIRÃO (2012)	31
4.3	PROJETO DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL SEGUNDO UMA ABORDAGEM GENERATIVA	36
4.4	FAVELA CLOUD	39
5.	ESTUDO PRÁTICO	44
5.1	CONTEXTO	44
5.2	OBJETIVOS	45
5.3	METODOLOGIA	46
5.4	SOLUÇÃO GENERATIVA PARAMÉTRICA PARA A FAVELA NOVA JAGUARÉ, SÃO PAULO, BRASIL	47
6.	CONCLUSÕES	66
7.	BIBLIOGRAFIA	68

1. ENQUADRAMENTO

Segundo José Lamas (1993), a arquitetura sempre teve como objetivos a criação do mais propício ambiente à vida humana, e o seu contributo coloca-se a diferentes níveis, desde um interior de um café, às grandes composições urbanas. A arquitetura é a arte de construir e ultrapassar a simples assemblagem lógica de elementos construtivos para produzir a realidade humana como força criativa e voluntária. A arquitetura, inseparável da vida humana e da sociedade, nasceu com os primeiros assentamentos humanos como obra coletiva, que tem a sua dimensão como fato urbano. A construção da cidade, em toda a complexidade da ambiente humano, exige múltiplos conhecimentos e a ação de indivíduos com um conjunto de saberes, que se tornam executantes de uma vontade coletiva (Lamas, 1993).

O arquiteto traz também uma vivência ligada ao presente e ao passado, e onde o material da história é uma fonte inesgotável de aprendizagem e reflexão. A história está sempre presente no processo de desenho do arquiteto, como realidade viva e campo de experiências nos quais se apoia a prática profissional (Lamas, 1993).

A arquitetura à escala urbana, enquanto desenho da cidade, defronta-se hoje com uma série de interrogações e até dúvidas, de que são exemplos as diferentes alternativas surgidas do pós-guerra. Em que ainda não se chegou a total acordo quanto às morfologias urbanas mais adequadas sobre a forma da cidade. Mantendo o debate aceso. (Lamas, 1993)

A produção da cidade não pode ser entendida como um mero processo de distribuição de edifícios no território, resolver problemas funcionais, ou criar condições para o investimento económico. O espaço habitado e construído pelo Homem é matéria da arquitetura. Então, como se pode introduzir no urbanismo a visão arquitetónica, estética e formal? (Lamas, 1993).

Sem dúvida a economia, ou as condições sócio económicas, políticas e culturais, se refletem profundamente na forma da cidade. Contudo, esta forma também é resultado da produção voluntária do espaço, tomando em conta os objetivos do planeamento, os organiza e resolve utilizando os conhecimentos culturais e arquitetónicos sobre esse mesmo espaço e materializando-os através da sua forma (Lamas, 1993).

Esta atitude só pode provir da correta intervenção da arquitetura na produção do meio urbano. Para José Lamas (1993) a natureza da concepção arquitetônica e urbanística é essencialmente formal. As noções de forma urbana e forma do território são eminentemente arquitetônicas, assim, a arquitetura introduz no planejamento e no urbanismo um objeto fundamental que é a construção da forma do espaço humanizado (Lamas, 1993).

Não obstante, estas formas não têm apenas a ver com concepções estéticas, ideológicas, culturais ou arquitetônicas, mas encontram-se indissociavelmente ligadas a comportamentos, à apropriação e utilização do espaço, e à vida comunitária dos cidadãos. A produção destas formas é de grande importância, pois influenciam diferencialmente a vida social, no comportamento e bem-estar dos cidadãos (Lamas, 1993).

A partir dos anos 60, o urbanismo e o desenho urbano sofreram uma profunda revisão. Segundo José Lamas (1993), inicia-se a agonia da cidade contemporânea com as suas perversões posteriores. A preocupação com a forma urbana, tanto física como funcional, passou a constituir o elemento dominante do projeto urbano, enquanto, novos conceitos, métodos e programas surgiram na prática urbanística. Tanto o urbanismo contemporâneo como o tradicional têm pontos positivos e negativos e seria inconsequente a crítica de um ou do ou de outro sem reflexão ou investigação. Para a intervenção urbana de hoje é necessário um olhar crítico tanto sobre as propostas tradicionais como das modernas (Lamas, 1993).

Para a avaliação da forma urbana tem de ser feita uma avaliação dos conteúdos da cidade contemporânea e da cidade tradicional, e só dessa avaliação poderão nascer pistas para o desenho da cidade contemporânea (Lamas, 1993).

2. MORFOLOGIA URBANA

Na obra “Morfologia Urbana e Desenho da Cidade” (1987), José Lamas descreve a morfologia urbana como o estudo essencial dos aspectos exteriores, ou elementos morfológicos, e as suas relações recíprocas, definindo e explicando a paisagem urbana e a sua estrutura. O desenho urbano exige um domínio profundo de duas áreas de conhecimento: (1) o processo de formação da cidade, que é histórico e cultural e que se interliga às formas utilizadas no passado; e (2) a reflexão sobre a forma urbana enquanto objeto do urbanismo, ou seja, enquanto corpo ou materialização da cidade capaz de determinar a vida humana em comunidade. Sem o conhecimento da morfologia urbana e da história da forma urbana, há o risco de desenhar uma cidade segundo práticas superficiais. Sendo assim, o primeiro grau de leitura da cidade deve ser físico-espacial e morfológico, pois este é o único que permite evidenciar a diferença entre este e aquele espaço, entre esta e aquela forma, e explicar as características de cada cidade. Morfologia urbana é, portanto, segundo José Lamas (1987), a ciência que estuda as formas, interligando-as com os fenómenos que lhes deram origem (Lamas, 1993).

2.1 ELEMENTOS E CATEGORIAS

Um estudo de morfologia urbana ocupa-se da divisão do meio urbano em partes (elementos morfológicos) e da articulação destes entre si e com o conjunto que definem. São estes elementos que no seu conjunto e organizados entre si, definem a forma urbana. O que nos leva, desde já, à identificação destes elementos morfológicos: (1) o solo – o pavimento; (2) os edifícios – o elemento mínimo; (3) o lote – a parcela fundiária; – (4) o quarteirão; (5) a fachada – o plano marginal; (6) o logradouro; (7) o traçado – a rua; (8) a praça; (9) o monumento; (10) a árvore e a vegetação; e (11) o mobiliário urbano. Não obstante, passamos ao conhecimento, das partes da forma e ao modo como se estruturam nas diferentes escalas, dos elementos morfológico que são relevantes para este estudo (Lamas, 1993).

(2) os edifícios – o elemento mínimo: é através dos edifícios que se constitui o espaço urbano e se organizam os diferentes espaços identificáveis e com forma própria: a rua, a praça, o beco, a avenida, etc. Das relações tipologia-morfologia, ressalta que o espaço urbano depende dos tipos edificados e do modo como estes se agrupam. A tipologia edificada determina a forma urbana, e a forma urbana é condicionadora da tipologia urbana, numa relação dialética.

(3) o lote – a parcela fundiária:

(4) o quarteirão: A definição do quarteirão tanto se pode basear na sua forma construída como no processo de traçado e divisão fundiária. O quarteirão é um contínuo de edifícios agrupados entre si em anel, ou sistema fechado e separados dos demais; é o espaço delimitado pelos cruzamentos de três ou mais vias e subdividido em parcelas de cadastro (lotes) para construção e agrupamento de edifícios. É também um modelo de distribuição da terra por proprietários fundiários;

(6) o logradouro: o logradouro constitui o espaço privado do lote não ocupado por construção, as traseiras, o espaço privado, separado do espaço público pelos contínuos edificadas. O logradouro foi, também, na cidade tradicional, um resíduo, ou resultado dos acertos de loteamento e de geometrias de ocupação dos lotes. É na utilização do logradouro que se torna possível a evolução das malhas urbanas: densificação, reconstrução, ocupação. É através da utilização e desenho do logradouro que se faz parcialmente a evolução das formas urbanas do quarteirão até ao bloco construído;

(7) o traçado – a rua: é um dos elementos mais facilmente identificáveis tanto na forma da cidade como no gesto de projetar. assenta num suporte geográfico pré-existente, regula a disposição dos edifícios e quarteirões, liga os vários espaços e partes da cidade. O gesto do traçado é encontrado nos assentamentos coloniais, nas cidades militares, e de um modo geral em todas as cidades planeadas. O traçado estabelece a relação mais direta de assentamento entre a cidade e o território. Este existe como elemento morfológico nos vários níveis ou escalas da forma urbana. Desde a rua de pedões à travessa, à avenida, ou à via rápida, encontra-se uma correspondência entre hierarquia dos traçados e a hierarquia das escalas da forma urbana;

(8) a praça: é um elemento morfológico das cidades ocidentais e distingue-se dos outros espaços, que são resultado acidental de alargamento ou confluência de traçados. A praça pressupõe a vontade e o desenho de uma forma urbana e de um programa. Se a rua, o traçado, são lugares de circulação, a praça é o lugar intencional de encontros, de permanência, dos acontecimentos, das práticas sociais, de manifestações de vida urbana e de prestígio, de funções estruturantes da arquitetura significativa. A definição de praça na cidade tradicional implica, como na rua, a estreita relação com o vazio com os edifícios, os seus planos marginais e as fachadas, estas definem os limites da praça e caracterizam-na, organizando o cenário urbano. A geometria da praça pode variar do quadrado ao triângulo, passando por círculos, semi-círculos, elipses, paralelogramas regulares, irregulares, etc.. Outros espaços como os largos, os terreiros não pertencem a este conceito, pois são de certa maneira espaços acidentais (Lamas, 1993).

As principais categorias que caracterizam a morfologia urbana são: (1) a forma, (2) a estrutura e (3) o padrão. (Lamas, 1993)

A forma é a principal característica do objecto, como argumenta Arnheim (1974) "the visible shape of content". Este relaciona a forma com uma determinada função ou comportamento, assim uma determinada forma suporta uma determinada operação (Çaliskan, 2013).

Como propriedade visual, a forma, é o resultado de uma configuração específica de superfícies e arestas da forma (Ching, 1979:34). Não obstante, Ching (1979), especificou que as propriedades básicas da forma são: (1) o tamanho; (2) a cor; (3) a textura; (4) a posição; (5) a orientação; e (6) a inércia visual (pp. 34-35) (Lamas, 1993).

No campo de estudo da morfologia, todo o território como lugar de transformações produzidas pelo Homem, toda a organização formal do território não se faz exclusivamente pela organização de actividades humanas: situa-se a dimensões e escalas que ultrapassam a área ocupada por edificações. sendo assim, a compreensão e concepção das formas urbanas faz-se a diferentes níveis, podendo-se recortar o espaço em partes identificáveis. O critério para esta divisão decorrerá quer do modo como se processa a leitura quer do modo como o espaço é produzido. Assim, é possível estabelecer uma classificação das escalas ou dimensões da forma urbana (Lamas, 1993).

A dimensão sectorial – a escala da rua – é a mais pequena unidade do espaço urbano, para a sua apreensão quase nem é preciso movimento, pois num ponto o observador consegue abarcar a unidade espacial do seu conjunto. Nesta escala conseguimos ter uma ideia sistemática dos elementos morfológicos e das características desta escala. (Morfologia Urbana e Desenho da Cidade) A dimensão urbana – a escala do bairro – é a partir desta escala que existe verdadeiramente a área urbana, a cidade ou parte dela. Pressupõe uma estrutura de ruas, praças ou formas de escalas inferiores. Numa cidade corresponde aos bairros, pode englobar a totalidade da vila, aldeia ou cidade. Nesta escala os elementos morfológicos têm de ser identificados a escalas inferiores e a análise necessita de movimento e de vários percursos para a apreensão da sua apreensão (Lamas, 1993).

Dimensão territorial – a escala da cidade – nesta escala, a forma estrutura-se através da articulação de diferentes formas à dimensão urbana, diferentes bairros ligados entre si. A forma da cidade define-se pela distribuição dos seus elementos primários ou estruturantes: o macrossistema de arruamentos e os bairros, as zonas habitacionais, centrais ou produtivas, que se articulam entre si e com o suporte geográfico. É necessário movimento mais rápido, para a sua apreensão, do que necessários nas outras escalas. A estrutura global, ou macroorganização, da cidade pode-se assimilar a alguns padrões reconhecíveis em quase todos os assentamentos urbanos: cidades lineares; radiocêntricas; em malha ortogonal, radiais, etc. (Lamas, 1993).

Alexander (1964), em *“Notes on the Synthesis of Form”*, reflete sobre a definição de forma, com referência às propriedades fundamentais da forma e à sua organização da seguinte maneira: *“The crucial quality of shape, no matter of what kind, lies in its this way we call it form”* (Alexander, 1964: p. 134). Os conceitos de relação, organização e unidade, são aparentemente intrínsecos na definição da forma, e que nos levam à ideia de composição: *“the product of a designer’s strategically compiled and arranged spatial elements”* (Alexander et al., 2009: 54) (Çaliskan, 2013).

Tomando em consideração o ponto de vista de Bill’s (1958), acerca da unidade feita através do produto-forma, num contexto urbano devido aos vários componentes típicos envolvidos na produção de um ambiente construído, a forma urbana é morfologicamente (re)combinatorial (Lozano, 1991: 241-42). Os mesmos elementos tipológicos são combinados em diferentes composições, que vão deixando emergir os padrões espaciais. Neste sentido, a unidade percebida permanece relevante num contexto espacial. Neste contexto, a composição-forma acaba por ser uma entidade combinatorial que é percebida visualmente como uma unidade física (percebida como unidade gestáltica), principalmente como produto de um ato intencional (Çaliskan, 2013).

No meio urbano a organização espacial depende da exposição física dos elementos (massas e planos) e nas relações entre as várias formas, formando composições e posteriormente recombinações dessas composições. Que nos introduz ao conceito de estrutura (Çaliskan, 2013).

A estrutura, em geral, pode ser definida como a organização lógica dos elementos constituintes, ligados de acordo com certas regras de ordenação, que regulam a redes espaciais, conexões e separações de um sistema. Em urbanismo, a estrutura é o sistema abstrato de organização espacial que sustem os elementos morfológicos de um conjunto num dado contexto. À semelhança de uma composição literária com base num certo vocabulário e sintaxe da linguagem, o urbano é feito de composições, não são entidades arbitrárias, mas sim o produto de uma ordem subjacente de um sistema. O sistema é construído principalmente, sobre o eixo de configuração das ruas, relações de adjacência entre os edifícios, e entradas em relação à rua. Neste aspecto, reduzir a forma-composição a nós e ligações, torna-se numa operação mental essencial para a representação da estrutura urbana. Como claramente defendido por Fuller (1965), a “estrutura não é uma” coisa”, não é “sólido” (p. 68), é a abstração de uma tátil organização (espacial ou gráfica) (Çaliskan, 2013).

As principais propriedades da estrutura sintática (configuracional) são a simetria, a capacidade de distribuição e a profundidade (Hillier et al, 1984: 94-97; Marshall, 2005: 165-169.). A fim de revelar essas propriedades – em termos das qualidades de centralidade (integração), intermediação (escolha), conectividade e continuidade (Hillier, 2005; 2012; Marshall, 2005: 120-23) – é

necessário representar as configurações espaciais como estruturas constitucionais (topológicas). Apesar de ser o tipo mais comum na morfologia configuracional, a estrutura topológica não é a única na classe das estruturas lógicas. Kotnik (2011) descreve basicamente os três tipos de estruturas lógicas: (1) as estruturas organizacionais que se refere às características quantitativas de qualquer forma (sociais ou forma espacial) em termos de conjuntos, loteamentos e hierarquias; (2) as algébricas (combinatórias) quando as estruturas informam acerca da (re)combinação dos elementos dentro de um conjunto; e (3) as estruturas topológicas que dizem respeito à conexão e às relações de proximidade dos elementos dentro de uma composição espacial (pp. 328–29) (Çaliskan, 2013).

As estruturas, são um sistema elaborado por via da combinações e recombinações dos elementos morfológicos num dado contexto. O resultado final dos processos combinatórios contínuos de várias tipologias e regras morfológicas, dão origem aos padrões urbanos. (Jea-Hoon, 1994: p. 89) (Çaliskan, 2013).

O Padrão é a configuração repetitiva das entidades físicas no espaço ou de eventos no tempo (Christen, 2009: p. 72). As repetições e a regularidade interna baseadas num quadro estrutural ou conjunto de regras é a condição fundamental de um padrão. Embora não idênticos, os elementos de repetição de um padrão são geralmente os mesmo no tipo e de forma semelhante, contudo, a sua configuração pode não ser simétrica e matematicamente perfeita. Certamente, a organização repetitiva deve ser reconhecível para ligar quaisquer rotas internas, espaços e edifícios (p. 55). Os padrões como uma entidade física envolvem todos os elementos da composição da sua estrutura repetitiva (Çaliskan, 2013).

As regras locais dão lugar à configuração global dos espaços (públicos, privados ou semi-público/ privados) e edifícios. O conjunto destas massas no espaço, como elementos interativos do espaço de qualquer forma-composição, gera padrões urbanos. Neste contexto, o crescimento e a sucessiva assimilação das unidades de construção típicas, tornam cada vez maiores a forma perceptível como um tecido genérico. Ou seja, a ordem espacial imediata dos edifícios (e ruas), agrega no tempo uma certa continuidade temática (Habraken de 1996:8) (Çaliskan, 2013).

2.2 FORMAL E INFORMAL

A morfologia urbana surge essencialmente de 2 lógicas de assentamento de pessoas num território: (1) lógica *top-down* de imposição de lógicas de planeamento formal sobre o território, ou seja, a imposição de uma estrutura sobre as pessoas; (2) lógica *bottom-up* que parte das pessoas para o território.

(1) Foi a escola francesa que mais marcou o urbanismo formal, tanto pelo ensino do urbanismo como pelas influências internacionais, exportando urbanistas que realizaram os planos das principais cidades do mundo, como é exemplo a transplantação de Paris para Marrocos ou outras terras orientais (Lamas, 1989).

No seu conjunto o urbanismo formal representa um vastíssimo campo de realizações e propostas continuadoras da cidade tradicional, onde é valorizado o desenho, a forma, a estética e os elementos da cidade tradicional (Lamas, 1989).

(2) Entende-se como informal tudo que é feito fora da legislação que regula a matéria. Nesse quadro, contam-se tanto os loteamentos irregulares (com alguma desconformidade no licenciamento) e os clandestinos (sem licença solicitada) quanto os assentamentos sem qualquer projeto ou programação (como as favelas), assim como todas as unidades autoconstruídas em loteamentos irregulares ou clandestinos, pois foram construídas sobre lotes irregulares (Martins, 2006).

Os assentamentos precários e informais estão presentes na maior parte das cidades da América do Sul, África Índia e China, . Caracterizam-se pela precariedade das habitações, pela falta de infra-estrutura e de ordenamento do tecido urbano e pela falta de acesso a serviços, principalmente nas localidades mais periféricas. Esses assentamentos são produto da industrialização e rápida urbanização destas cidades (Martins, 2006).

Na maior destas cidades, apresentaram uma reduzida capacidade do Estado de promoção e gestão de políticas públicas voltadas ao assentamento humano. O assentamento de grandes massas de população que afluíam à cidade, deu-se maioritariamente pela auto-construção de moradias em arruamentos na periferia das cidades, de baixa qualidade, sem infra-estrutura. Sem qualquer restrição ambiental, funcional, de qualidade ou estética e sem a mínima reserva de áreas públicas (Silva, n.d.).

2.3 PADRÕES

Christopher Alexander (1977) na sua obra estabeleceu uma construção teórica onde tentou alcançar a reestruturação dos modos de compreensão e produção do espaço. Ainda hoje os estudos desenvolvidos por este nos anos 60 e 70 são marcos teóricos importantes. Este considera a arquitetura como um objeto que é informado por forças invisíveis do mundo concreto, o seu trabalho passa pela compreensão, dissecação e reconstrução do espaço, expondo as suas regras de funcionamento (Sequeira, n.d.).

Nos anos 60, as suas pesquisas passam por uma abordagem quantitativa sobre o projeto, adotando a teoria dos conjuntos e os diagramas como métodos de representação da arquitetura. Em "Notes on the Synthesis of Form (1964)" afirma que a expansão do universo dos artefatos projetados e a crescente complexidade teriam superado o *modus operandi* do sujeito, que recorria à intuição e à experiência para resolver tais problemas (Sequeira, n.d.).

Já nos anos 70 Alexander e sua equipa, tentam anular a produção arquitetónica da experiência autoral. Assim, é no contexto socioambiental do espaço, que ocorre a transição do conceito genérico de "forma" para o de ambiente, deixando de criar métodos matemáticos para produzir espaço e descobrir a relação com o ambiente e torná-la visível. E, paralelamente os diagramas passam a chamar-se de padrões. (Pedro Veloso). Cada padrão descreve um fenómeno que ocorre repetidamente no nosso meio. De seguida, os padrões encontrados, constituem uma forma de solucionar um problema específico, não obstante, essa solução permite ser usada vezes sem conta sem nunca fazê-lo da mesma forma duas vezes. (LP) Para Alexander existem propriedades invariantes comuns aos lugares onde os problemas ambientais foram resolvidos (Alexander, 1980), os padrões ambientais são o reflexo das regras de uma cultura, estas previnem conflitos e asseguram a auto-organização humana. (Alexander et al, 1967; Alexander, 1971; Pask 1969 p.496), desta forma, os padrões resultam da harmonia entre o Homem e o ambiente. Para Alexander o espaço é um Sistema programado e programador das interações e tendências humanas, onde existe uma sintonia com as necessidades psicológicas, sentimentais, clima, problemas sociais, economia, transportes, etc. (Veloso, 2012).

Alexander, ante a impossibilidade de modelar matematicamente as ações humanas e de usar o computador como aumento da capacidade projectual, parte em busca de um equilíbrio harmónico entre as forças humanas e a estrutura do ambiente para investigar esquemas espaciais objetivos e harmónicos (Veloso, 2012).

Alexander e os seus colegas introduziram o conceito de “linguagem dos padrões” em 1977, na sua obra “A Pattern Language”, Alexander, tornou disponível uma técnica ampla e nova que permitiu ser aplicada, desde então, em variadíssimos projetos e por várias pessoas. (LP) Estabeleceu, em termos simples, uma técnica que permitiu capacitar as pessoas para projetar, construir e moldar seu próprio ambiente, criando de uma “linguagem padrão”, uma espécie de gramática generativa com 253 padrões que podem ser usados para fazer coisas (Christopher, Ishikawa, Angel, 1977).

Nesta obra, Alexander e os seus colegas (1977), tendem a articular os elementos relacionais do ambiente construído incorporado níveis de escala diferentes. A originalidade do livro conduz a partir da modo indutivo de raciocínio em forma urbana. Ao invés de um método descritivo a ser seguido ou uma definição normativa do “Boa forma urbana”, Alexander et al. (1977) proporcionou uma comum linguagem de design que era para ser um instrumento gerador sujeitas às várias interpretações individuais. Uma vez que institui a linguagem, C. Alexander e seus colegas têm desenvolvido alguns modelos que se aproximam de um processo de desenho urbano generativo. Dentro dos seguintes estudos, Alexander tentou revelar como a emergente e gradual ‘ordem orgânica’ seria alcançada pelo crescimento gradual, como uma estratégia de design consciente. Em ‘The Oregon Experiment’, Alexander et al. (1975) argumentou a ideia da seguinte maneira: “Ao crescimento aos poucos, queremos dizer que o crescimento avança em pequenos passos, onde cada projeto se espalha e se adapta para as voltas e reviravoltas de função e local”. (p. 67). Esta implementação chegou a colocar a fundação de uma nova teoria urbanista na busca de ‘espontaneidade projetado’ e coerente plenitude. Em “A Nova Teoria de Desenho Urbano”, Alexander et al. (1987) afirmam que a nova prática de planeamento e projeto devem basear-se nos projectos individuais, em vez dos planos diretores impostos centralmente. Tal como demonstrado num pequeno passo de um processo de desenho participativo, o todo coerente seria gerado apenas pelas regras do projeto que são, principalmente, o espaço, o layout, a estrutura e os centros (morfológicos). (Çaliskan, 2013).

No que diz respeito à formação de padrões urbanos, no paradigma actual, esta deve ser ser tida em conta para um melhor entendimento da forma urbana. Ou seja, um entendimento geral de produção do ambiente construído, quer seja um produto da consciente ação humana (de projeto e planeamento) ou social, político, cultural e económico, basicamente determina as diferenças ideológicas entre os principais paradigmas do urbanismo. (Giddens, 1984: 116-18; King, 2009) (Çaliskan, 2013).

3. DESIGN COMPUTACIONAL: MÉTODOS E FERRAMENTAS

Na década de 1980, houve um grande avanço no desenvolvimento das tecnologias digitais aplicadas à arquitetura, especialmente no que diz respeito às ferramentas de *Computer Aided Design (CAD)*, tais como software de desenho bidimensional, modelagem tridimensional, animação digital, e ferramentas de *Computer Aided Manufacturing (CAM)*, como a Prototipagem Rápida (RP) e as máquinas de Controlo Numérico Computadorizado (CNC). As ferramentas de *CAD* e *CAM* fundamentalmente redefiniram a relação entre *design* e produção na medida em que integrou todo o processo de arquitetura, desde a concepção à construção, permitindo a projeção e fabricação de artefatos arquitetónicos, utilizando apenas informações digitais (Amorim, Silva, 2010).

Se, por um lado, as ferramentas de geração digital eliminaram várias restrições geométricas impostas pelos sistemas de *design* tradicional, por outro facilitaram o uso de geometrias complexas, por outro lado, os processos de produção controlados numericamente por computador, facilitam o fabrico de componentes não *standartizados* com maior velocidade e precisão, introduzindo, em arquitetura novas formas de produção e da noção de “personalização em massa”, em oposição à noção de *fordista* “produção em massa”, que se caracterizou pela lógica da série, repetição de elementos padronizados, pré-fabricação e montagem no local (Amorim, Silva, 2010).

A maioria das tecnologias ainda sejam usadas como ferramenta de projeto para a representação e visualização de design de arquitetura. Contudo, cada vez mais, são exploradas como ferramentas de pesquisa para a geração e processamento de formas em ambiente digital – o que Branko Kolarevic chamado “Morfogênese digital”. São novas possibilidades de morfogênese digitais, bem como espacial e configuração geométrica, as características formais e sistemas de materiais estão a surgir na luz de investigações sobre essas tecnologias, promovendo não só transformações numa representação arquitetónica, mas também na forma como projetar e produzir artefatos arquitetónicos (Amorim, Silva, 2010).

3.1 GRAMÁTICAS DA FORMA

A teoria das gramáticas de forma (*Shape Grammar*) surgiu há mais de 30 anos através dos trabalhos de Stiny e Gips (1971). Estas gramáticas foram criadas como sistemas de algoritmos desenvolvidos para gerar e compreender composições gráficas através da computação directa, que utiliza formas, em substituição da computação indirecta que utiliza textos ou símbolos (Knight, 2000) (Eloy, n.d.).

As gramáticas de formas consistem na aplicação de um conjunto de regras que são aplicadas recursivamente a uma forma inicial (ver fig. 1). As regras definem a forma, ou uma parte da forma geral, a ser transformada e como será transformada. Subjacente às regras estão mecanismos de transformações como translação, divisão, escala, rotação, reflexão, que veiculam as alterações recursivas ao padrão básico inicial. Quando determinada regra a ser aplicada ao modelo inicial afecta um conjunto de sub-regras então diz-se que a gramática de forma é paramétrica. Com um número finito de *input* estes processos generativos podem gerar um número indefinido de soluções. As gramáticas de forma podem apoiar a emergência de formas (Duarte, 2007), ou seja, podem ser capazes de reconhecer formas que não foram predefinidas mas que emergem na derivação formal durante o processo de computação. As gramáticas de forma podem, ainda, ser classificadas em: (1) analíticas ou (2) originais. (1) Analíticas descrevem e analisam estilos históricos ou linguagens de projectos de arquitectura existentes, como a gramática para a Villa de Palladio desenvolvida por Stiny e Mitchell em 1978 (Duarte, 2007: 51). (2) Originais focam-se na criação de novos estilos de projectos. Estes sistemas generativos provaram ser bastante eficientes na transposição de intenções arquitectónicas. Duarte (2007) desenvolveu uma gramática de forma analítica para as Casas da Malagueira, da autoria do arquitecto Siza Vieira, conseguindo transpor para o computador as sofisticadas regras de composição criadas pelo autor, de tal modo que o próprio afirmou por vezes ter dificuldade em identificar claramente quais as casas que projectou das geradas pelo programa (Duarte, 2007: 5) (Santos, 2009).

Um aspecto fundamental das gramáticas de forma é o facto de estas não serem determinísticas, já que, utilizando uma mesma linguagem, permitem a geração de múltiplos desenhos através da escolha de diferentes caminhos na aplicação das regras (fig. 1) (Eloy, n.d.).

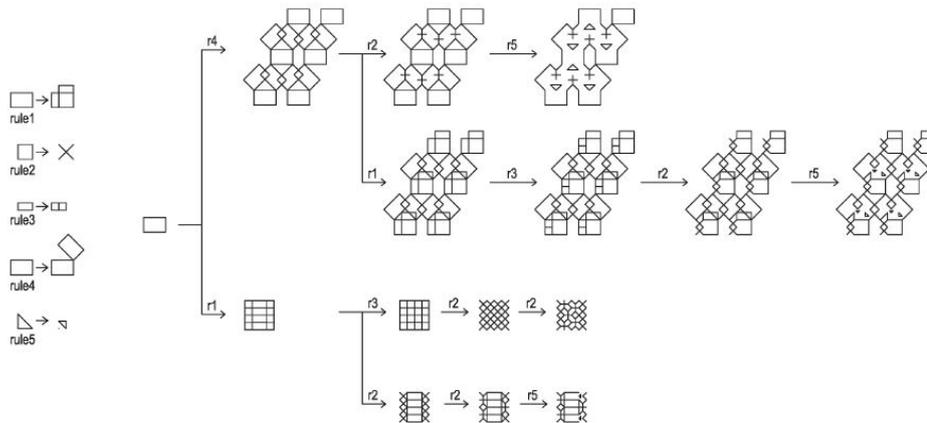


fig. 1 Exemplo de uma gramática original que incorpora cinco regras

3.2 SINTAXE ESPACIAL

A sintaxe espacial (*Space Syntax*) foi concebida por Hillier, Hanson e outros colegas da *Bartlett UCL*, no final dos anos 70, como uma ferramenta que apoia os arquitectos na análise do modo como a configuração do espaço molda o comportamento humano e afecta a dinâmica social das organizações que o habitam. Nesta teoria, o espaço é representado através das suas partes, formando uma rede de componentes interligados (Eloy, n.d.).

A sintaxe espacial é um modelo que foi proposto para a análise da forma urbana e arquitectónica. Esta análise baseia-se numa representação bidimensional, na qual a realidade é representada por símbolos e as relações entre espaços são expressas em termos operacionais (Eloy, n.d.). Este modelo de análise permitiu compreender como as pessoas se relacionam com o espaço em ambientes construídos (Hillier, 1984).

À escala urbana Bill Hillier proporciona toda uma medida quantificável de integração para explicar a posição de um sítio e o nível de conexão (infraestrutural e simbólica), dentro da rede urbana global. Diz-nos que a estrutura social está embutida na estrutura arquitectónica e urbana. Hillier acredita que podemos entender a cultura de uma sociedade apenas pela forma como ordenam o seu ambiente construído. E, da mesma forma, a compreensão da cultura de uma sociedade ajuda a esclarecer a sua arquitetura e urbanidade (Hillier, 1984).

A organização social e a organização espacial urbana estão intrinsecamente ligadas de acordo com Bill Hillier, que escreve: “A sociedade deve ser descrita em termos da sua espacialidade intrínseca” e o espaço deve ser descrito em termos de sua intrínseca socialidade”, ou seja, as cidades são consequência da sua estrutura social e em troca a estrutura social é mantida e propagada por meio de sua estrutura espacial e organização. Também podemos comparar as formações sociais e culturais de diferentes sociedades através da forma como ordenam espaço. Uma forma de conhecimento sobre o estudo do desenho urbano contemporâneo envolve o conceito de Hillier de “integração”. Este descreve a importância das principais vias das cidades não planeadas, como uma acumulação de importância social ao longo de um determinado caminho. À medida que esse caminho e edifícios são mais usados vão ganhando significado cultural e social. Esse caminho ganha tal significado, que se torna mais integrado na estrutura urbana global do que outros caminhos menos significativos. A integração também implica maior acessibilidade e conectividade. As áreas de alta integração são altamente acessíveis e conectadas a outras partes da cidade, e por sua vez, os locais de baixa integração podem ser considerados de baixo valor social e cultural (Hillier, 1984).

3.3 GENERATIVO | PARAMÉTRICO

Sistemas generativos são algoritmos, ou processos baseados em regras, que a partir dos quais podem ser criadas várias potenciais soluções. As regras de um processo generativo incluem parâmetros variáveis (num intervalo pré-estabelecido) que, quando aplicados a um modelo inicial é possível derivar um vasto leque de configurações orientadas para os objectivos de Projecto (Fasoulaki, 2008) (Santos, 2009).

Um grande leque de sistemas generativos são oriundos de outras disciplinas tais como a biologia e a matemática. Destacam-se: (1) Cellular Automata; (2) L-systems; (3) Diagramas de Voronoi; (4) Fratais e (5) Gramáticas de Forma (Santos, 2009).

As teorias generativas são altamente inspiradas pelos sistemas de ordem informal dos assentamentos urbanos. Como exemplo, Hakim (2007) discute o uso de sistemas generativos no urbanismo. Em vez das plantas informarem o resultado final, são os sistemas de design generativo que orientam o desenvolvimento, a transformação ou a preservação do tecido construído através de algumas simples normas e códigos de projeto que definem o que fazer dentro de uma prioridade temporal, para o controlo do desenho (Hakim, 2007). Assim, em vez de aplicar as mesmas regras a cada pessoa isolada, as regras são aplicadas de acordo com a aplicação feita anteriormente na parcela vizinha (p. 96). Isto é assumido para melhorar a coerência morfológica do tecido colectivo (Çaliskan, 2013).

Embora o urbanismo generativo cubra uma área relativamente limitada de influência dentro do planeamento e prática do *design* contemporâneo, a abordagem generativa tem uma posição significativa na teoria do desenho urbano. O urbanismo generativo rejeita a ideia de projetar a cidade segundo uma visão holística e defende a formação bottom-up do tecido urbano (ou meio urbano?), para o bem da unidade e integridade orgânica observada nas cidades tradicionais. Pela mesma razão, o urbanismo generativo enfatizar os processos de forma em vez das qualidades universais e a princípios da composição da forma. Portanto, não é a própria forma que interessa, mas sim a maneira de produzir a forma coletiva. Esta é tida como fonte genuína da qualidade atemporal do ambiente humano (Çaliskan, 2013).

No que diz respeito à modelação paramétrica esta mudou substancialmente as representações digitais do projeto de arquitetura. Deu-se a alteração da noção de formas geométricas explícitas (claras e estanques) para a notação de modelos geométricos paramétricos (variáveis), permitindo até mesmo a construção de instrumentos de geometria. Isto porque, "no desenho paramétrico, os

parâmetros são mais interessantes do que a forma. Consequentemente, os valores dos parâmetros atribuídos podem ser alterados e os objetos ou configurações são gerados ou modificados, simultaneamente (Amorim, Silva, 2010).

As experiências realizadas por Zaha Hadid e Patrik Schumacher são de grande importância para o surgimento de uma metodologia paramétrica de desenho urbano (ver fig. 2). Contudo, de acordo com a nossa observação, estes têm uma abordagem mais sistemática, tanto em termos dos seus pressupostos teóricos como em termos de aspectos relativos à prática projetiva. Esta abordagem é designada por eles de urbanismo paramétrico. Observa-se nas propostas desenvolvidas pelos mesmos: a emergência de uma nova metodologia de desenho urbano que permita abranger uma vasta gama de parâmetros, por meio de ferramentas computacionais, a permitir a proposição de formas urbanas mais eficientes em vários aspectos, incluindo aspectos de configuração espacial concebidos de forma sistêmica. Vemos que para a investigação de propostas de novas formas urbanas, modelo de desenho urbano, o urbanismo paramétrico falha devido à tendência de privilegiar o puramente formal, os parâmetros ambientais e os programáticos, em detrimento de outros parâmetros fundamentais para a promoção da vida urbana, que espera estabelecer (Amorim, Silva, 2010).

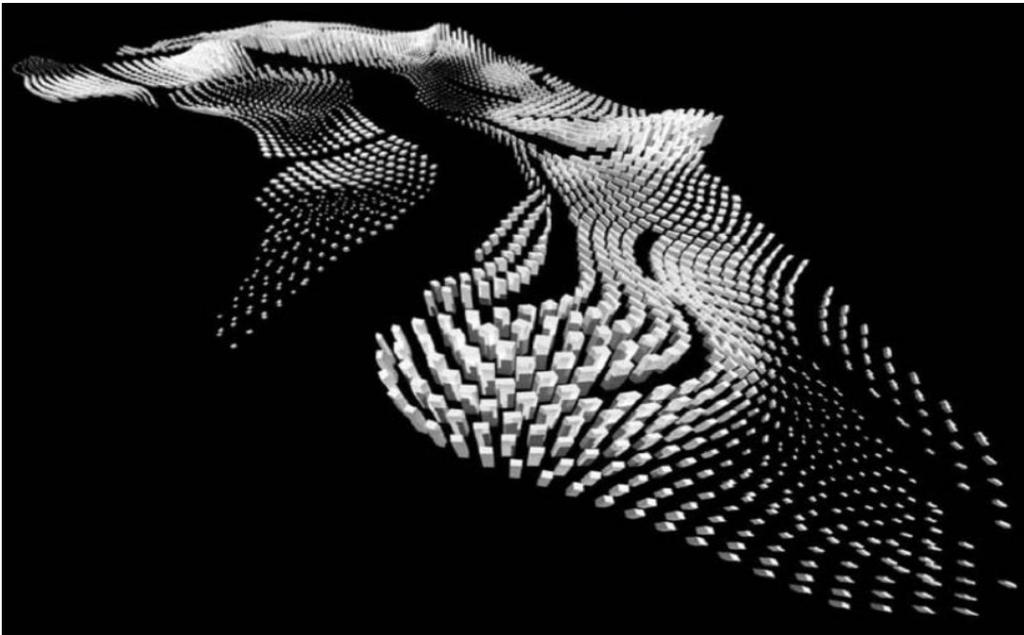


fig. 2 Modelo do projeto urbano desenvolvido por Zaha Hadid para a região de Thames, Gateway, em Londres
http://www.archdaily.com/64581/parametricist-manifesto-patrik-schumacher/zaha_nordpark_alpenzoo/

O urbanismo Paramétrico visa proporcionar uma nova lógica de desenho urbano que opera através da correlação de múltiplos sistemas urbanos com os sistemas de modulação de abertura e fecho de espaços, explorando novas técnicas de variação formal e diferenciação, em que nada se repete. Além disso, são utilizadas técnicas de deformação, geralmente através de complexas curvas geométricas, superfícies *NURBS (Non Uniform Rational Basis Spline)* e grelhas deformadas para articular o tecido urbano de novos projetos com o tecido pré-existent e, assim, promover a ligação da malha urbana com o todo. Estes são os chamados por Schumacher de códigos formais de heurísticas positivas (regras ou procedimentos positivos) resultam quase sempre na diferenciação do formulário. Em oposição a esses códigos, é o que Schumacher chama a heurística negativa (procedimentos negativos), e que o urbanismo paramétrico evita, são por exemplo, a repetição de elementos padronizados, o *design* de objetos platônicos e linhas retas ou ângulos retos, e finalmente, a projeção de tipologias familiares, que eram muito comuns nas práticas da moderna urbanismo (Amorim, Silva, 2010).

É bastante claro que o urbanismo paramétrico, como o proposto por Hadid e Schumacher só é sensível aos parâmetros formais, ambiental e programática. De acordo com Schumacher, a inovação só pode ser alcançada porque "os percursos permitem programar ferramentas de *design* para lidar com um grande número de parâmetros e criar sensibilidade aos parâmetros formais, funcionais e de criação ambiental". Entende-se por parâmetros formais, aqueles definidores da forma urbana, design de tecido e massas de construção e aspectos da sua geometria; por parâmetros funcionais, as relativas a usos urbanos; por parâmetros ambientais, os relativas aos dados ambientais e físicos do local onde estão inseridos os projetos urbanos e por parâmetros espaciais, os relativos à estrutura e propriedades morfológicas do objeto urbano, por exemplo, as unidades de espaço (convexo, linear) e as suas propriedades de acessibilidade e visibilidade, e a interface entre espaços abertos e contínuos (ruas, praças, etc.) e fechados (edifícios) (Amorim, Silva, 2010).

As dimensões e propriedades espaciais são variáveis-chave para a concepção de ativos urbanos, que são explicados pelos principais articuladores do urbanismo paramétrico, na medida em que as unidades espaciais são dimensões convexas e lineares de sistema urbano local e global (Amorim, Silva, 2010).

De acordo com a estrutura de uma destas dimensões e a interface entre a abertura e espaços contínuos e espaços fechados, as condições primordiais estão a operar em direção à integração entre os diversos usuários da cidade (ou meio urbano?) (Amorim, Silva, 2010).

4. URBANO: SOLUÇÕES GENERATIVAS

4.1 PARAMETRICISMO: PATRICK SHUMAKER (2008)

Nas primeiras tendências do urbanismo paramétrico, em “Parametricismo como Estilo – Manifesto Parametricista” de Shumaker (2008) (ver fig. 3) é explorada a questão da universal sociedade de consumo e a sua evolução para a sociedade heterogênea da multidão. Não obstante, que a principal questão da arquitetura e urbanismo deve ser a organização e articulação da complexa cidade pós-fordista, com a tarefa de criar uma base de dados arquitetônica e urbana para gerar, complexos *fields* urbanos e arquitetônicos policêntricos (Schumacher, 2008).

Schumacher (2008) diz-nos que a arquitetura contemporânea de vanguarda dirige-se para um nível de articulada complexidade, que pode ser melhor entendida como um programa de pesquisa baseado no paradigma paramétrico. Cujo nome do estilo proposto é: o parametricismo. E Este é o novo grande estilo após o modernismo. O pós-modernismo e desconstrutivismo foram episódios transitórios que avizinhavam esta nova onda de investigação e inovação, mas necessários para atingir este novo patamar (Schumacher, 2008).

O desejo fundamental que veio à tona nesta tendência já havia sido formulado no início da década de 1990 com o slogan de “diferenciação contínua”. Este desenvolvimento foi facilitado pelo desenvolvimento de ferramentas de *design* paramétrico e scripts que permitem a formulação e execução de correlações complexas entre os elementos e subsistemas. As relações entre o componente de base e as suas várias instâncias, em diferentes pontos de inserção no “meio ambiente”, é análogo ao modo como um único genótipo pode produzir uma população diferenciada de fenótipos em resposta a diversas condições ambientais (Schumacher, 2008).



fig. 3 Parametricismo como estilo por Patrik Schumacher
<http://www.architectsjournal.co.uk/patrik-schumacher-on-parametricism-let-the-style-wars-begin/5217211.article>

O atual estágio de avanço dentro do parametricismo está relacionado com o avanço contínuo das tecnologias de atendimento computacional de *dresign*. O parametricismo só pode existir por meio de técnicas sofisticadas paramétricas como *scripting* (em *Mel-script* ou *Rhino-script*) e modelação paramétrica (com ferramentas como GC ou DP) estão a tornar-se uma realidade generalizada. O parametricismo emerge da exploração criativa de sistemas de desenho paramétrico, tendo em vista articular processos sociais cada vez mais complexos. Trabalha no sentido da complexidade organizada (regida por regras) que assimila trabalhos parametricistas aos sistemas naturais, onde todas as formas são o resultado de forças que interagem por meio de regras. Assim como os sistemas naturais, as composições parametricistas são altamente integradas e não podem ser facilmente decompostos em subsistemas independentes – um grande ponto de diferença em comparação ao paradigma moderno do *design* da clara separação dos subsistemas funcionais (Schumacher, 2008).

Shumacher (2008) propõem 5 pontos para introduzir novos aspectos no paradigma paramétrico e para levar o desenvolvimento de parametricismo mais longe:

1. Inter-articulação dos sub-sistemas: A ambição é passar da diferenciação de sistemas únicos – por exemplo, um conjunto de componentes numa fachada – para associação *script* de múltiplos subsistemas – envelope, estrutura, subdivisão interna, navegação subtraída / vazia. A diferenciação em qualquer um dos sistemas está correlacionada com a diferenciação noutros sistemas.
2. Acentuação Paramétrica: A ambição é aumentar a sensação geral de integração orgânica por meio de correlações complexas que favorecem a amplificação desviante ao invés de adaptações compensatórias ou melhorias.
3. Figuração Paramétrica: Complexas configurações, poderão ser construídas como um modelo paramétrico. Que pode ser configurado para que as variáveis sejam extremamente *Gestalt-sensitive*. A alteração quantitativa dos parâmetros provoca mudanças qualitativas na ordem da configuração.
4. Responsividade Paramétrica: Propomos que os ambientes urbanos e arquitetónicos (interior) possam ser projetados, com uma capacidade cinética. O registo de uso-padrão em tempo real produz os parâmetros que orientam o processo de adaptação cinética em tempo real. E o registo cumulativo de padrões de uso resulta em transformações morfológicas semi-permanentes.
5. Urbanismo Paramétrico: O pressuposto é que a aglomeração urbana descreva um conjunto de muitos edifícios. Estes edifícios formam um *field* em constante mudança, em que regras contínuas dão coerência a este colector de edifícios. O urbanismo paramétrico implica que a modulação sistémática de morfologias dos edifícios produza efeitos urbanos poderosos e facilitam a orientação do *field* (Schumacher, 2008).

Em “A Cidade Paramétrica” de Shumacher (2008) as cidades do futuro só podem ser sustentáveis se se tornarem verdadeiramente paramétricas. Os edifícios consomem energia e poluem durante todo o seu ciclo de vida, bem como durante a sua fabricação e construção. A sustentabilidade

ecológica depende da nossa capacidade de encontrar formas mais inteligentes para aproveitar e utilizar os recursos finitos do nosso ambiente natural. Esta necessidade impõe uma nova restrição sobre o design do nosso ambiente construído, não só em termos de novas tecnologias e soluções de engenharia inovadoras, mas também em termos da ordem arquitetônica e expressão estilística do ambiente construído. A tarefa é criar cidades que de forma sustentável se adaptem ao ambiente natural, sem evitar o progresso de desenvolvimento da nossa civilização. A inovação tecnológica contínua é uma condição necessária para a nossa capacidade de conhecer a nossa sustentabilidade ecológica. Que padrões urbanos e morfologias arquitetônicas são mais susceptíveis de revitalizar e promover a vida produtiva e dos processos de comunicação de que tudo o resto depende (Schumacher, 2008).

Os princípios de organização fordista estáticas da sociedade de massas, de especialização e de repetição em massa, foram substituídos pelos princípios dinâmicos de auto-organização da emergente pós-fordista Sociedade em Rede: variação, especialização flexível e *networking*. A pertinente resposta desenvolvida, na forma da teoria complexa, analisa e simula sistemas de auto-regulação que vão desde mecanismos de *feedback* simples, através de organismos homeostáticos a evolução de eco-sistemas. A tarefa é projetar o crescimento e a transformação das cidades como um processo morfogenético em grande parte baseada na auto-regulação. No entanto, esta morfogénese emergente da cidade (ou do tecido urbano?) é “projetada” via processos computacionais (por exemplo, algoritmos genéticos), envolvendo ambos os processos generativos, bem como critérios de selecção *in-built* (Schumacher, 2008).

Schumacher defende que o *pós-fordismo* exige novos padrões, mais variados, complexos e densamente integrados de ordem espacial e adaptáveis. Uma retrospectiva ao pós-modernismo (1980) e ao desconstrutivismo (1990) pode-se ver como os primeiros passos tateavam nessa direção. Um novo paradigma poderoso que promete guiar uma nova e longa onda de pesquisa do *design* e inovação: Parametricismo. A premissa de parametricismo é que todos os elementos arquitetônicos e urbanos devem ser parametricamente maleável. Em vez de montar figuras geométricas rígidas e estanques – como todos os estilos arquitetônicos anteriores – o parametricismo traz componentes maleáveis num jogo dinâmico de capacidade de resposta mútua, bem como uma adaptação contextual. As palavras-chave dos processos de *design* são a variação e a correlação (A cidade Paramétrica Schumacher, 2008).

4.2 INDUCTION CITY: JOSÉ BEIRÃO (2012)

A tese de Beirão (2012) foi desenvolvida no âmbito de um projeto de pesquisa chamado *City Induction* (Duarte et al., 2012), onde é criado um modelo teórico para uma ferramenta de desenho urbano chamado *CityMaker* onde se podem encontrar as principais contribuições acerca de métodos de concepção e ferramentas conceituais para o apoiar da forma flexível, o processo de desenho urbano interativo e responsivo (Beirão, 2013).

As cidades são sistemas dinâmicos e a sua configuração, e características espaciais e sociais são o resultado de um grande número de factores que estão de alguma forma relacionados com o que é construído, bem como a sua dinâmica. Se a dinâmica económica de um local está a crescer, os assentamentos de apoio a esta economia tendem a crescer também. Durante o século XX o crescimento alcançou proporções nunca antes experimentado pela humanidade e no início do século XXI mostra uma dinâmica de crescimento mais rápida ainda. (Beirão, 2012) (Beirão, 2013).

O padrão de crescimento da Idade Média, crescimento auto-organizado local, já não pode acomodar as necessidades de crescimento de hoje, pelo menos com o conforto e ambientais condições mínimas consideradas normais pelo que são os padrões comuns. Os exemplos de crescimento orgânico que podemos ver em todo o mundo envolvem condições de vida extremamente pobres, são extensas áreas informais especialmente em países em desenvolvimento, conhecidos como favelas, bairros ou outros. Na maioria dos casos estas favelas oferecem condições de vida muito degradantes que sublinham claramente a necessidade do desenvolvimento de novas estratégias de planeamento (Acioly Jr., 2010) (Beirão, 2013).

A necessidade de responder às demandas de crescimento muito extremas também é válido em alguns países desenvolvidos, como é evidente no programa Vinex recentemente implementado nos Países Baixos (Boeijenga, Mensink e Grootens, 2008). A tradição de projetar o espaço urbano através da produção de planos autoritários já não é uma estratégia eficiente. Vários autores apontam para a necessidade de utilizar processos flexíveis. Ascher (2001) identificou os novos princípios para o urbanismo: planeamento urbano que envolve mecanismos para a negociação e elaboração de soluções em vez de projetar *layouts*; planeamento urbano flexível, envolvendo análise constante; urbanismo informado, preparado para as demandas de desenvolvimento sustentável; urbanismo participativo e flexível, baseado no consenso; planeamento urbano heterogéneo composto por soluções híbridas (Beirão, 2013).

O desenho flexível é uma abordagem complexa, uma vez que deve ser usado em muitos contextos envolvendo muitas estratégias diferentes, a fim de propor um plano. Qualquer tipo de tarefa de design é desenvolvido por um processo de negociação entre a formulação do problema e a solução, fazendo uso da análise, síntese e avaliação (Lawson, 2006) (Beirão, 2013).

Até à data, vários novos processos e instrumentos de planeamento, foram desenvolvidos e aplicados com o objectivo de melhorar a qualidade das áreas projectadas. A fim de conseguir isso, os *designers* urbanos vêm-se com duas linhas básicas de ação: (Beirão, 2013).

1. Implementação de alterações no processo de *design* tradicional urbano;
2. Desenvolvimento de ferramentas para apoiar os *designers* urbanos e melhorar a qualidade dos

projetos (Beirão, 2013).

As ferramentas de simulação também são importantes técnicas pode ser em informar o design urbano, a simulação urbana deve ser considerada como tendo objetivos diferentes para o desenho urbano (Beirão, 2013).

Onde quer que as ferramentas de desenho sejam utilizadas para a concepção de planos urbanísticos, a morfologia urbana proposta precisa sempre de ser testada tendo em conta as medidas de densidade e outros dados analíticos, já que na maioria das circunstâncias, os objetivos do projeto estão de alguma forma expressa desta forma. No entanto, o grau de complexidade e imprevisibilidade da cidade implica a necessidade de mais ferramentas de *design* e métodos. Se realmente se pretende aprender como projetar espaços urbanos de sucesso, também é necessário ferramentas e teorias que definam e avaliem o que os espaços urbanos bem sucedidos são (Beirão, 2013).

O principal problema decorrente das complexas teorias das cidades é que as cidades evoluem de uma forma que é difícil prever e que a sua evolução, mesmo quando planeadas, tendem para encontrar padrões de organização que não foram previamente definidos nos planos. Portugali (2000) explica esse comportamento, afirmando que as cidades são sistemas abertos não lineares sujeito ao comportamento de vários outros sistemas abertos. Por exemplo, o comportamento humano social também é um sistema complexo, que interfere diretamente na forma como as cidades evoluem (Beirão, 2013).

Uma forma de planejar um sistema complexo como o de uma cidades é através de estratégias como: (1) técnicas de simulação; (2) o uso de sistemas, padrões e tipos; (3) o uso de técnicas de evolução; (4) tomada de decisões participativas; e (5) flexibilidade e desenho flexível (Beirão, 2013).

Considerando-se as cinco estratégias acima para lidar com a complexidade das cidades, a flexibilidade parece ser a mais completa, porque de certa forma pode incluir as outras estratégias. O sistema concebido deve ser capaz de produzir muitas soluções diferentes e responder às alterações locais inesperadas. Neste sentido, tal sistema é capaz de simular muitos cenários alternativos. Também não há razão para não usar os padrões e os tipos no design de sistemas flexíveis e, assim, selecionar determinadas qualidades atribuídas a esses tipos e padrões, a fim de incorporá-las no projeto flexível. Podem ser utilizadas técnicas de avaliação para apoiar a seleção de soluções e informar os decisões sobre as qualidades relativas das soluções disponíveis. Ele também pode oferecer um valor acrescentado em termos de desenho urbano participativo propondo sistemas de soluções com dados analítico associados e avaliação de resultados que os participantes possam discutir e decidir (Beirão, 2013).

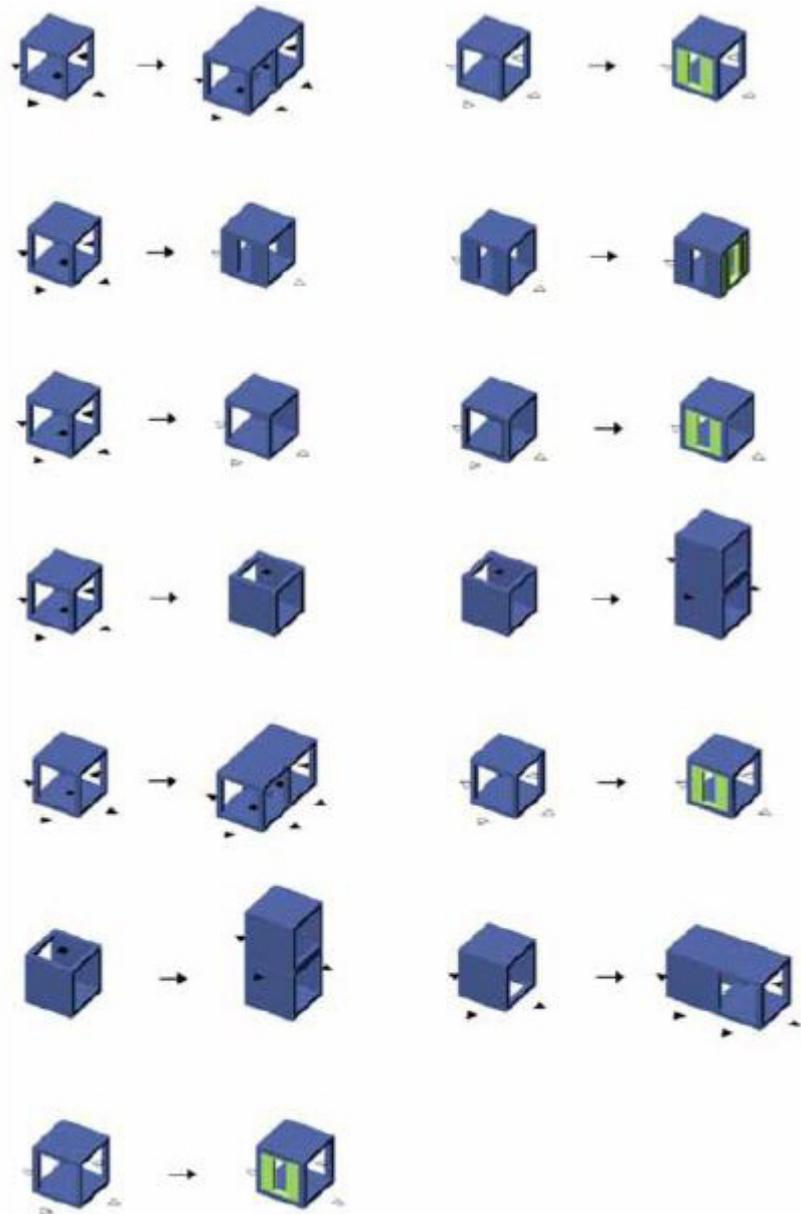


fig. 4 Teste de implantação de gramáticas da forma usando regras

BEIRÃO, J. CityMaker. Designing Grammars for Urban Design, Delft, 2012. Acessado em: 17 de Dezembro de 2013, em: <http://abe.tudelft.nl/article/view/beirao>

CityMaker é uma ferramenta urbana de geração e concepção que pode ser utilizado de forma autônoma como uma ferramenta de *design* ou como parte do sistema de design da cidade de Indução em fluxos de trabalho cíclicos de análise – formulação – síntese – avaliação (Beirão, 2013).

O conceito central da *CityMaker* é o uso de padrões baseado em gramáticas com diferentes níveis de abstração. A estrutura padrão de Alexander et al (1977) identifica descrições num problema projetual para o qual são propostas soluções. Se as descrições do problema e da solução forem formalmente traduzidas para uma gramática descritiva (Stiny, 1981) (ver fig. 4), podem ser desenvolvidos rigorosos dispositivos capazes de ler descrições formais de um contexto e gerar uma solução num formalismo semelhante. As descrições das soluções são obtidas através de um conjunto de regras descritivas. Isto pode ser conseguido com o auxílio de uma ontologia de cidade contendo descrições dos componentes do ambiente urbano e especificações para as relações entre eles. Neste caso, a antologia define os conceitos que descrevem a cidade, capturados em classes de objetos, com especial atributos e parâmetros. A especificação das relações entre classes de objetos define as relações semânticas entre os componentes das cidades. As classes de objetos definem os conjuntos de objectos (formas e / ou as descrições) que podem ser utilizados por uma gramática discursiva (Duarte, 2001) para gerar programas urbanos e projetos urbanos. *CityMaker* foi planeado para ser utilizado como uma ferramenta de desenho autónomo num fluxograma de design a partir de um processo participativo e evoluindo para a geração de soluções alternativas de concepção (Beirão, 2013).

O formalismo do Padrão de Indução Urbano (UIP) permite que um sistema de desenho urbano algorítmico seja concebido com base numa combinação de traços típicos do design a partir do qual os *designers* podem construir os seus projetos. A definição de uma concepção gradual também envolve a definição das regras necessárias para gerar o desenho, formando uma linguagem padrão em que os padrões são movimentos de design. O idioma também define o espaço flexibilidade do design (Beirão, 2013).

Em *CityMaker*, a linguagem do design é sintetizada durante todo o processo de *design* através da seleção progressiva de *UIPS*, selecionando as suas regras opcionais e restringindo os seus parâmetros. Um conjunto de restrições fixas definem limites para os componentes do sistema e aplicações de regras dentro dos regulamentos e normas. Este conjunto de restrições é definido à priori pelo projetista, introduzindo os regulamentos locais e padrões. em o projeto Cidade de indução, esta informação é gerida na ontologia. Gerando projetos urbanos com padrões de indução Urbano pretende-se demonstrar que o conceito descrito acima pode ser utilizado para projetar planos urbanísticos e explorar espaços de *design* (Beirão, 2013).

Os *UIPS* são baseados em “*Gamma et al’s design patterns*” (1995) e em termos básicos correspondem aos passos do desenho urbano generativo. Por razões de clareza, os *UIPS* têm uma estrutura comum composta por 10 partes. No entanto, estrutura do *UIP* é extensa e resultaria num documento muito grande se fossem descritos em detalhe de acordo com o modelo completo da estrutura do padrão (Beirão, 2013).

O uso das gramáticas da forma no projeto expandiu-se nos últimos anos, quer os métodos de ensino originais de Cavaleiro (1999) a adaptação mais ou menos livremente de novos tipos de métodos de projeto e problemas. As gramáticas da forma já podem ser encontradas em programas de ensino no ETH Zurique, na Suíça; Unicamp, Campinas e UFRGS, Rio Grande do Sul, no Brasil; Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, MIT, Cambridge, Massachusetts, em os EUA; TU Lisboa, em Portugal, e Yildiz Technical University, em Istambul, na Turquia, para citar alguns dos exemplos mais conhecidos (Beirão, 2013).

Quanto ao uso de gramáticas em desenho urbano, devem ser mencionados alguns programas de pesquisa: *CityEngine* é um *software* baseado na gramática para gerar paisagens urbanas que foi desenvolvido por investigadores do ETH Zurich e está a ser usado na pesquisa de programas urbanos (Halatsch, Kunze e Schmitt, 2008), (Jacobi et al. , 2009) (Beirão, 2012).

Na TU Lisbon está a ser desenvolvido um programa de *design* que está em funcionamento desde 2001, envolvendo o uso de padrões e gramáticas da forma. Centrasse sobre a forma de como os padrões e regras da forma foram utilizados em conjunto e as vantagens de se utilizar a estrutura algorítmica inerente aos padrões no processo de *design* (Beirão e Duarte, 2009) (Beirão e Duarte, 2011) (Beirão, 2013).

4.3 PROJETO DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL SEGUNDO UMA ABORDAGEM GENERATIVA

O Projeto de Habitações de Interesse Social segundo uma abordagem generativa tem como principal objetivo estudar as constantes modificações a que é submetido o espaço das favelas, com a finalidade de identificar as forças motrizes que governam as transformações e destas deduzir algumas das regras que regem a dinâmica destes processos, ao longo do tempo (Romano, Tonoli, 2012).

A partir da morfologia do lugar e das principais características formais e espaciais dos assentamentos espontâneos, foram desenvolvidos quatro algoritmos generativos. Utilizando o programa *Grasshopper*, *plug-in* do *Rhinoceros*. O primeiro e o segundo algoritmo são relacionados ao processo de urbanização do local, o terceiro refere-se à dinâmica de crescimento das unidades habitacionais sobre o lote, e finalmente o quarto, trata do processo de agrupamento dos lotes formando unidades de vizinhança. Afim de servirem de base à formulação de um novo método projetual paramétrico generativo, passível de ser aplicado na concepção de novos conjuntos ha

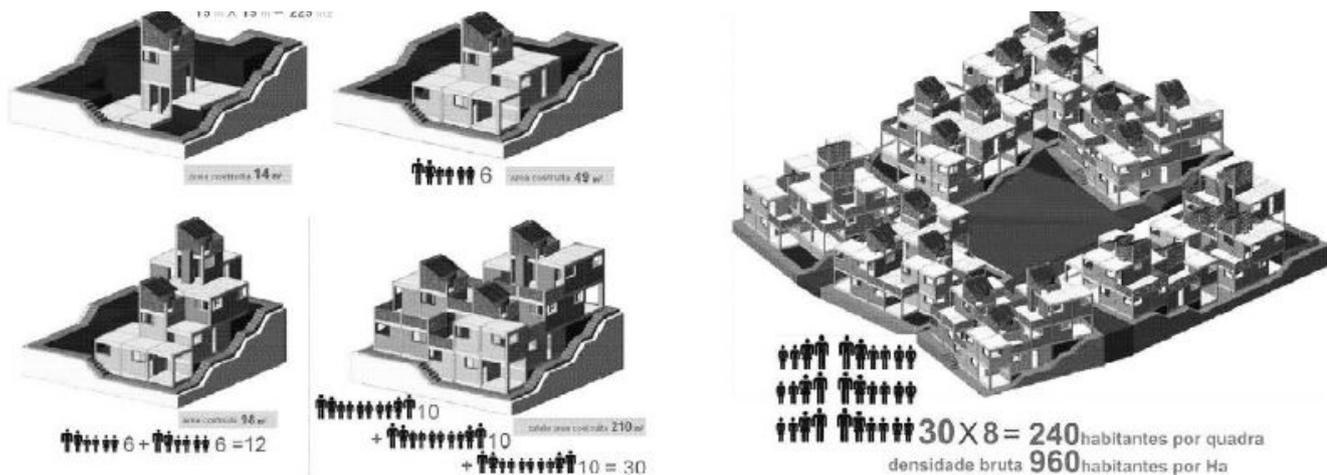


fig. 5 Sucessivas fases de expansão da unidade habitacional

ROMANO, E., TONOLI, G. Projeto de Habitação de Interesse Social segundo uma abordagem generativa. Brasil: Universidade Federal da Paraíba. Itália: Politécnico di Milano. Acedido em 11 de Dezembro de 2013, em: http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2012_323.content.pdf

bitacionais de interesse social, respeitando não apenas as características morfológicas do lugar, mas também e principalmente os aspectos de flexibilidade e de adaptabilidade (Romano, Tonoli, 2012).

Neste trabalho o processo de interpretação da urbanização dos assentamentos espontâneos, reveste-se de um papel fundamental, baseado nos escritos de Jacques, “as favelas vão se formando mediante um processo arquitetônico e urbanístico, vernáculo singular, (...) que se investe de uma estética própria, com características peculiares, completamente diferente da estética da cidade formal” (Jacques, 2003, 13). É justamente devido às dinâmicas sociais dos seus habitantes que o espaço da habitação deve constantemente ser adaptado às novas exigências, sendo submetido a contínuas ampliações da edificação original, ocupando as áreas residuais do lote (pátios e quintais), e da construção de pisos adicionais, nem sempre em conformidade com as condições mínimas de estabilidade e de segurança (Romano, Tonoli, 2012).

Outro fator importante foi o programa “Minha casa, Minha Vida”, que previu a construção de unidades habitacionais. Independentemente do fato de conseguir, ou não, atingir a meta “quantitativa” (nos dois primeiros anos de funcionamento – 2009/2011 – o que emerge mais claramente é a falta de “qualidade”, tanto no que concerne às tipologias habitacionais propostas, como nos aspectos relacionados com as soluções urbanísticas adotadas nestes novos projetos. Em contraponto, Palermo (2007) propõe o conceito de Habitação Evolutiva, onde as ampliações e as adaptações das unidades habitacionais, decorrentes das dinâmicas de crescimento de cada família serão executadas pelos próprios moradores, utilizando componentes estruturais pré-fabricados. O modelo proposto prevê que os órgãos públicos, além de realizar a urbanização dos lotes (dotando-os de luz, água e saneamento), também se responsabilizem pela construção do núcleo central de serviços, em volta do qual serão posteriormente construídas as áreas de moradia, de acordo com as necessidades de cada família. Com o decorrer do tempo, sobre cada lote poderão ser construídas até três unidades habitacionais (de 45 m² cada, expansíveis até 70 m²), alcançando o máximo de 210 m², podendo abrigar até 30 moradores integrantes o mesmo núcleo familiar.

Desta forma poderá ser alcançada uma densidade residencial de até 960 habitantes por hectare, densidade esta que, computando a rede viária e os equipamentos públicos, poderá cair para cerca de 500 hab/Ha, demonstrando que para adensar não é preciso necessariamente verticalizar (Romano, Tonoli, 2012).

A abordagem paramétrico-generativa proposta nesse trabalho projetual partiu da identificação de algoritmos que inicialmente interpretam a configuração topológica e morfológica do lugar. O algoritmo desenvolvido para este fim foi decomposto em quatro partes: Posicionamento dos lotes sobre o terreno, segundo o percurso de mínima pendência. Onde a primeira operação realizada pelo algoritmo é o cálculo do percurso de pendência mínima, que determina o traçado da via principal, ao longo do qual serão posicionadas as unidades habitacionais (Tonoli, 2011,474). A segunda parte do algoritmo é constituída por uma série de operações necessárias para definir os percursos segundo as declividades máximas, isto é, serve para o cálculo das escadas. Uma vez que os lotes são orientados segundo o percurso de inclinação mínima. Então, se cada lance de escada vence um desnível de 1,2 m, o desnível máximo entre dois vértices opostos do lote (inferior e superior) é de no máximo 1,2 m x 4 m, totalizando 4,8 m (correspondendo a uma pendência máxima de 32%). Em correspondência aos vértices do quadrado são dispostas as entradas das casas, posicionadas em patamares segundo as cotas definidas pelo algoritmo. A terceira parte do algoritmo constitui o momento em que o computador, de acordo com regras previamente estabelecidas, define como as residências serão posicionadas nos lotes. Dispostas em grupos de três sobre os respectivos patamares, as edificações serão encaixadas e combinadas segundo diferentes configurações espaciais, dependendo do desnível daquele específico lote. Cada lote quadrado, de 15 m de lado, poderá acomodar até três unidades habitacionais, sobrepostas e intersestadas segundo diferentes combinações volumétricas. A quarta e última parte do algoritmo é responsável pela organização espacial dos lotes, para constituírem uma "unidade de vizinhança". A matriz que estabelece a definição desses agrupamentos é baseada numa regra simples e aplicada repetidamente: a cada nove lotes, o lote central não será edificado, permanecendo como um espaço vazio de uso da comunidade (Romano, Tonoli, 2012).

O processo de urbanização foi definido pela seguinte sucessão de passos:

- Inicialmente é traçada sobre o terreno uma malha viária principal seguindo os percursos de pendência mínima, configurando grandes terraços com aproximadamente 45 metros de profundidade;
- Em seguida, sobre estes terraços, serão posicionados os lotes que, graças ao sistema de escadas que os interliga, poderão estabelecer a conexão entre as duas ruas, situadas em cotas distintas;
- Finalmente são definidos quais os lotes a serem edificados e quais aqueles que deverão permanecer vazios, destinados para uso comunitário, configurando assim as unidades de vizinhança. Este processo projetual, é capaz de se adaptar às necessidades de habitantes, traduz uma arquitetura variada e espontânea, que embora regida por específicas regras compositivas, confere aos espaços assim gerados uma forte identidade formal, tendo em conta as necessidades de cada grupo familiar (Romano, Tonoli, 2012).

4.4 FAVELA CLOUD

Favela *Cloud* (2012) é um projeto que tem por objeto o estudo da favela Santa Marta, na Zona Sul do Rio de Janeiro. É proposta uma nova abordagem para o futuro da arquitetura nesta favela, que tem por base as qualidades e complexidades vividas nesse contexto (Kure, Usto, Manickan, 2012).

O projeto é uma investigação sobre como as ferramentas computacionais podem ser aplicada quando projetamos para uma estrutura complexa como os assentamentos informais. Como pode o uso de ferramentas digitais avançadas criar um projeto, que melhor as condições de vida, a qualidade da construção na favela e expandir o futuro reportório do projeto de técnicas de desenho informado no local, como inspiração para os auto-construtores (Kure, Usto, Manickan, 2012).

Para um melhor entendimento do local, durante três meses, a pesquisa e a análise foram efetuadas no Rio de Janeiro de forma a manter um contato próximo com a realidade da favela Santa Maria (Kure, Usto, Manickan, 2012).

Este estudo tem como objetivo perceber os princípios subjacentes da favela e aplica-los numa futura visão de desenvolvimento da cidade informal. Para análise da favela são estudadas as relações entre os volumes e os caminhos da favela e é feita uma reflexão acerca das qualidades emergentes dessas relações. Chegaram à conclusão de que a organização da vivência da favela se assemelhava aos padrões de auto organização visto na natureza (Kure, Usto, Manickan, 2012).

Nesta análise é usado um modelo matemático, o Voronoi, este é particularmente interessante no entendimento da favela. Dá uma compreensão de como as lógicas da favela podem ser imitada por meio de modelos matemáticos definidos (Kure, Usto, Manickan, 2012).

Depois de identificados os caminhos principais e secundários, chegaram à conclusão que, quando aplicado o algoritmo de voronoi na localização das habitações, é possível observar que o voronoi consegue imitar alguma da complexidade vista nos caminhos da favela (ver fig. 6) (Kure, Usto, Manickan, 2012).

O levantamento para o estudo da favela Santa Maria processou-se da seguinte forma: (1) extensão e limites da favela; (2) mapeamentos dos caminhos e conexões; e (3) programa e distribuição de funções (Kure, Usto, Manickan, 2012).

O local escolhido para o desenvolvimento do projeto foi no topo da favela. O programa tira partido das condições existentes e desenvolve-se em torno de um campo de futebol, que actua como o principal ponto de atração nessa área (Kure, Usto, Manickan, 2012).

Consiste em adicionar funções públicas a esse local, de forma a apoiar a ideia da criação de uma

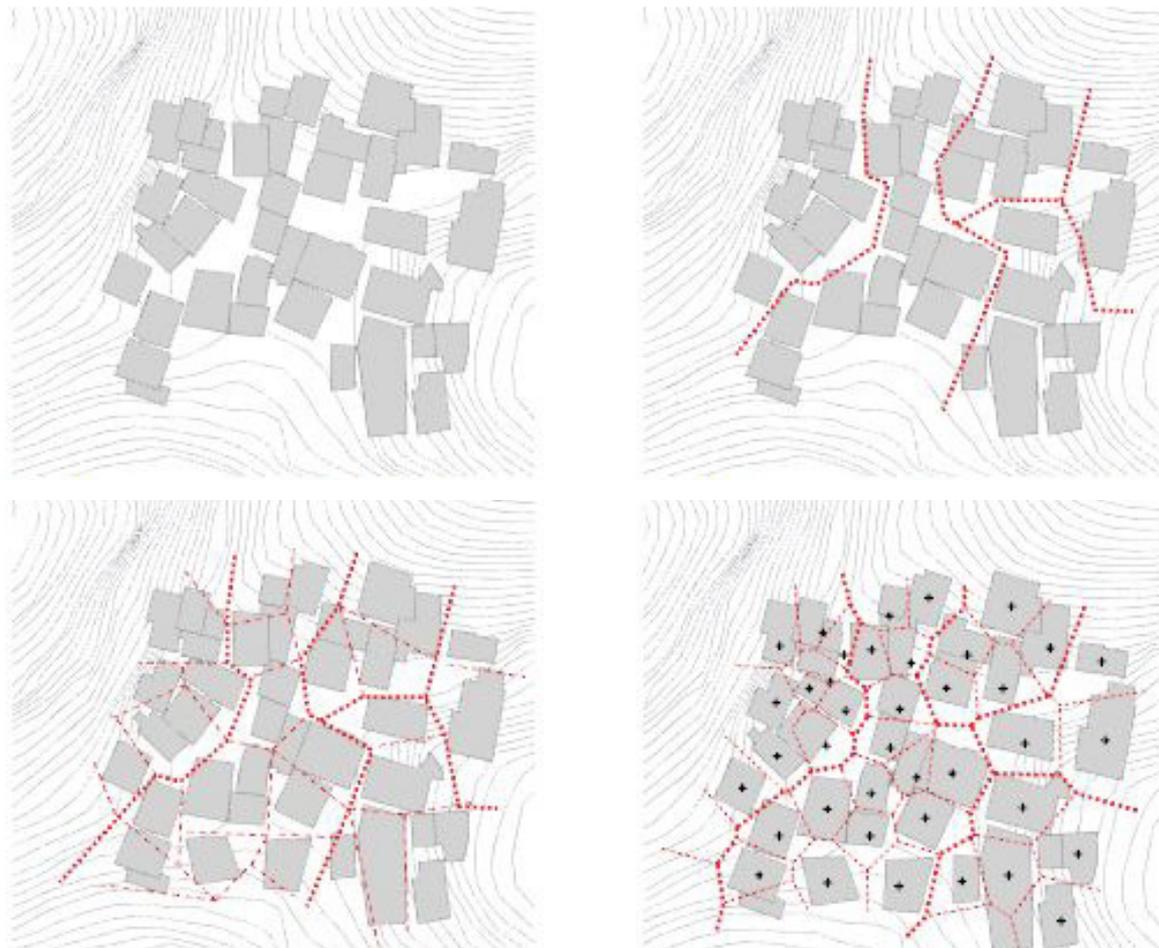


fig. 6 Aplicação do modelo matemático - voronoi

KURE, J., USTO, K., MANICKAM, T. Favela Cloud: Experiments on the potentials of the favela to generate new spatial and social possibilities. 2012. Acedido em: 11 de Dezembro de 2013, em: http://projekter.aau.dk/projekter/files/63265692/120521_Program_print.pdf

área que funciona como principal facilitador para a parte de cima do morro, combinando-o também com moradias (Kure, Usto, Manickan, 2012).

O projeto desenvolve a ideia de um programa entrelaçado que pode ser visto em toda a favela. As condições de topo da favela pedem uma ação imediata para garantir a segurança dos seus moradores, uma vez que esta parte já está incluída numa lista do governo, de áreas que necessitam de realojamento na favela (Kure, Usto, Manickan, 2012).

Ao redesenhar a área, e propondo uma forma inovadora de edifício na favela, o projeto discute o futuro crescimento da favela, uma favela que já está limitada pelo seu contexto. O local proposto, em torno do campo de futebol, cria um espaço transparente e aberto, que funciona como uma praça pública aberta. O campo de futebol tem o potencial de se tornar num programa central. Um espaço que pode servir inúmeras atividades e ao mesmo tempo funcionar como um campo de futebol (Kure, Usto, Manickan, 2012).

Este projeto teve como referências a *"Spacial City"* de Yona Friedman (fig 7), a *"Plug-in City"* de Peter Cook e *"City in the Air"* de Isozaki Arata Shibuya. Projetos de mega-estruturas para cidades de grande densidade (Kure, Usto, Manickan, 2012).

A favela é um grande aglomerado de unidades, uma grande multi e programada construção à escala urbana, composta por muitos volumes separados. Com uma forma unificadora que funde caminhos, espaço público e habitações, numa estrutura coerente. A favela exhibe algumas das qualidades como as que os futuristas exploraram, no século 20. Contudo, a lógica da favela é mais orgânica e controlada pela fluxo de paisagem, um sistema multi-sensorial e controlado pela relação dos moradores e as acessibilidades (Kure, Usto, Manickan, 2012).

Para a construção foi tido em conta alguns métodos de edificação vernacular da favela, materiais e técnicas de auto-edificação que foram sendo desenvolvidas ao longo dos tempos. Estas construções criam uma arquitetura multi sensorial e adaptável que pode hospedar várias funções programáticas na mesma estrutura (Kure, Usto, Manickan, 2012).

O clima foi também um fator importante no desenho do projeto, uma vez que o Rio de Janeiro se localiza numa região tropical, caracterizada por temperaturas altas, épocas secas e ventos vindos do mar. Nestas zonas devem ser cumpridos alguns requisitos construtivos: (1) baixa densidade para evitar acumulação de calor; (2) proporcionar o máximo de ventilação; e (3) criação de ambientes com sombra e ao mesmo tempo abertos (Kure, Usto, Manickan, 2012).

As estratégias ambientais de construções nas favelas não estão presentes de um modo geral. Os edifícios mais antigos feitos de madeira, com paredes leves, mas com telhados pouco ventilados. As construções mais recentes assemelham-se às construções da cidade formal, feitas de betão e tijolo (Kure, Usto, Manickan, 2012).

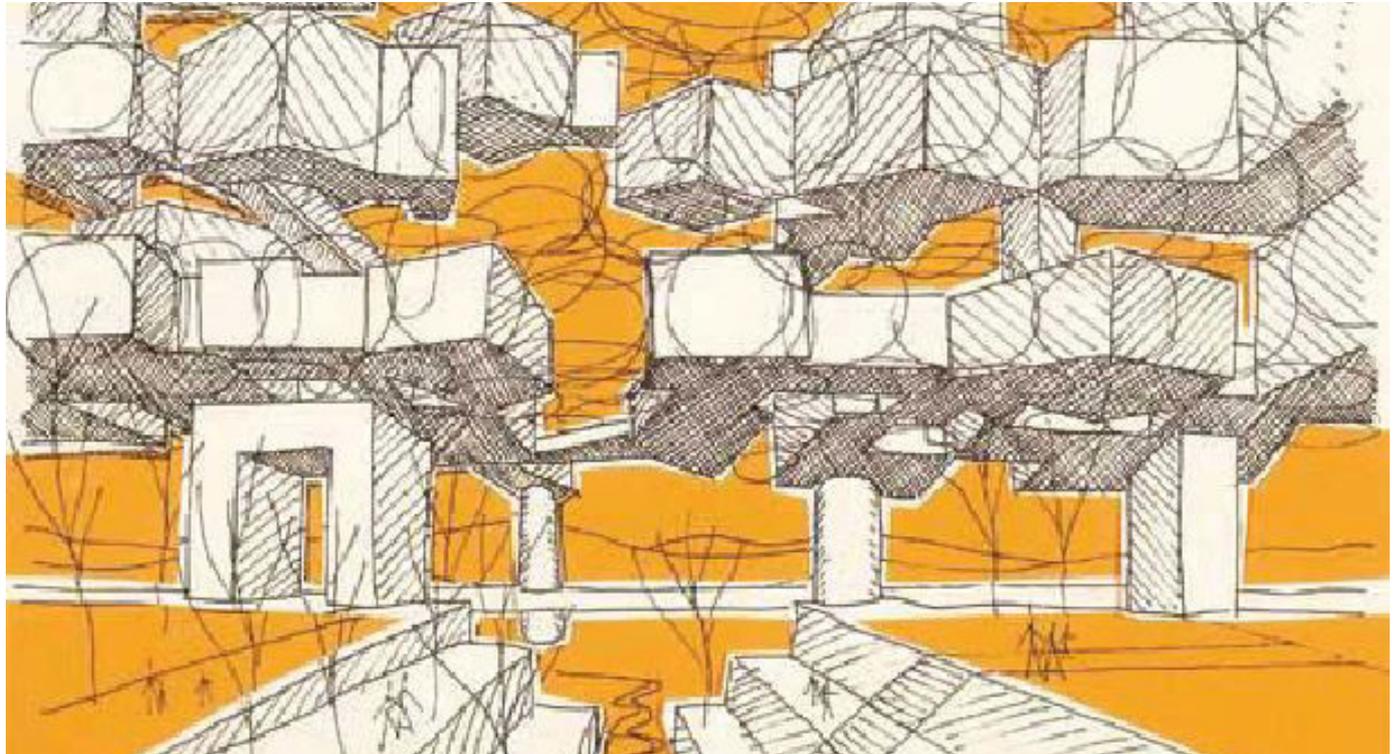


fig. 7 "Spacial City" de Yona Friedman

KURE, J., USTO, K., MANICKAM, T. Favela Cloud: Experiments on the potentials of the favela to generate new spatial and social possibilities. 2012. Acedido em: 11 de Dezembro de 2013, em: http://projekter.aau.dk/projekter/files/63265692/120521_Program_print.pdf

No contexto brasileiro há um tipo especial de tijolo, que é amplamente utilizado, o Cobogó. A função do Cobogó à escala arquitectónica, é fornecer estrutura, sombreamento e ventilação. Num sistema modular, tem como objetivo, tornar os espaços interiores agradáveis (Kure, Usto, Manickan, 2012).

O Cobogó é feito originalmente em betão ou cerâmica e as suas propriedades podem ser comparadas a grelhas de aço e ornamentados de madeira da arquitetura vernacular dos Muros. As propriedades do Cobogó, além das capacidades estruturais, são também a de criar sombra e ventilação (Kure, Usto, Manickan, 2012).

O desafio, neste projeto, foi o de utilizar o Cobogó numa escala maior, não apenas como um elemento de fachada, desenvolver um Cobogó horizontal que age como uma pele tridimensional de um edifício, que envolve um programa de arquitetura. Não obstante, também utiliza as qualidades da pele numa escala urbana, de forma a proporcionar um espaço público com sombra agradável (Kure, Usto, Manickan, 2012).

As habitações, da área de risco da encosta localizadas próximo do local da proposta, são movidas para uma posição acima do campo de futebol. Estas unidades habitacionais misturadas com funções públicas tornar-se o base para um novo edifício, um Cobogó urbano - Favela *Cloud* (ver fig. 8) (Kure, Usto, Manickan, 2012).

O objetivo da Favela *Cloud* é: (1) desenvolver de um sistema de design que absorve as qualidades espaciais e organizacionais da favela; (2) uma arquitetura híbrida que mistura o público e o privado e incorporar funções; (3) uma pele com bom desempenho ambiental, que tem inspiração do tijolo Cobogó tradicional; e (4) colmatar a barreira social em termos de arquitetura e aceitação social em relação à cidade formal (Kure, Usto, Manickan, 2012).

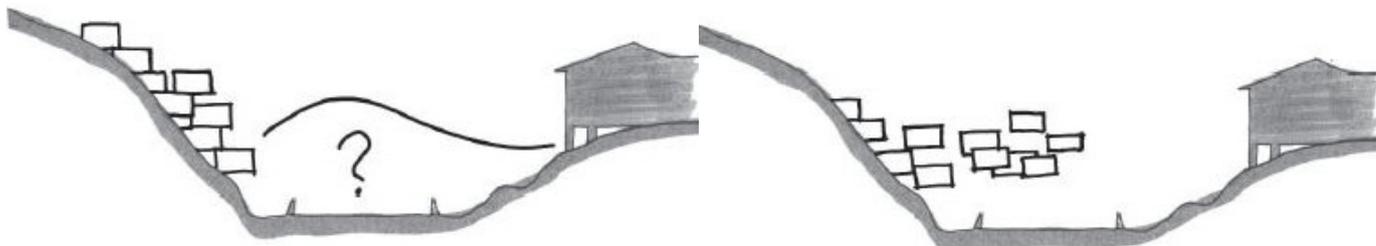


fig. 8 Exemplificação da ideia

KURE, J., USTO, K., MANICKAM, T. Favela Cloud: Experiments on the potentials of the favela to generate new spatial and social possibilities. 2012. Acedido em: 11 de Dezembro de 2013, em: http://projekter.aau.dk/projekter/files/63265692/120521_Program_print.pdf

5. ESTUDO PRÁTICO

5.1 CONTEXTO

Em São Paulo, a situação hoje é de uma extensa área de loteamentos irregulares, sendo grande parte deles em áreas de risco urbano. Há da ordem de um milhão e meio de pessoas nessas condições na envolvente da cidade de São Paulo, do ponto de vista social representam a única alternativa de moradia de enorme parcela da população. (Martins, 2006)

Relativamente às favelas do Brasil, a questão urbana já não é relativa à remoção e relocação dos habitantes das favelas em áreas longínquas das nossas cidades. Hoje, o direito à urbanização é um direito adquirido e quase incontestável, ou seja, a questão já não é simplesmente social e política, mas deveria passar obrigatoriamente por uma dimensão cultural e também estética (Jacques, 2006).

A favela é, de um modo geral, um espaço destituído de infra-estrutura urbana – água, luz, esgotos, recolha de resíduos e sem arruamentos. Outro elemento peculiar da representação usual das favelas é sua homogeneização. Presentes em diferentes pontos geográficos – em planícies, em morros, nas margens de rios e lagoas – reunindo algumas centenas de moradores até alguns milhares, possuindo diferentes equipamentos e mobiliários urbanos (Silva, Barbosa, Biteti, Fernandes, 2009).

O interessante neste tipo de assentamentos é a existência de um espaço em constante movimento. O espaço-movimento não é apenas ligado ao próprio espaço físico, mas sobretudo ao movimento do percurso, à experiência de percorrê-lo, e ao mesmo tempo, ao movimento do próprio espaço em transformação. O espaço-movimento é diretamente ligado a aos seus atores, que são tanto aqueles que percorrem esses espaços quanto aqueles que os constroem e os transformam continuamente. No caso das favelas, os dois atores, podem estar reunidos num só, o morador, que também é o construtor do seu próprio espaço. A própria ideia do espaço-movimento impõe a noção de ação, ou melhor, de participação dos utilizadores. Neste tipo de assentamento, aparentemente caótico, conseguimos encontrar regras e lógicas próprias, que refletem uma vincada carga social e cultural. No momento de urbanizar das favelas, é importante preservar esta identidade, a sua especificidade estética, incentivar a noção de participação, e ao mesmo tempo, conservar os espaços-movimento. A ideia é que no momento da urbanização, se consiga preservar o próprio movimento das favelas e não a sua arquitetura, ou o seu urbanismo. Em vez de projetar bairros formais ordinários, se possa conservar o movimento existente, ou seja, a própria vida das favelas, geralmente mais intensa e comunitária do que no bairros formais (Jacques, 2002).

O projeto convencional e as lógicas *top down* representam ainda para os arquitetos e urbanistas o processo mais comum de projetar. Estas lógicas encontram-se contra o movimento “natural” das favelas. O projeto, nesse caso, acaba com as potencialidades iminentes do já existente, fixa formas por antecipação, inibe ações imprevistas, e sobretudo, impede a participação real (Jacques, 2002).



fig. 9 Favela da Providência anos 20

http://guiajosecarlosmelo.blogspot.pt/2008/09/em-projeto_7947.html

5.2 OBJETIVOS

O estudo que se apresenta pretende desenvolver uma solução generativa paramétrica para a favela Nova Jaguaré. O objetivo é gerar uma solução que permita uma adaptação morfológica às constantes modificações a que está sujeito, um espaço urbano informal, para esse fim são estudados os padrões da morfologia urbana informal para desta forma serem encontradas algumas regras que transmitem a dinâmica deste espaço, e que depois serão codificadas através de um algoritmo, utilizando o software *Rhinoceros, plug-in do Grasshopper*

O estudo apela ao fato da necessidade de haver uma abordagem diferente que garanta a habitabilidade e sustentabilidade e evolução neste território. A favela estudada apresenta lógicas humanizadas que devem ser tidas em conta. É importante que a leitura dos seus padrões urbanos e a génese cultural e social da sua estrutura sejam mostradas. Isto porque, São os hábitos culturais e os valores da vida urbana e a sua organização interior, que permitem a criação de uma nova, adequada e humanizada morfologia urbana. (Eloy, Lopes, Paio, Rato, Reis, Santos, 2011)

Assim, a partir da análise da morfologia urbana e da leitura dos padrões deste lugar, a abordagem paramétrico-generativa proposta neste trabalho, é possível gerar 3 algoritmos : (1) cálculo do traçado das vias e vielas e dos quarteirões; (2) cálculo das dimensões e posição dos lotes nos quarteirões segundo as vias e vielas; e (3) cálculo das dimensões e posição das habitações segundo os lotes. O trabalho apenasa primeira parte do 3º algoritmo, onde são constituídas uma série de operações necessárias para definir as dimensões e forma dos lotes e habitações.

Com o método projetual adaptativo é possível gerar algumas soluções urbanas que possam ir ao encontro das necessidades destas comunidades, opostas às lógicas *top down* aplicadas até aqui.

O problema da habitação no Brasil aparece com a emergência do trabalho livre, na segunda metade do século XIX. Contexto marcado pelo acentuado crescimento urbano e por profundas transformações na estrutura política e social, pelo advento da república e por um intenso processo de imigração. Fazem-se os preparativos, nesta época, para as condições necessárias para o desenvolvimento do capitalismo no Brasil. A lei de terras de 1850 e a abolição da escravatura em 1888, eram medidas que proporcionavam ao mesmo tempo o desenvolvimento do mercado de trabalho e do mercado de terras no Brasil. A favela e o cortiço apresentavam-se como alternativas de moradia para classes populares, as massas formadas por escravos e imigrantes que afluíam à cidade que estava em pleno desenvolvimento, principalmente o Rio de Janeiro e São Paulo. Em apenas 30 anos São Paulo multiplicou 8 vezes a sua população (final do século XIX) e foi até às décadas de 40 e 50, já do século XX, a única habitação das classes trabalhadoras (Paulino, 2007) (fig. 9).

A magnitude do crescimento de favelas nas cidades grandes e médias, no Brasil, representa um presente preocupante e a possibilidade de um futuro dramático. A população moradora nas favelas tem crescido mais do que a população urbana, nos anos 80, 1,89% da população brasileira morava em favelas e em 1991 já era 3,28%. Tendo a população crescido 70% numa década (Maricato, n.d.).

O quadro traçado nas últimas décadas – desde a crise da dívida externa no final dos anos 70 – é de uma alta taxa de urbanização radicalmente desligada da industrialização e do desenvolvimento. A urbanização sem crescimento é a herança de ajustes estruturais em curso há quase 30 anos, baseados na queda dos salários, no desemprego, e no corte drástico nos serviços públicos (Jacques, 2006).

5.3 METODOLOGIA

Para a concretização deste trabalho foi selecionado um caso de estudo, a favela Nova Jaguaré, em São Paulo., Brasil Para tal foram reunidas plantas, imagens e trabalhos anteriores efetuados acerca desta favela.

No início do estudo morfológico, da favela Nova Jaguaré, procedeu-se à identificação em planta dos elementos urbanos fundamentais (quarteirões, lotes, habitações e vias) e pela decomposição da malha urbana nestes elementos.

Posteriormente, os elementos foram, numerados e agrupados segundo o seu tipo para de seguida se perceber as semelhanças formais e dimensionais entre eles, que deu origem a subgrupos formais dentro da mesma tipologia. Os elementos dos vários subgrupos foram de seguida dimensionados para ser encontrado o intervalo dimesional que representa aquele subgrupo. A fase seguinte passou pela identificação de regras de composição, que permitisse uma evolução da forma mais básica até à forma final. Por fim, estas regras foram submetidas a uma codificação através de um algoritmo paramétrico, utilizando o *software rhinoceros* com o *plug-in grasshopper*, e que permitiu gerar uma solução paramétrica generativa para a favela Nova Jaguaré.

5.4 DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO GENERATIVA PARAMÉTRICA PARA A FAVELA NOVA JAGUARÉ

No presente capítulo expõe-se a experiência levada a cabo com a Favela Nova Jaguaré, em São Paulo, Brasil.

5.4.1 Objeto de Estudo

A Favela Nova Jaguaré localiza-se num dos setores mais valorizados da cidade, entre bairros de classe média e média alta e próxima aos centros do setor terciário da economia, gerador de empregos de comércio e serviços. Encontra-se junto a importantes vias de circulação e próximo aos transportes públicos, como a estação de trem Villa Lobos, que se interliga à estação de metro Pinheiros (Trento, 2011) (ver fig. 10).



fig. 10 Localização da favela Nova Jaguaré

É favela desde 1960, uma das favelas mais antigas e adensadas de São Paulo, com aproximadamente 750 hab/ha. Segundo dados da prefeitura de São Paulo (2010), a favela Nova Jaguaré ocupa um terreno de propriedade pública com uma área total de 168.359,9 m², com aproximadamente 4.070 imóveis (Trento, 2011).

A partir dos arquivos da Prefeitura, a Favela Nova Jaguaré foi uma das primeiras áreas a receber o abastecimento de água potável e energia de forma coletiva no Município de São Paulo. Esta concessão fez com que a Favela atraísse novos moradores, tendo provocado um intenso adensamento, dentro dos padrões das construções precárias e das vielas e escadarias estreitas. Trata-se de uma ocupação de uma encosta íngreme, em solo instável (ver fig. 11 e 12). Apresenta áreas consideradas de alto risco geotécnico sujeitas a deslizamentos e solapamentos (Trento, 2011).

Numa primeira análise, a favela Nova Jaguaré, apresenta uma dimensão urbana – a escala de bairro – e é estruturada com ruas e largos, ou seja, no contexto da cidade é o equivalente a um bairro. É organizada morfologicamente pelos seguintes elementos essenciais: (1) quarteirões; (2) lotes; (3) edifícios; (4) logradouros; e (5) ruas, vielas e largos (traçado), como se pode verificar na fig. 13.



fig. 11 Fotografia atual das habitações na encosta da favela Nova Jaguaré

TRENTO, M., Estudo dos Projetos e Intervenções de Urbanização na Favela Nova Jaguaré. São Paulo, SP, Brasil: Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2011.



fig. 12 Habitações na Favela Nova Jaguaré

TRENTO, M., Estudo dos Projetos e Intervenções de Urbanização na Favela Nova Jaguaré. São Paulo, SP, Brasil: Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2011.



fig. 13 Planta da favela Nova Jaguaré Lotes - habitações - ruas - vielas 49

5.4.2 Decomposição dos Elementos Morfológicos



Neste passo, os vários elementos morfológicos (ruas e vielas, quarteirões, lotes e habitações) foram isolados para poderem ser analisados por elemento, através do *software autocad*. Desta forma foi possível comparar, relacionar e agrupar os vários tipos de cada elemento, para posteriormente se poder aferir os parâmetros.

Na fig. 14 é identificada a planta das habitações da favela Nova Jaguaré. Podemos observar que estas habitações se vão agrupando de forma a rentabilizar o terreno disponível, vão sendo construídas nos espaços vazios e moldadas umas à outras e à topografia. Observamos também o seu carácter irregular, dificilmente temos ângulos retos e formas puras.

O mesmo acontece com os lotes, como se pode ver na fig. 15. A área disponível do lote para construção é ocupada quase na sua totalidade.

Em relação às vias e vielas, como se vê na fig. 17, identificamos 4 tipos de vias: (1) vias principais; (2) vias secundárias; (3) vielas principais; e (4) vielas privadas. Existe uma correspondência evidente entre o percurso que as vias fazem e a topografia (ver fig. 16 e fig. 17) No caso dos quarteirões, verificamos que a sua forma irregular e dimensão é definida pelas vias (ver fig. 18), sendo assim, os quarteirões não farão parte desta análise.



fig. 15 Lotes



fig. 16 Topografia



fig. 17 Vias

ruas principais e secundárias - vielas principais - vielas condominiais



fig. 18 Quarteirões

5.4.3 Identificação dos Elementos



fig. 19 Identificação das habitações



fig. 20 Identificação dos lotes

Para iniciar a análise foram identificados os vários elementos. A identificação foi efetuada através da atribuição de um número a cada habitação (ver fig. 19), a numeração dos lotes é a mesma da das habitações para poder haver associação destes às habitações (ver fig. 20). A identificação dos elementos tem a finalidade de se poder rastrear a localização de cada forma, aquando da sua deslocação, para formar uma listagem com todas estas formas, como se pode ver nas fig. 21 e 22, e posteriormente ser possível a comparação e agrupamento dos vários tipos.

As vias e vielas também foram separadas, contudo não foi necessário a sua identificação por serem facilmente rastreáveis. (ver fig 23).



fig. 21 Listagem das habitações

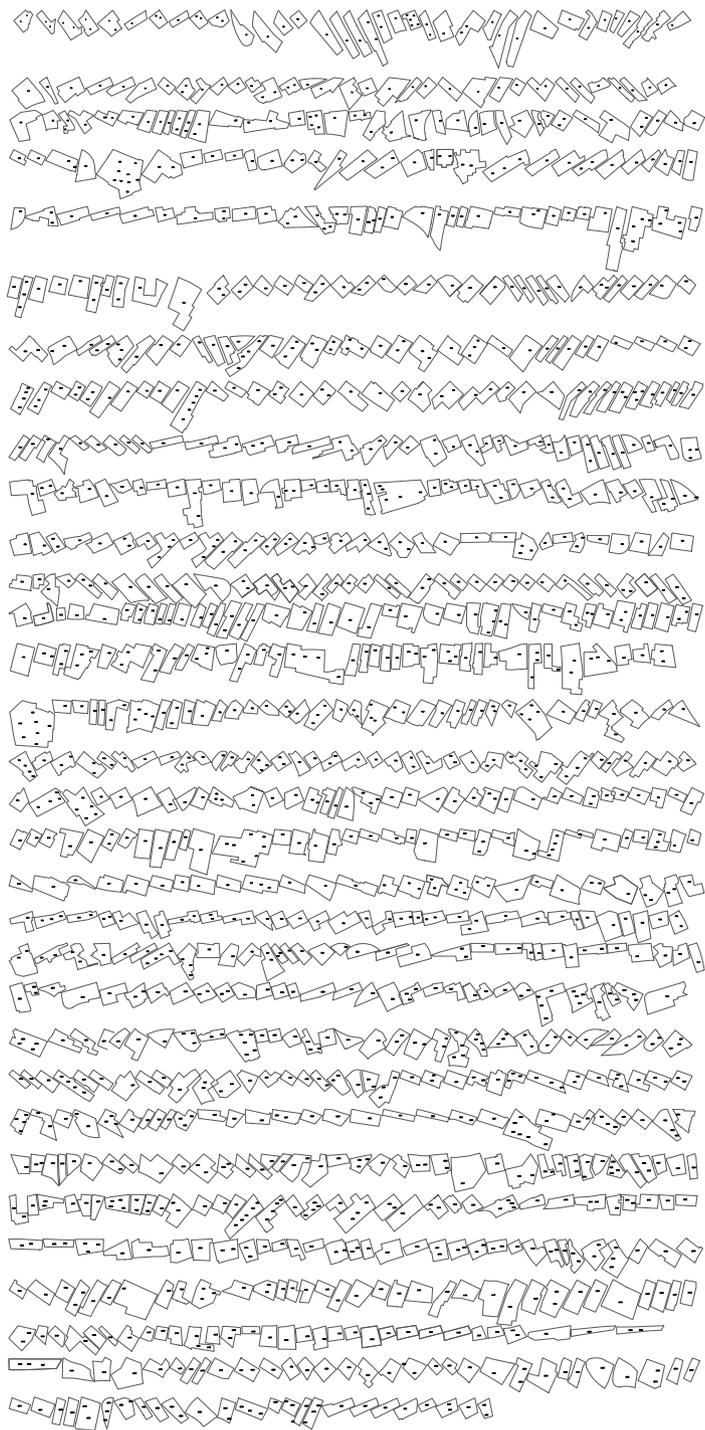


fig. 22 Listagem dos lotes



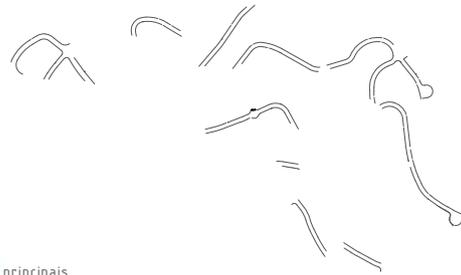
vias principais



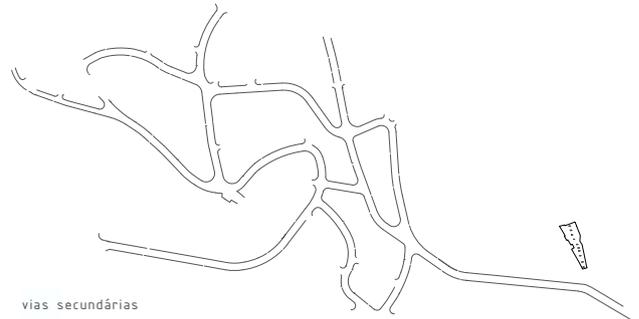
vias secundárias



vias privadas



vias principais



vias secundárias

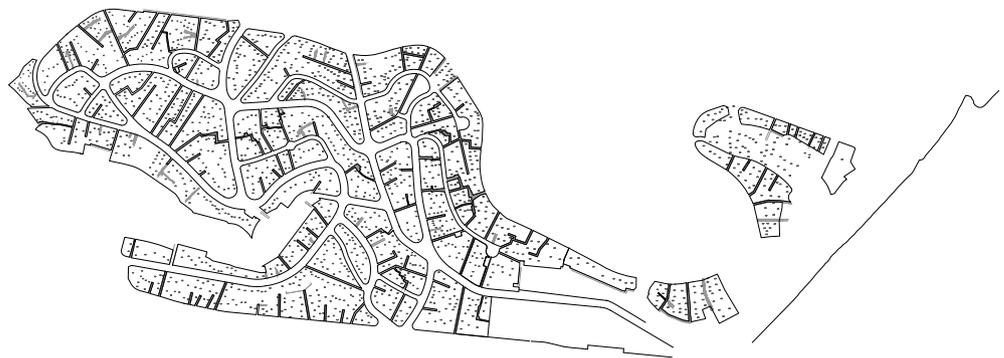


fig. 23 vias

5.4.4 Agrupamento e cálculo dos intervalos das Formas

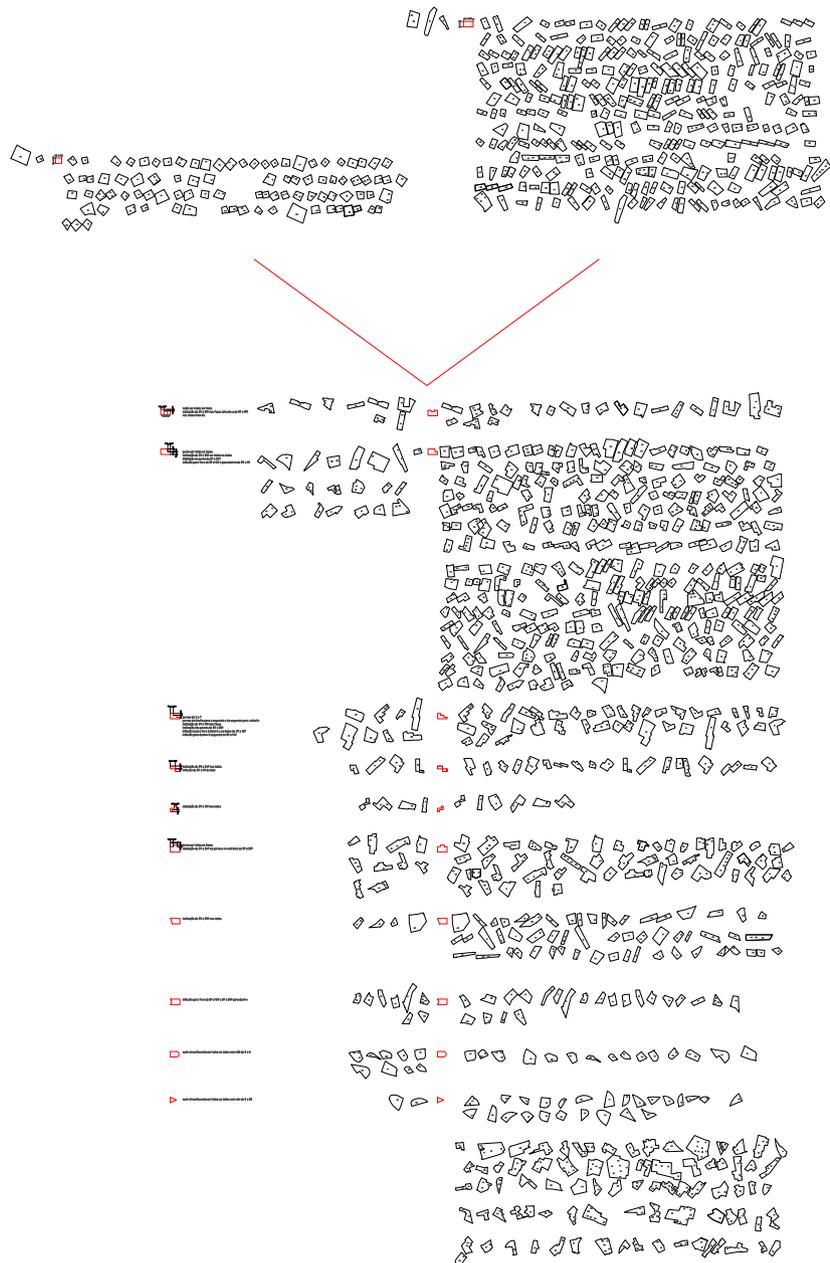


fig. 24 Agrupamento das formas dos lotes

Através da listagem, foi possível efetuar uma comparação entre as várias formas baseado na abstração das formas, a fim de serem formados grupos. Os grupos assentam nas semelhanças formais de cada objeto, quer das habitações, quer dos lote, para posterior dimensionamento (ver fig. 24 e 27).

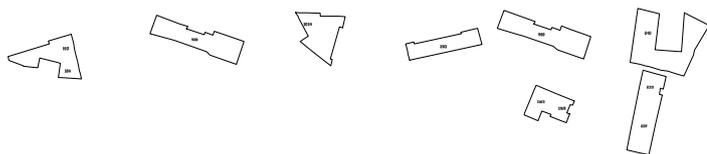
Foram determinados grupos para as vias, para os lotes e para as habitações. Desta feita, São encontrar parâmetros referentes a cada elementos, para poder se controlar os algoritmos.

No passo seguinte foram isoladas as formas de maior e menor dimensão, incluindo todos os elementos pertencentes a essa forma, também foram isoladas as formas mais complexas desse grupo (ver fig. 26), para se conseguir intervalos representativos do universo das formas.

Tendo em conta as diferenças entre os vários objetos, este agrupamento permite o cálculo dos intervalos dimensionais (a maior forma e a menor), em termos de alturas, larguras e ângulos de todos os elementos das formas (sub-elementos), como se pode ver na fig. 25. Também foram identificadas regras de localização dos vários sub-elementos da forma.

Foi possível determinar 12 grupos. no caso dos lotes e nas habitações 10 grupos, como se pode ver nas fig. 24 e 27.

Os intervalos dimensionais encontrados em cada grupo formal, dos lotes das habitações, permitem aferir os parâmetros necessários para a codificação das regras e posterior geração da solução generativo-paramétrica.



vazio em todas as faces
inclinação de 0º a 51º nas faces laterais e de 0º a 19º
nas faces laterais

fig. 26 Exemplo de isolamento da maior e da menor forma e das formas mais complexas pertencente a este grupo

fig. 25 Exemplo de um intervalos encontrados numa forma

5.4.5 Determinação das Regras Paramétricas

Uma vez calculados os intervalos dimensionais, foram determinadas as regras, para se poder gerar os algoritmos

Nas fig. 28 e 32 apresenta-se a identificação das regras, dos lotes e das habitações. Como se pode observar as formas evoluem da forma mais simples – quadrado – para a forma mais complexa.

Verificamos que uma regra para as habitações pode ser descrita da seguinte forma sequencial (da forma mais simples para a mais complexa) (ver fig. 31): (1) quadrado com dimensões de 9,1 a 2,5 X 9,1 a 2,5; (2) rectângulo com dimensões de 3,2 a 18 X 1,5 a 8,4; (3) divisão do rectângulo em 3 partes horizontais e 3 partes verticais; (4) uma das zonas a cinza podem ser seleccionadas (ver fig. 29); (5) dimensionar os sub-elementos de uma das partes a cinza conforme fig. 25; e (6) forma final (ver fig. 30).

Com esta informação já é possível passar á etapa da codificação destas regras.

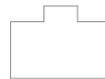


fig. 30 Exemplo de uma forma



fig. 29 Área isolada da forma

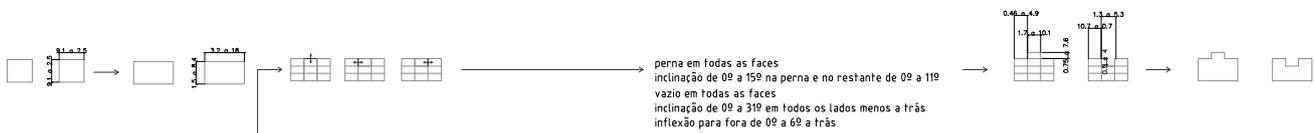
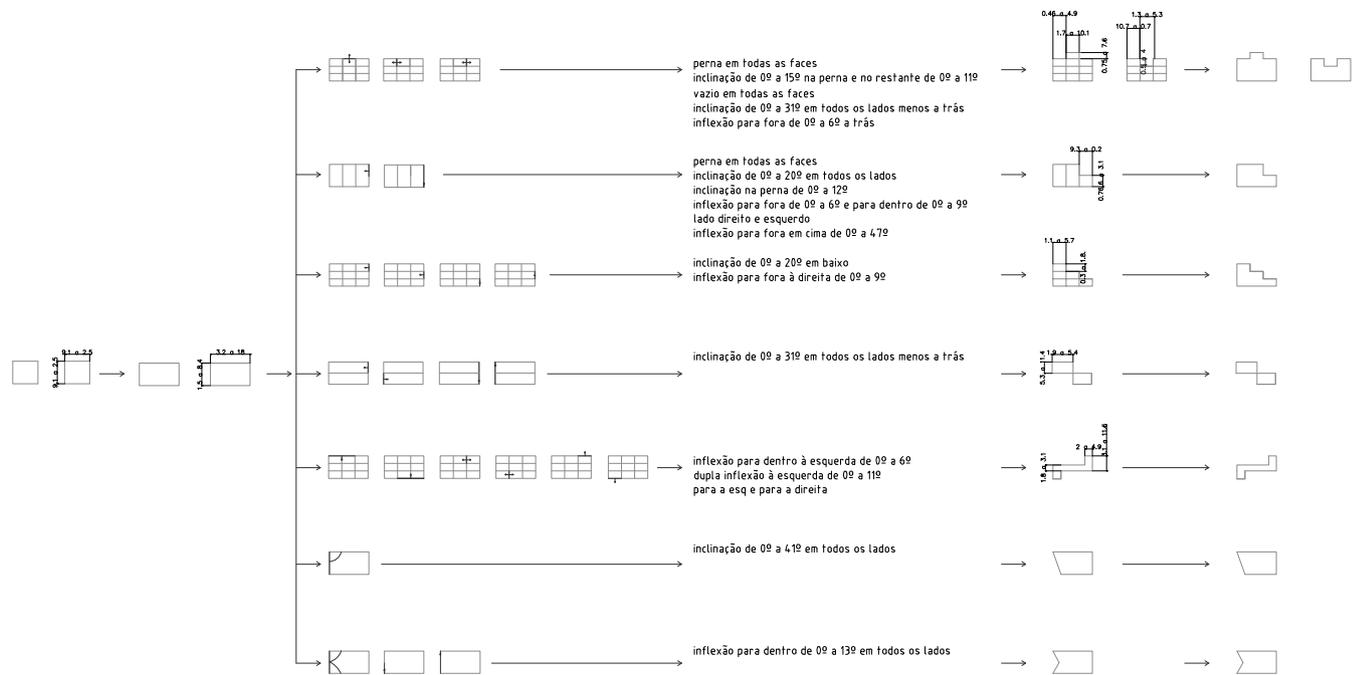
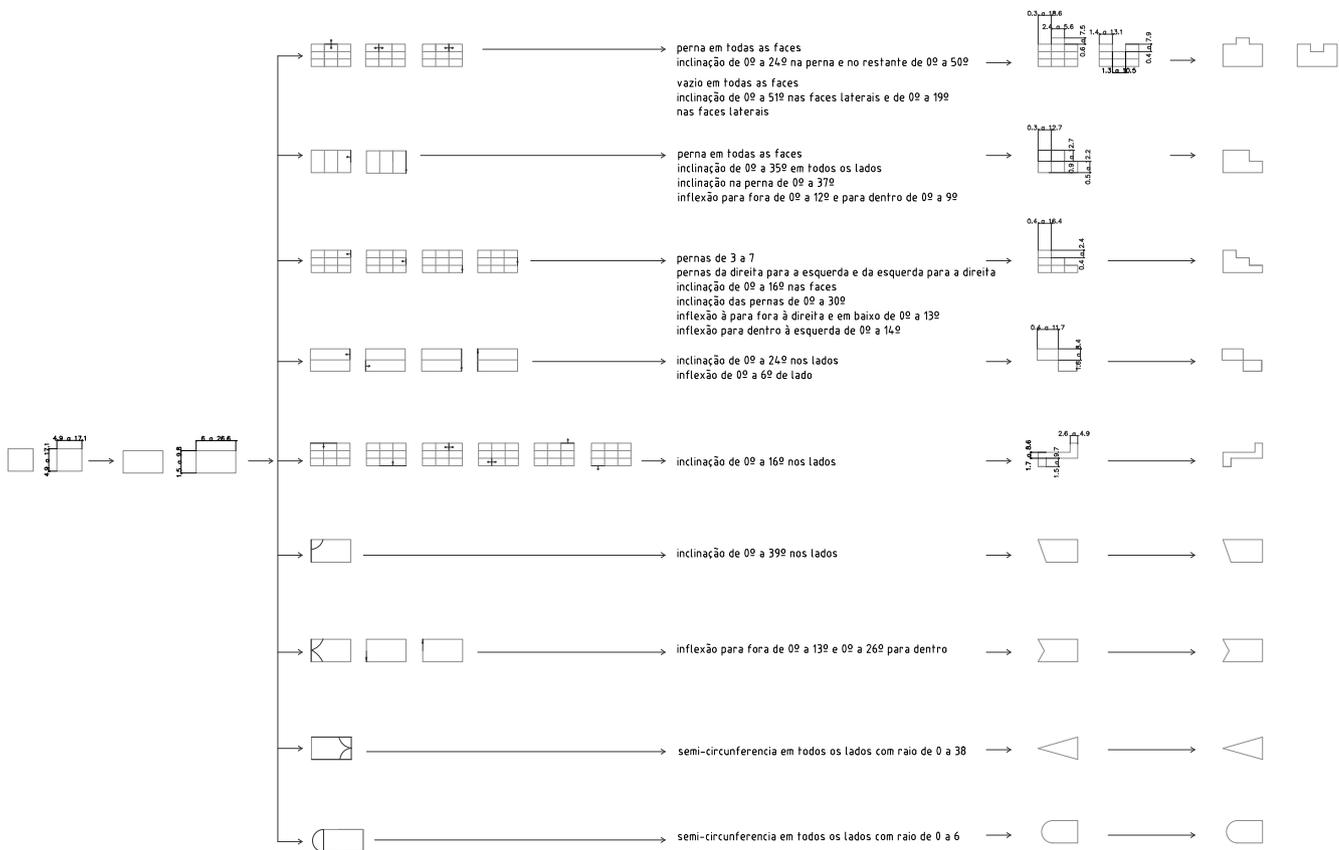


fig. 31 Exemplo de uma regra





Na fig. 35 podemos ver os passos desenvolvidos para a criação do algoritmo das habitações. A título de exemplo é demonstrada a regra descrita no capítulo 5.4.5, codificada pelo algoritmo. Na fig. 36 vemos um quadrado, na fig. 37 um retângulo que evoluiu do quadrado, de seguida a sua evolução, na fig. 38, com a subtração de uma parcela do quadrado, esta evolução pode ter também a forma do retângulo, como se observa na fig. 39. Olhando para a fig. 40 identificamos outro caminho possível a da adição de uma parcela ao quadrado e fig. 41 outro caminho possível com a subtração de uma forma quadrada com atribuição de um ângulo.

É de salientar que os objetos demonstrados fazem todos parte da mesma regra. Existem múltiplas possibilidades e caminhos dentro da mesma regras. Em cada evolução as formas podem ter qualquer dimensão, desde que dentro do intervalo identificado no capítulo 5.4.4, e a subtração e adição de formas podem ocupar outros lados que não os demonstrados. Estas variações São controladas através da geometria e dos parâmetros associados ao algoritmo, Este método permite controlar todas as regras e variações dessa regras no mesmo algoritmo.

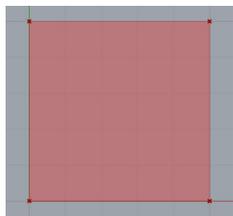


fig. 36 quadrado

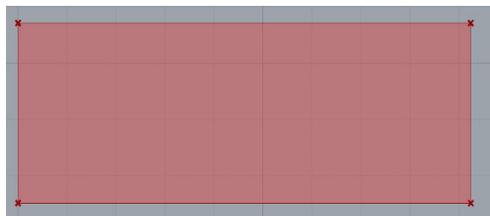


fig. 37 retângulo

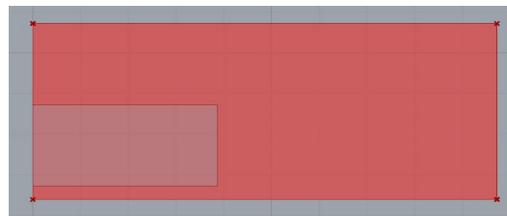


fig. 39 subtração do retângulo

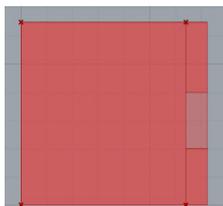


fig. 38 subtração do quadrado

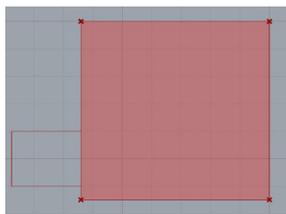


fig. 40 adição do quadrado

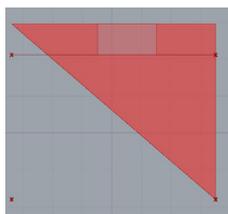


fig. 41 subtração de uma forma associada a um ângulo

6. CONCLUSÕES

Considerando a importância que a forma tem na cidade, é natural e legítimo que nos últimos avanços das tecnologias digitais e ferramentas de desenho paramétrico, aplicadas ao projeto, permitam a aproximação da arquitetura e do urbanismo nos processos de desenho urbano. Estes processos têm a capacidade de gerar uma vasto leque de soluções, resultantes da combinação de vários parâmetros, assim, como a de os testar e avaliar.

Este trabalho apresenta um método projetual para um desenho urbano dinâmico com ferramentas paramétricas. A principal vantagem deste tipo de abordagem é a capacidade de adaptação a mudanças contínuas dos parâmetros, fazendo com que os objetos sejam gerados e modificados simultaneamente.

Num contexto de elevada taxa de crescimento urbano, como é o caso de São Paulo, as abordagens de desenho urbano e planejamento devem ser rápidas, de fácil uso e economicamente acessíveis. Desta forma, as ferramentas de desenho paramétrico, como o grasshopper, permite uma forma rápida de visualização e análise dos vários cenários. Por outro lado facilita também a integração no projeto de outras especialidades, técnicos e usuários.

Este método projetual permite uma constante adaptação ao contexto, fornecendo uma resposta às transformações que vão sendo efetuadas na realidade, gerando um espaço em contínuo movimento, tão característico destes locais.

O resultado esperado, com a codificação deste tipo de parâmetros, na favela Nova Jaguaré é o de uma aproximação da dinâmica de crescimento e de uma adaptação ao tipo de vivência neste tipo de assentamento informal, no que se refere aos aspetos formais, de flexibilidade e adaptação.

Embora o presente trabalho assente no estudo da morfologia urbana, no futuro poderia ser pertinente a associação de outros campos de estudos, sendo assim, põem-se 3 questões: (1) incluir nesta análise padrões espaciais, utilizando métodos como *Space Syntax*, para uma melhor leitura do tipo de vivência destes lugares, ambientais, no que concerne ao desempenho ambiental, e programáticos, para encontrar soluções de programa, quer urbano quer de habitação, mais viáveis; (2) incluir parâmetros de saúde pública. Porque o desenho urbano resultante das favelas dificulta a implantação de infraestruturas, o sistema viário com larguras mínimas faz com que grande parte das habitações das favelas não tenham recolha de resíduos e seja difícil a instalação de redes de drenagem e de abastecimento de águas. Em relação ao Lote e à habitação, a maioria das habitações não tem condições técnicas adequadas, não há condições mínimas de ventilação e iluminação e dimensões mínimas, apresentando graus de insalubridade elevados, com incidência de certas doenças associadas. Desta forma, seria pertinente a inclusão neste tipo de trabalho, dimensões mínimas de habitação, de pé direito, de arruamentos, distancias das habitações em relação a ruas principais, estrutura das habitações e materiais sustentáveis, infra-estruturas urbanas, tais como rede de águas, esgotos e resíduos, etc. e (3) incluir parâmetros topográficos, uma vez que estes locais são, na sua generalidade, pautados pela topografia. A topografia neste tipo de assentamentos está na génese de muitos problemas de segurança das habitações e de acessos. Por exemplo, seria pertinente o cálculo dos declives para serem incluídos nos parâmetros.

Assim, espera-se dar continuidade a esta pesquisa e a deste método projetual, neste tipo de assentamentos, desenvolvendo algoritmos ainda mais complexos, que incluam os padrões e parâmetros acima referidos, tornando-os mais precisos na interpretação da dinâmica da cidade informal.

7. BIBLIOGRAFIA

AMORIM, L.M.E. Parametric urbanism: emergence, limits and perspectives of a new trend in urban design based on parametric design systems. Trans. Anja Pratschke. In VIRUS. N. 3. São Carlos: Nomads.usp, 2010. Acedido em: 14 de Dezembro de 2013, em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus03/submitted/layout.php?item=2&lang=en>.

BEIRÃO, J. CityMaker. Designing Grammars for Urban Design, Delft, 2012. Acedido em: 17 de Dezembro de 2013, em: <http://abe.tudelft.nl/article/view/beirao>

BEIRÃO, J., Gramáticas Urbanas: Por Uma Metodologia de desenho Urbano Flexível. Lisboa: ISCTE, 2004. Acedido em 9 de Março de 2014, em: http://www.bquadrado.com/paginas_web/targets/grammars/GrUr-p1MeDeUrFl-lowdef.pdf

BEIRÃO, J., NOURIAN, P., MASHHOODI, B., Parametric Urban Design: An Interactive Sketching System For Shaping Neighborhoods. Acedido em 18 de Março de 2014, em: http://cumincaad.architexturez.net/system/files/pdf/eacaade2012_130.content.pdf

CRISTOPHER, A., ISHIKAWA, S., ANGEL, S. A Language Pattern: Towns Buildings Construction. New Your: Oxford University Press, 1977. Acedido em: 13 de Dezembro de 2013, em: http://library.uniteddiversity.coop/Ecological_Building/A_Pattern_Language.pdf

ÇALISKAN, O., Pattern Formation in Urbanism: A Critical Reflection on Urban Morphology, Planning and Design: Geboren Te Elazig, Turkey: Middle East Technical University, 2013. Acedido em 18 de Março de 2013, em: http://www.academia.edu/5599963/Pattern_Formation_in_Planned_Urban_Peripheries_A_Typomorphological_Approach_to_Design

CRISTOPHER, A., ISHIKAWA, S., ANGEL, S. A Language Pattern: Towns Buildings Construction. New Your: Oxford University Press, 1977. Acedido em: 13 de Dezembro de 2013, em: http://library.uniteddiversity.coop/Ecological_Building/A_Pattern_Language.pdf

ELOY, S., Ferramentas de Apoio à Análise da Geometria do Espaço Arquitetónico: Sintaxe Espacial e Gramáticas da Forma. Lisboa: ISCTE-IUL / ADETTI-IUL. Acedido em 11 de Fevereiro de 2014, em: http://www.academia.edu/1527054/Ferramentas_de_apoio_%C3%A0_an%C3%A1lise_da_geometria_do_espaco_arquitet%C3%B3nico_sintaxe_espacial_e_gram%C3%A1ticas_de_forma

ELOY, S., LOPES, P., PAIO, A., SANTOS, F., RATO, V., REIS, J., Emerg.cities4all: Towards a sustainable and integrated urban design. UIA2011 TOKYO Academic Program, 2011.

JACQUES, P., Estética da Ginga: A Arquitetura das Favelas através da Obra de Hélio Oiticica. Rio de Janeiro: Editora Casa da Palavra, Rio Arte, 2002. Acedido em 9 de Dezembro de 2014, em: <http://www.anpur.org.br/revista/rbeur/index.php/rbeur/article/viewFile/130/114>

JACQUES, P., Learning From Favelas. Publicado no livro Sociologia de capitais brasileiras: participação e planejamento urbano. Brasília: Liberlivro, 2006. Acedido em 9 de Dezembro de 2014, em: <http://www.laboratoriourbano.ufba.br/arquivos/arquivo-57.pdf>

KURE, J., USTO, K., MANICKAM, T. Favela Cloud: Experiments on the potentials of the vavela to generate new spatial and social possibilities. 2012. Acedido em: 11 de Dezembro de 2013, em: http://projekter.aau.dk/projekter/files/63265692/120521_Program_print.pdf

MARICATO, E., Favelas: Um Universo Gigantesco e Desconhecido. Universidade de São Paulo. Acedido em 9 de Setembro de 2014, em: http://www.usp.br/fau/deprojeto/labhab/biblioteca/textos/maricato_favelas.pdf

Oficina de Ideias: Urbanização de Favelas. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo. Secretaria Municipal de Habitação – SEHAB, 2008.

PAIO, A., ELOY, S., REIS, J., SANTOS, F., RATO, V., FARIA, L. Emerg.cities4all: Towards a sustainable and integrated urban design. Acedido em: 6 de Dezembro de 2013, em: https://www.academia.edu/958187/Emerg.cities4all_Towards_a_sustainable_and_integrated_urban_design

PALA, T. Favela Nova JAGuaré: Intervenções de políticas públicas de 1989 a 2011. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2011.

PAULINO, J., O Pensamento Sobre a Favela em São Paulo: Uma História Concisa das Favelas Paulistas. São Paulo: Faculdade de arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2007. Acedido em 9 de Setembro de 2014, em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16137/tde-17052010-111743/pt-br.php>

PULHEZ, M., Espaço de Favela, Fronteira do Ofício: História e Experiências Contemporâneas de Arquitetura em Assessorias de Urbanização. Universidade de São Paulo, 2007. Acedido em 9 de Setembro de 2014, em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18142/tde-06062008-101517/pt-br.php>

MARICATO, E., Favelas: Um Universo Gigantesco e Desconhecido. Universidade de São Paulo. Acedido em 9 de Setembro de 2014, em: http://www.usp.br/fau/deprojeto/labhab/biblioteca/textos/maricato_favelas.pdf

MARTINS, M., Globalização, Informalidade e Regulação em Cidades Latino-Americanas. São Paulo: Universidade de São Paulo, Cadernos PROLAM/USP, ano 5, vol. 1, 2006.

ROMANO, E., TONOLI, G. Projeto de Habitação de Interesse Social segundo uma abordagem generativa. Brasil: SIGRADI, 2012. Acedido em 11 de Dezembro de 2013, em: http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2012_323.content.pdf

SARAPIÃO, F., Favela: moderna ou contemporânea?: São Paulo é laboratório urbanístico para solução das favelas. Acedido em: 6 de Dezembro de 2013, em: http://www.select.art.br/article/reportagens_e_artigos/favela?page=unic

SARDENBERG, V., Algoritmo Recursivo de Morfogênese de Favelas. Acedido em: 6 de Dezembro de 2013, em: http://www.youtube.com/watch?v=Xw4jifS_oUI

SEQUEIRA, A. Concepção Arquitectónica Como Processo: O Exemplo de Christopher Alexander. ULHT.

SHUMACHER, P., The Parametric City. London. 2008. Acedido em 15 de Dezembro de 2013, em: <http://www.patrikschumacher.com/Texts/The%20Parametric%20City.html>

SHUMACHER, P., Parametricism as Style: Parametricist Manifesto. London. 2008. Acedido em 15 de Dezembro de 2013, em: <http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20as%20Style.htm>

SILVA, J., BARBOSA, J., BITETI, M., FERNANDES, F., O Que é a Favela Afinal?. Rio de Janeiro: Observatório de Favelas, 2009. Acedido em 9 de Setembro de 2014, em: <http://observatoriodefavelas.org.br/wp-content/uploads/2013/09/o-que-%C3%A9-favela-afinal.pdf>

SILVA, M., O FORMAL E O INFORMAL: SOBRADINHO X GRANDE COLORADO. SPU-DF/SPU-MPOG.

STINY, G., GIPS J., Algorithmic Aesthetics: Computer Models for Criticism and Design in the Arts. Berkeley and Los Angeles, London: UNIVERSITY OF CALIFORNIA PRESS, 1978. Acedido em 6 de Dezembro de 2013, em: <http://www.algorithmicaesthetics.org/AlgorithmicAesthetics.pdf>

TRENTO, M., Estudo dos Projetos e Intervenções de Urbanização na Favela Nova Jaguaré. São Paulo, SP, Brasil: Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2011.

VALLADARES, L., A Gênese da Favela Carioca. A produção anterior às ciências sociais. Revista Brasileira de Ciências Sociais, Vol. 15 no 44. 2000. Acedido em 9 de Setembro de 2014, em: http://nau.ufsc.br/files/2010/09/Valladares_A-g%C3%AAnese-da-favela-carioca.pdf

VELOSO, P., Christopher Alexander e o dilema do espaço (in)formado. Brasil: SIGRADI, 2012.

FIGURAS

fig. 1 ELOY, S., Ferramentas de Apoio à Análise da Geometria do Espaço Arquitetónico: Sintaxe Espacial e Gramáticas da Forma. Lisboa: ISCTE-IUL / ADETTI-IUL. Acedido em 11 de Fevereiro de 2014, em: http://www.academia.edu/1527054/Ferramentas_de_apoio_%C3%A0_an%C3%A1lise_da_geometria_do_espaco_arquitet%C3%B3nico_sintaxe_espacial_e_gram%C3%A1ticas_de_forma

fig. 2 http://www.archdaily.com/64581/parametricist-manifesto-patrik-schumacher/zaha_nordpark_alpenzoo/

fig. 3 <http://www.architectsjournal.co.uk/patrik-schumacher-on-parametricism-let-the-style-wars-begin/5217211.article>

fig. 4 BEIRÃO, J. CityMaker. Designing Grammars for Urban Design, Delft, 2012. Acedido em: 17 de Dezembro de 2013, em: <http://abe.tudelft.nl/article/view/beirao>

fig. 5 ROMANO, E., TONOLI, G. Projeto de Habitação de Interesse Social segundo uma abordagem generativa. Brasil: Universidade Federal da Paraíba. Italia: Politécnico di Milano. Acedido em 11 de Dezembro de 2013, em: http://cumincaades.scix.net/data/works/att/sigradi2012_323.content.pdf

fig. 6, 7, 8 KURE, J., USTO, K., MANICKAM, T. Favela Cloud: Experiments on the potentials of the favela to generate new spatial and social possibilities. 2012. Acedido em: 11 de Dezembro de 2013, em: http://projekter.aau.dk/projekter/files/63265692/120521_Program_print.pdf

fig. 9 http://guiajosecarlosmelo.blogspot.pt/2008/09/em-projeto_7947.html

fig. 10 PALA, T. Favela Nova Jaguaré: Intervenções de políticas públicas de 1989 a 2011. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2011.

fig. 11 e 13 TRENTO, M., Estudo dos Projetos e Intervenções de Urbanização na Favela Nova Jaguaré. São Paulo, SP, Brasil: Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2011.