

Projeto de Habitações de Interesse Social segundo uma abordagem generativa

Social dwelling projects according to a generative approach

Elisabetta Romano

Universidade Federal da Paraíba, Brasil
elisabetta.romano@gmail.com

Giancarlo Tonoli

Politécnico di Milano, Italia
giancarlo-tonoli@gmail.com

ABSTRACT

Assuming that the city is not an accomplished system, but a living body, in constant development, this study proposes a Grasshopper generative algorithm, which aims to interpret the favelas' dynamics forces, responsible for these spaces continuous transformations. The generative process so defined is an open project, where the inhabitants are free to adapt the house, along the time, to their specific space demand, even respecting some assembling rules and constructive principles. The final result is a social dwelling construction process where flexibility and adaptability are integrated into the project, and where the variable time accomplish an important role into space configuration.

KEYWORDS: Generative Architecture, Generative Algorithms, Popular Dwelling, Slums Upgrade

593

A favela: espaço em constante movimento

Partindo do pressuposto de que a cidade não é um sistema acabado, mas um organismo vivo em constante desenvolvimento, o objetivo desta pesquisa foi o de estudar as constantes modificações a que é submetido o espaço das favelas, com a finalidade de identificar as forças motrizes que governam estas transformações e delas deduzir algumas das regras que regem a dinâmica destes processos, ao longo do tempo. (Fig. 1)



Fig. 1 - A favela como espaço inacabado, palco de um constante processo de transformação
Fonte: Dora Faggin e Francisco Freire

Para este fim, 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 são relacionados ao processo de urbanização do local, o terceiro se refere 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. O resultado é a identificação de algumas ferramentas para servirem de base à formulação de um novo método projetual paramétrico generativo, passível de ser aplicado na concepção de novos conjuntos habitacionais de interesse social, respeitando não apenas as características morfológicas do lugar, mas também e principalmente os aspectos de flexibilidade e de adaptabilidade, dos quais estes espaços estão tão fortemente impregnados.

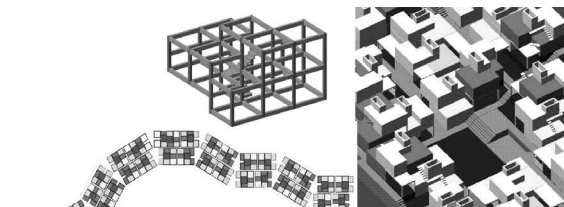


Fig. 2 - Definição da UH - Unidade Habitacional e sua organização em "clusters"

Interpretando o processo de urbanização dos assentamentos espontâneos

Segundo 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 de seus habitantes que o espaço da habitação deve constantemente se adaptar às novas exigências, sendo submetido a contínuas ampliações da edificação original, ocupando as áreas residuais do lote (pátios e quintais), ou mesmo através da construção de pisos adicionais, nem sempre em conformidade com as condições mínimas de estabilidade e de segurança. Estas obras são em geral realizadas nos chamados “mutirões”, com a ajuda de vizinhos e de amigos especialmente convocados para colaborarem em eventos de maior complexidade como, por exemplo, “bater a laje”, quando o telhado é substituído por uma laje de concreto, possibilitando assim a futura construção de um segundo pavimento. Este processo de transformação contínua da favela só é possível graças à força de trabalho qualificada presente nestas comunidades, ao sentimento de solidariedade que une os membros do grupo e à forte presença dos laços familiares. A melhoria e a ampliação da residência, seja ela legalizada ou inserida num assentamento irregular, é uma das principais razões de investimento e de poupança das classes de baixa renda, responsável por uma grande parcela do mercado de materiais de construção, vendidos em pequenas quantidades por todo território nacional. Outra característica do processo de formação espacial dos assentamentos espontâneos é a constante proliferação de espaços dedicados ao comércio, que inicialmente surgem no bojo do núcleo residencial originário, muitas vezes confundindo-se com ele, mas que mais tarde se tornam autônomos e difusamente distribuídos pelo tecido urbano. Estas comunidades vão se transformando assim, com o decorrer do tempo, em verdadeiros bairros, dotados de um comércio pujante, na maioria das vezes gerido pelas próprias forças locais, capaz de produzir renda e oportunidades de trabalho. Ignorar esses requisitos nos novos projetos de habitações de interesse social significa impedir que seus futuros habitantes possam colocar em prática ações indispensáveis à sua sobrevivência e ao fortalecimento de sua autonomia, o que resultará com certeza em adaptação desses espaços levando, em pouco tempo, à completa descaracterização do projeto original. Em alternativa às atuais tipologias, que na maioria das vezes repetem fórmulas inadequadas às dinâmicas da população de baixa renda, o presente exercício propõe um modelo que tem como premissa projetual a possibilidade de adaptar o espaço da habitação às necessidades da família, como também o de permitir grande flexibilidade no uso dos espaços.

Processo de expansão da unidade habitacional

Em resposta à crise econômica mundial de 2008, o governo brasileiro implantou em 2009 o programa “Minha casa, Minha Vida”, em vigor até a presente data, que prevê a construção de unidades habitacionais principalmente dedicadas às famílias com rendimentos de zero a três salários mínimos e, portanto, necessariamente dependentes de intervenções públicas. Independentemente do fato de conseguir, ou não, atingir a meta “quantitativa” (nos dois primeiros anos de funcionamento - 2009/2011 - foram apenas financiadas em torno de 450.000 unidades habitacionais), o que emerge mais claramente é a falta de “qualidade”, tanto no que concerne às tipologias habitacionais propostas, como nos aspectos relacionados às soluções urbanísticas adotadas nestes novos projetos. Na maioria dos casos as habitações, com uma área máxima fixada em torno de 45 m², são constituídas por espaços associados a funções definidas pelas normas vigentes nas classes sociais de renda média e alta, impondo regras de convivência que absolutamente não espelham a dinâmica social das famílias de origem. Estes projetos, além de não permitirem a prática do comércio, impedem também a flexibilidade do tamanho das unidades, como se todos seus moradores pertencessem ao mesmo estereótipo de família e que tivessem formas idênticas de utilização do espaço.

Em contraponto a essa padronização, Palermo (2007) propõe o conceito de Habitação Evolutiva, onde “uma estratégia adequada de projeto seria prover (...) à execução de parte da totalidade do edifício projetado, como forma de diminuir o investimento inicial, com conseqüente redução do comprometimento financeiro da família moradora, ao mesmo tempo em que permite a oferta de alternativas diversificadas de transformação, adequando-se mais facilmente às necessidades específicas dos moradores, colocadas no tempo, em resposta à dinâmica familiar e outras necessidades eventualmente surgidas.” De acordo com essas premissas, o modelo aqui 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, 1994, 205)

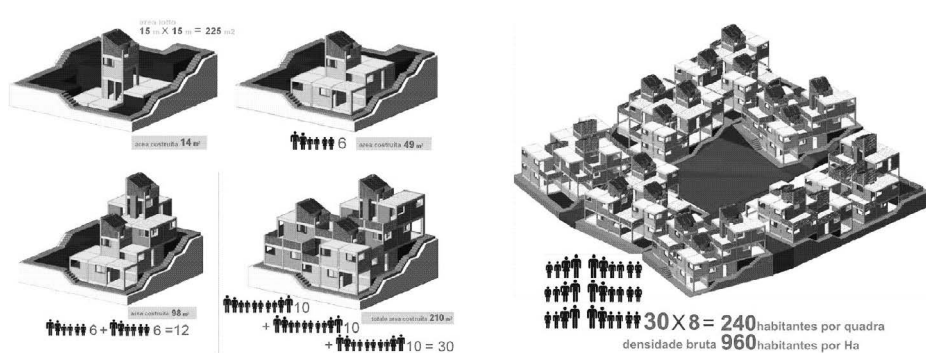


Fig. 3 - Sucessivas fases de expansão da unidade habitacional

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, produzidos em cooperativas locais, e para os acabamentos, materiais à sua escolha. Estas construções, sempre dimensionadas e posicionadas de acordo com regras previamente estabelecidas, permitirão que o resultado que irá se configurando ao longo do tempo, embora personalizado por cada núcleo familiar, ainda pertença à mesma matriz projetual, conferindo identidade espacial e formal aos conjuntos. (Fig. 3)

Descrição dos algoritmos generativos

A abordagem paramétrico-generativa proposta nesse exercício projetual parte da identificação de algoritmos que inicialmente interpretam a configuração topológica e morfológica do lugar, para em seguida definir os procedimentos generativos que, à luz das dinâmicas espaciais acima expostas, possam incorporar aos projetos de habitações de interesse social as dinâmicas decorrentes das práticas da autoconstrução, embora direcionadas dentro de parâmetros pré definidos pelo próprio algoritmo. O uso destas ferramentas torna-se assim um possível caminho para que o projeto acompanhe o ciclo de vida da família, garantindo a permanência e a fixação de seus membros na unidade, promovendo assim a qualidade de vida de seus usuários.

O algoritmo desenvolvido para este fim foi, por praticidade, decomposto em quatro partes, a saber:

Posicionamento dos lotes sobre o terreno, segundo o percurso de mínima pendência

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). Como se estivesse simulando uma “caminhada”, o computador instruído pelo algoritmo, realiza a primeira avaliação da inclinação, em correspondência do primeiro ponto. Este cálculo é realizado através da avaliação do ângulo entre o vetor normal à superfície em correspondência do ponto de origem do lote, e o vetor de

z, ou seja, o valor que identifica a declividade do terreno. Em seguida, como se estivesse metaforicamente dando outro passo, sempre segundo a direção de pendência mínima, ele encontra um novo ponto em relação ao qual reinicia o processo com uma nova avaliação da pendência, e assim por diante, repetindo esta série de operações por um número “n” vezes. Desta forma, avaliando, a cada ciclo, o valor do declive e sabendo a orientação do vetor normal e, portanto, a direção em relação à qual a superfície do terreno é mais íngreme, é possível orientar o novo vetor, que irá identificar o novo ponto. Através de uma série de operações geométricas, repetidas ciclicamente, e que, em linguagem de computação, são definidas como “loop” do sistema, é calculada a posição e a orientação dos quadrados que definem os lotes, de modo que seus vértices não se sobreponham e de tal forma que se disponham corretamente ao longo do percurso. O resultado dessas operações constitui o traçado da via principal, de acordo com o percurso de inclinação mínima, ao longo da qual irão se organizar as habitações, combinadas em grupos de três, em função de diferentes possíveis combinações modulares (Fig. 4a).

Dimensionamento das escadas de acesso aos lotes

Se a primeira parte do algoritmo serviu para posicionar a via principal ao longo da inclinação mínima do terreno, 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, pelo menos os dois lados do quadrado paralelos à rua tendem a ser planos, enquanto os outros dois, perpendiculares aos anteriores, estarão dispostos segundo a declividade máxima e, portanto, a fim de vencer o desnível do terreno, deverão necessariamente conter lances de escadas. Decorre disto que, 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, como sendo as mais favoráveis

para a otimização da ocupação do terreno, respeitando a declividade e evitando ao máximo os movimentos de terra. (Fig. 4b). As operações que compõem esta segunda parte do algoritmo consistem em:

- Determinar a posição dos quatro pontos obtidos pela projeção dos vértices dos quadrados na superfície do solo;
- Avaliar a diferença de cota entre os vértices;
- Ordenar os quatro pontos em relação à sua cota;
- Construir a geometria das escadas através da atribuição do número correto de lances com base nos valores obtidos a partir da análise anterior.

Desta forma o computador terá as instruções suficientes para desenhar automaticamente o sistema de escadas com base nos dados encontrados na análise do terreno. O resultado deste processo possibilita o projeto das escadas segundo uma abordagem paramétrica, isto é, que se adapta ao contexto, gerada pela interação das regras definidas na construção do algoritmo e os dados correspondentes à topografia do local.

O sistema de escadas e patamares que circunda o espaço privativo das unidades habitacionais é um lugar que, além de absorver as irregularidades do terreno, também permite que ali se realizem atividades básicas do cotidiano, tornando-se palco de múltiplas relações sociais. Não se trata especificamente de um espaço público, a exemplo de uma praça, mas configura-se como uma zona híbrida entre o público e o privado, um espaço ao mesmo tempo exposto, mas suficientemente seguro. Este espaço, de geometria complexa e sempre mutável, que na arquitetura islâmica é denominado de “fina”, acaba se tornando um interstício habitável e passível de ser plenamente desfrutado pelo homem (Hakim, 2008, 45).

Disposição das unidades habitacionais no lote

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 intersectadas segundo diferentes combinações volumétricas. Cada unidade se desenvolve em torno de um corpo central que contém todo o sistema de abastecimento de água e de esgoto (para cozinha e banheiros), além dos painéis solares para o aquecimento da água e dos painéis fotovoltaicos para a geração de energia, permitindo um alto grau de auto-suficiência

para a habitação. Este núcleo de serviços, de acordo com a proposta de projeto, deve ser construído pelos órgãos públicos, garantindo assim a alta qualidade das instalações e dos serviços de infra-estrutura a serem prestados (abastecimento de energia, água e esgoto). Em volta deste núcleo serão dispostas as lajes de piso e de cobertura, sustentadas por uma malha de pilares com 2,7 m de distância entre eixos, que poderão abrigar tanto as áreas destinadas à moradia (estar e dormir), como os espaços de comércio e de lazer.

Desta forma, a construção das moradias sobre o lote poderá ocorrer de forma gradual, protagonizada pelos próprios moradores, segundo as necessidades que vierem a se configurar ao longo do tempo. Por outro lado, mesmo permitindo que cada habitante personalize seu espaço e o adapte à sua específica demanda de espaço, o processo de “autoconstrução” aqui proposto garante que o mesmo ocorra dentro de diretrizes estabelecidas pelo projeto, mantendo assim, em seu conjunto, uma mesma identidade formal e espacial, apesar das variantes introduzidas por cada usuário. Do ponto de vista computacional, a função que, dentro do algoritmo, ordena a combinação das unidades habitacionais, deve ser do tipo aleatório (random). Apesar das regras implícitas no projeto proposto (relacionadas à malha estrutural, à configuração do núcleo central de serviços, ao posicionamento das aberturas dos ambientes a fim de obter sua melhor orientação), o algoritmo poderá, ao variar dos parâmetros econômicos e sociais, gerar diferentes soluções combinatórias das unidades habitacionais posicionando-as na cota correspondente e orientando-as corretamente sobre a superfície do lote. (Fig. 4c)

Disposição dos lotes para formar uma unidade de vizinhança (espaço comunitário)

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. Este espaço, que se tornará o núcleo central daquela unidade de vizinhança, será palco de grande parte das relações entre os habitantes da comunidade, como atividades de lazer, de socialização e de convivência. (Fig. 4d)

Desta forma, de acordo com a topografia do terreno, cada unidade de vizinhança será constituída por oito lotes, com até três habitações cada, totalizando um máximo de 24 residências dispostas em volta do espaço comunitário daquele grupo de casas, acessado a partir do sistema de escadas e patamares que circunda cada lote. Estas unidades de vizinhança formarão assim quarteirões de 15 m x 3 de lado (45 m), medida esta que determina a distância entre as ruas principais, que

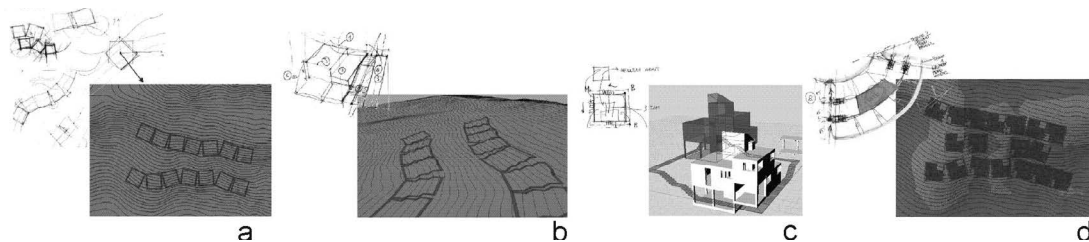


Fig. 4a - Algoritmo 1: Posicionamento dos lotes segundo a pendência mínima

Fig. 4b - Algoritmo 2: Dimensionamento das escadas de acesso aos lotes (pendência máxima)

Fig. 4c - Algoritmo 3: Disposição das unidades habitacionais no lote

Fig. 4d - Algoritmo 4: Disposição dos lotes formando uma unidade de vizinhança

seguem a pendência mínima do terreno.

O processo de urbanização acima exposto pode ser 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 procedimento, diferentemente dos demais projetos de habitação social, apesar de ser regido por regras bem definidas e estruturadas, será constantemente sujeito a variações e a modificações, aportadas pelos usuários, à medida que estes forem adaptando o espaço às suas necessidades, ao longo do tempo.

Análise dos resultados e futuros desdobramentos

A aplicação dos algoritmos generativos desenvolvidos nesta pesquisa permitiu constatar o quanto os resultados obtidos se aproximam da dinâmica de crescimento da cidade informal, tanto no que se refere a seus aspectos espaciais e formais, como no que concerne à flexibilidade e a adaptabilidade destes assentamentos, tornando-os aptos a se adaptar às necessidades específicas de cada família. (Fig. 5)



Fig. 5 - Resultado obtido através da aplicação dos algoritmos generativos, comparado ao livre desenvolvimento da cidade informal.

Outro aspecto a ser assinalado é que, apesar da utilização de um sistema construtivo modular, composto por elementos estruturais pré fabricados, o resultado, longe de propor soluções repetitivas e monótonas, acaba gerando um espaço “em movimento”, característico das favelas. Este processo projetual, capaz de se adaptar às necessidades de seus habitantes, se traduz numa arquitetura variada e espontânea, que embora regida por específicas regras compositivas, confere aos espaços assim gerados uma forte identidade formal, pautada no atendimento às necessidades de cada grupo familiar. Espera-se no futuro dar continuidade a essa pesquisa, testando a aplicação do método projetual aqui descrito em projetos de habitações de interesse social, a fim de desenvolver algoritmos ainda mais complexos e por isto ainda mais precisos no interpretar a dinâmica da “cidade informal”, sempre repleta de soluções criativas e inovadoras.

Agradecimentos

Este artigo é o resultado da pesquisa realizada por Elisabetta Romano junto ao Dipartimento di Architettura e Pianificazione do Politécnico de Milano, com bolsa de Pós Doutorado Sênior da CAPES (2010-11).

Referências

- Jacques, P. 2003. *Estética da ginga*. Rio de Janeiro: Casa da Palavra.
- Hakim, B. 2008. *Arabic-Islamic Cities: Building and Planning Principles*. London: EmergentCity Press.
- Palermo, C. 2007. *Habitação social: uma visão projetual*. IV Colóquio de Pesquisas em Habitação. Belo Horizonte: UFMG.
- Romano, E. 1994. *Arquitetura Sistêmica*. Tese de Doutorado. São Paulo: FAUUSP.
- Tonoli, G. 2011. *Il mutato concepimento mentale dell'oggetto architettonico*. Tesi di dottorato. Milano: POLIMI.