



## A lógica da favela pela gramática da forma

*The logic of the favela by shape grammar*

María Ângela Dias\*, Danusa Chini Gani\*\* e Margaret Lica Chokyu\*\*\*

\*Arquiteta e Urbanista, D.Sc pela Coppe/UFRJ. Professora da Graduação e do PROARQ da FAU-UFRJ, onde atua nas linhas de pesquisa “Cultura, Paisagem e Ambiente Construído” e “Ensino de Arquitetura”, nesta última coordena a pesquisa “A Educação do Olhar: apreensão dos atributos geométricos da forma dos lugares”.

\*\*Arquiteta e Urbanista, M.Sc. pela COPPE, Doutoranda do PROARQ/FAU-UFRJ. Integrante do grupo “A Educação do Olhar: apreensão dos atributos geométricos da forma

dos lugares”. Professora da Graduação da EBA – UFRJ, onde atua na linha de pesquisa “A Representação da forma tridimensional em programas gráficos computacionais pelo método sintético”.

\*\*\*Arquiteta e Urbanista, M.Sc. pelo PROARQ/FAU, Doutoranda do PROARQ/FAU-UFRJ. Integrante do grupo “A Educação do Olhar: apreensão dos atributos geométricos da forma dos lugares”. Professora da Graduação da FAU- UFRJ. Coordenadora do Atelier de Patrimônio na FAU/UFRJ.

### Resumo

A importância do olhar no desenvolvimento da compreensão do espaço tridimensional para a prática arquitetônica e o ensino de projeto justifica a pesquisa A Educação do Olhar: apreensão dos atributos geométricos da forma dos lugares, realizada no âmbito do PROARQ/FAU-UFRJ. Para compreender as formas arquitetônicas e pensando-as de maneira lógica e matemática, aplicamos como metodologia de análise a Gramática da Forma (Shape Grammar). Esta metodologia tem grande afinidade com a pesquisa em desenvolvimento, no sentido de combinar aplicações analíticas e sintéticas no conhecimento da forma construída e conseqüentemente, ampliar a capacidade de visualização e a habilidade em criar novas formas. Este artigo relata o trabalho realizado durante o workshop Estudando a Rocinha: uma abordagem em Gramática da Forma, sob a orientação das professoras Terry Knight – MIT e Gabriela Celani – Unicamp, num estudo de análise da implantação das edificações e das volumetrias da Favela da Rocinha.

**Palavras-chave:** gramática da forma; análise da forma; arquitetura informal.

### Abstract

The importance of seeing in the development of comprehension of three-dimensional space for architectural design and teaching purposes justifies the research The Education of seeing: apprehension of geometric attributes of the shapes of places, which takes place in PROARQ/FAU-UFRJ. In order to understand the architectural shapes and thinking of them in logical and mathematical way, we applied Shape Grammar methodology of analysis. It has big affinity with the ongoing research, due to the analytical and synthetical applications in the knowledge of built form and, consequently, opens up the capacity of visualization and the ability to design new forms. This paper describes the Project produced during the workshop Studying Rocinha, a Shape Grammar approach, under the guidance of the professors Terry Knight – MIT and Gabriela Celani – UNICAMP, in a study of analysis of the settlement of Rocinha’s buildings and its volumes.

**Keywords:** shape analysis, shape grammar, analysis of architecture.

## Introdução

O presente artigo visa a apresentar a aplicação da Gramática da Forma num estudo de análise morfológica da Favela da Rocinha. Para isto, apresenta um breve histórico da metodologia, ainda pouco conhecida no Brasil e faz um relato da atividades do workshop. Por fim, são apresentados os resultados dos trabalhos desenvolvidos durante o evento.

O objetivo do workshop foi estudar a aplicação da metodologia conhecida como Gramática da Forma na análise de um conjunto arquitetônico, buscando reconhecer peculiaridades na ocupação do solo e na volumetria das edificações. Estas características foram expressas num conjunto de regras de organização espacial segundo o método citado, cujos fundamentos teóricos e formas de aplicação foram apresentados pela professora Terry Knight durante o workshop.

A forma física como parâmetro de análise da arquitetura está dentro do escopo da pesquisa A Educação do Olhar, que visa promover, nos alunos de graduação em arquitetura, o desenvolvimento da compreensão da forma tridimensional para fins de projeto. A pesquisa propõe exercícios de visualização com base na observação e representação das edificações existentes.

O objeto de estudo escolhido para este workshop foi a favela da Rocinha, comunidade da zona sul da cidade do Rio de Janeiro. A maneira da ocupação da encosta dos morros é bastante característica, e apresenta-se como um modelo informal de urbanização. Em leituras de pesquisas a respeito de favelas no Rio de Janeiro<sup>1</sup>, foi possível concluir que conjuntos informais em condições topográficas semelhantes seguem mais ou menos o mesmo modelo. Modelo este de lógica diferente da que estrutura a cidade oficial. Ain-

1. Como a Tese de Doutorado de Monica Bahia Schlee.

interpretação do conjunto a partir de uma análise formalista não significa ignorar que a morfologia da favela surge como produto das dinâmicas socioeconômicas das cidades. Buscou-se, neste trabalho, justamente dar uma nova abordagem a este conjunto, empregando o ponto de vista da análise morfológica.

Com relação à Rocinha observou-se que as formas das edificações e arruamentos são resultado do processo de ocupação do território e da adaptação à topografia. Assim, o que se tem é um agrupamento de morfologia complexa, onde as casas estão implantadas de forma aglomerada, com pouca ou nenhuma possibilidade de expansão horizontal. Este fato acaba por torná-las bastante verticalizadas. O que se observa, por fim, é um conjunto urbano denso, de configuração quase monolítica, penetrado por uma trama labiríntica de becos e escadas. Foi a partir desta observação que foram realizados os estudos morfológicos e do qual extraímos regras de implantação e composição.

O objetivo principal deste trabalho foi de fazer um exercício de descoberta de regras de composição e gerar possibilidades de novas formas hipotéticas, a partir de aplicação de uma metodologia de análise morfológica. Além disso, este estudo possibilita fundamentar ações de ordenamento e qualificação dos espaços e das construções dentro das favelas que observem as configurações próprias deste tipo de conjunto arquitetônico informal.

## Breve histórico da Gramática da Forma

A Gramática da Forma (Shape Grammar) foi criada no início da década de 1970 por George Stiny e James Gips. Foi apresentada pela primeira vez no artigo “Shape Grammars and the Generative Specification of Painting and Sculpture”, de 1972<sup>2</sup>. Trata-se de uma metodologia formalista que utiliza algoritmos para análise e geração de formas, e foi idealizada inicialmente para emprego na área de Artes Plásticas. Na definição de Stiny e Gips (1978, 205): “An algorithm is a finite list of instructions that can be followed mechanically. An algorithm is applied to an input to produce an output<sup>3</sup>”.

Gabriela Celani (2006) explica que as origens do método vêm dos estudos do matemático Émil Post e do linguista Noam Chomsky. Os trabalhos destes pesquisadores, publicados respectivamente em 1943 e 1957 tiveram grandes aplicações na área de computação durante as décadas seguintes e influenciaram Stiny e Gips para a produção da Gramática da Forma. “O sistema de Post consistia na substituição de caracteres em uma sequência de letras com o objetivo de geração de novas sequências” (op.cit, p.182). Celani explica que entre as aplicações deste sistema estão as gramáticas formais, que podem ser ainda analíticas ou generativas. Segundo Celani (op.cit, p.182):

Uma gramática formal é uma estrutura computacional capaz de descrever uma linguagem

2. . in C. V. Freiman, ed., Information Processing 71.

3. “Um algoritmo é uma lista finita de instruções que pode ser seguida mecanicamente. Um algoritmo é aplicado em uma entrada para produzir uma saída” (tradução livre).

formal por meio de regras e de um alfabeto. [...]. A gramática generativa, desenvolvida por Chomsky (1957) nos anos 50, consiste em um conjunto de regras por meio das quais podem-se gerar todas as seqüências de palavras (frases) válidas em uma linguagem, por meio de substituições a partir de um símbolo inicial. Em uma gramática analítica, por outro lado, o processo se reverte, e, a partir de uma seqüência dada de palavras, são feitas reduções sucessivas. O resultado é uma variável booleana do tipo “sim” ou “não”, que indica se a seqüência original pertence ou não à linguagem descrita pela gramática.

No livro *Algorithmic Aesthetics*, de 1978, Stiny e Gips detalham a maneira como as questões sobre análise, crítica e geração de uma obra de arte são transpostas para uma linguagem que possa ser convertida em algoritmos. Nesta obra, demonstram a estrutura destes algoritmos e expõem alguns exemplos ainda restritos à área

de música e das artes visuais. Embora tenham apresentado no primeiro trabalho uma gramática generativa, incluindo a apresentação de uma pintura executada a partir destas regras, durante as duas primeiras décadas após o surgimento do método, os trabalhos que se seguiram foram basicamente analíticos.

Em 1977, Stiny publica o artigo *Ice-ray: notes on the generation of Chinese lattice designs*<sup>4</sup>, em que analisa os desenhos de treliças de janelas tradicionais chinesas. Este é o primeiro trabalho com uso de uma gramática analítica. Na origem da referência não encontrada apresenta as regras que podem ser aplicadas nas diferentes formas, na Figura 2 demonstra a aplicação das regras a partir de uma forma inicial e a Figura 3 expõe os resultados diferentes que podem ser obtidos a partir das mesmas regras. Este trabalho é o primeiro em que se emprega a Gramática da Forma paramétrica. Os parâmetros são empregados para se regular a proporção dos desenhos.



Figura 1: Ice-ray grammar – regras. Fonte: imagem apresentada durante o Workshop por Terry Knight.

4. In *Environment and Planning B*, 1977, vol.4, p.89-98.

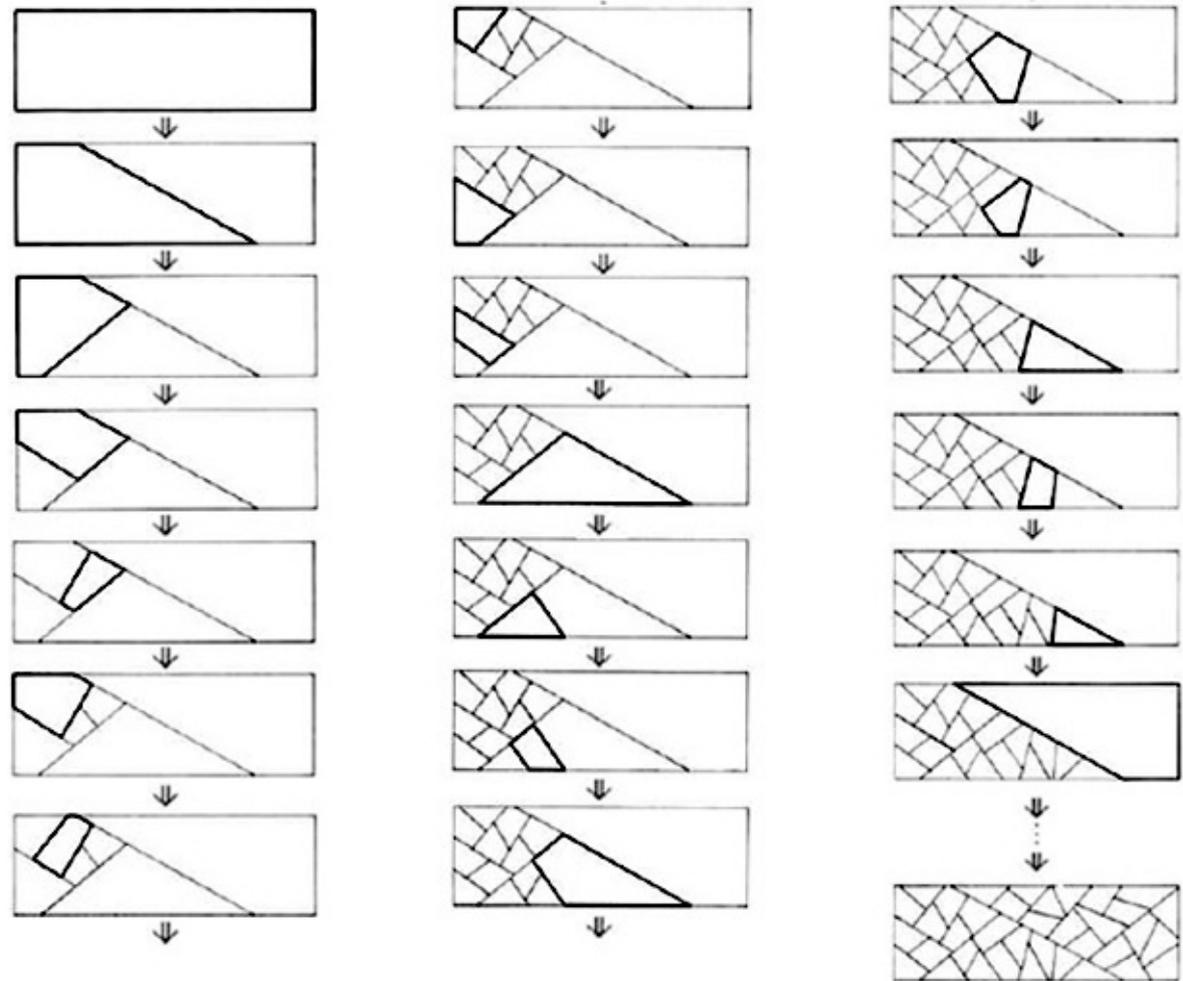
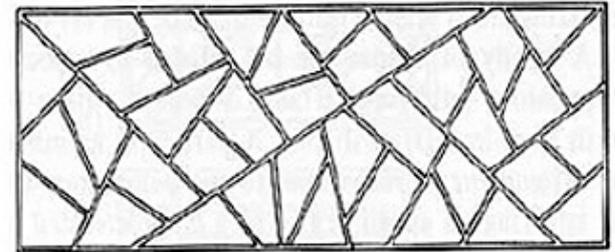
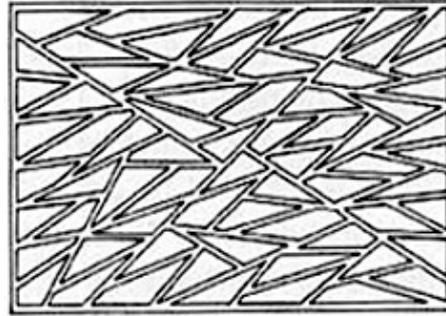


Figura 2: Ice-ray grammar - aplicação das regras. Fonte: imagem apresentada durante o Workshop por Terry Knight.

Figura 3: Ice-ray grammar - resultados possíveis. Fonte: imagem apresentada durante o Workshop por Terry Knight.



A Gramática foi usada para analisar arquitetura pela primeira vez por Stiny e William Mitchell (1978), num estudo paramétrico das vilas de Palladio. A partir deste trabalho, tem sido muito utilizada para estudar arquitetura, e vem sendo empregada em instituições, como o Massachusetts Institute of Technology – MIT, para ensino de composição em cursos de arquitetura.

Em 1980, Stiny apresenta uma gramática generativa empregando elementos tridimensionais no artigo *Kindergarten grammars: designing with Froebel's building gifts*. Friederich Froebel (1782–1852) foi um educador alemão que criou um conjunto de blocos educativos a serem utilizados em classes de jardim de infância. A partir de uma única relação entre formas, Stiny elaborou diferentes regras empregando marcadores, que dão resultados muito variados. Neste artigo, Stiny transcreve uma fala do arquiteto Frank Lloyd Wright: *"In the Frederick Froebel Kindergarten exhibit there, mother found the 'Gifts'. And 'gifts' they were. Along with the gifts was the system,*

*as basis for design and the elementary geometry behind all natural birth of Form."* (p.409). Trata-se da apresentação de uma gramática com elementos tridimensionais e que emprega também marcadores, que possibilita diferentes resultados com uma mesma relação entre as formas.

O estudo sobre as vilas de Palladio mostrou as possibilidades de aplicação do método em arquitetura. Neste trabalho, Stiny e Mitchell conseguem inferir regras de composição de plantas e fachadas da maior parte das vilas projetadas pelo arquiteto italiano. Depois deste, diversos trabalhos se seguiram, a respeito das obras tão variadas como as casas de prairie de Frank Lloyd Wright<sup>5</sup>, casas de chá japonesas<sup>6</sup> e os jardins em estilo Mughul<sup>7</sup>.

Embora o trabalho a respeito das vilas de Palladio fizesse análise de plantas e fachadas, não havia ainda um estudo sobre composição arquitetônica tridimensional. Segundo Knight (2000), o primeiro trabalho da Gramática com aplicação em arqui-

5. H. Koning and J. Eisenberg, "The language of the prairie: Frank Lloyd Wright's prairie houses," in *Environment and Planning B* 8 (1981): 295-323.

6. T. W. Knight, "The forty-one steps," in *Environment and Planning B* 8.

7. In G. Stiny and W. J. Mitchell, "The grammar of paradise: on the generation of Mughul gardens," *Environment and Planning B* 7.

tetura em três dimensões foi feito por Koning e Eizenberg, em 1981, influenciados pelo trabalho de Stiny a respeito dos Blocos de Froebel.

O professor de arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa (UTL) José Duarte desenvolveu pesquisas a respeito de conjuntos urbanos com o uso da Gramática da Forma. Apresentou em 2001 sua tese de doutoramento com o título: *Customizing Mass Housing: a discursive grammar for Siza's Malagueira houses*, no MIT e depois em 2005, *Towards the mass customization of housing: the grammar of Siza's houses at Malagueira*<sup>8</sup>. Depois desenvolveu um grande trabalho a respeito das medinas de Marrakech (Marrocos), com análise tanto da arquitetura quanto do traçado urbano. A equipe de José Duarte escolheu um quarteirão específico, o Zaouiat Lakhdar, e verificou a forma como se dão os arruamentos. Foram inferidas regras distintas para a forma como as construções são compostas e para como as ruas são definidas. Na geração das regras, empregou critérios paramétricos. A análise desenvolvida por nós sobre a Rocinha toma como referência estes trabalhos.

### O Workshop

O workshop se desenvolveu em duas semanas e foi orientado pela professora Terry Knight (Massachusetts Institute of Technology – MIT), com a colaboração do doutorando Rizal Muslimin<sup>9</sup> (MIT) e da professora Gabriela Celani (FEC/UNICAMP).

Durante este evento, foi apresentada a aplicação do formalismo computacional, chamado Gramática da Forma, para analisar e compreender os padrões de vias de circulação e desenvolvimento das edificações da comunidade da Rocinha, no Rio de Janeiro.

Participaram do exercício os membros da equipe de pesquisa e colaboradores, entre arquitetos e alunos de iniciação científica, graduação e pós graduação.

Neste curto espaço de tempo a primeira semana foi dedicada ao conhecimento do método. Foi explicado o que é a Gramática da Forma, como pode ser aplicada, a história do seu desenvolvimento e uma ampla amostragem da aplicação da gramática ao longo das últimas décadas.

Os primeiros fundamentos técnicos foram apresentados em gramáticas simples, de figuras geométricas e em duas dimensões. Assim, foram realizados exercícios de aplicações de regras de identificação de regras de composição em desenhos com formas geométricas, e em seguida, apresentadas Gramáticas previamente criadas, para que os participantes aplicassem as regras. Nesta última modalidade, os participantes desenvolveram desenhos empregando a Ice-ray Grammar, das treliças de janelas chinesas, já comentado anteriormente, neste artigo. Para simplificar, não foi empregada a parametrização do desenho.

8. In *Environment and Planning B, Planning and Design* 2005, volume 32:3, pp. 347-380.

9. Orientando da professora Terry Knight.



Figura 4: exercícios com Blocos de Froebel. Fonte: acervo da pesquisa

Também foi exercitada uma gramática com semi-hexágonos, com o emprego de marcadores. Na figura 5, as regras com marcadores mostram diferentes formas de se conjugar as peças, de acordo com a posição do marcador. As regras dão a posição exigida e a posição do marcador da peça adicionada, para dar prosseguimento à implementação de regras. A R4 elimina o marcador da peça e determina o término do algoritmo.

Na sequência, foram realizados exercícios com gramáticas em três dimensões, utilizando os blocos de Froebel. Na Figura 4: exercícios com Blocos de Froebel, os conjuntos de blocos montados em atelier.

As aplicações da metodologia em arquitetura e urbanismo foram exemplificadas através da apresentação de trabalhos já realizados por diversos pesquisadores, na análise tanto de edificações isoladas existentes quanto de conjuntos urbanos. Considerando o objetivo de se analisar a Rocinha, foram mostrados exemplos de trabalhos que aplicaram a gramática da forma na análise de assentamentos habitacionais, em especial os estudos portugueses já citados sobre o conjunto de Malagueira e as Medinas de Marrakech.

Ainda na primeira semana foram estudadas as características da Rocinha e escolhidos quais os aspectos seriam considerados para a análise. Em atelier, houve uma primeira divisão em três grupos, onde o primeiro deveria se ocupar de observar os arruamentos, o segundo, as volumetrias das edificações e o último deveria analisar as fachadas.

Com estes objetivos, o grupo de participantes do workshop fez uma única visita à área, previamente escolhida para análise, e da qual já havia alguns dados estatísticos. Esta escolha foi feita em conversas anteriores com o arquiteto Luís Carlos Toledo, responsável por diversos projetos para a Rocinha, cuja equipe realizou um amplo levantamento desta. A visita foi feita através de vias diversas que fossem representativas do todo: vias carroçáveis ou não, em escadarias, rampas ou planas, cobertas ou abertas (Figura 5). A visita iniciou-se pela Estrada da Gávea, importante via estruturante do bairro, e terminou na Autoestrada Lagoa-Barra, limite sul da Rocinha. Foram visita-

das algumas residências, com o fim de se entender a dinâmica de crescimento das edificações.



Figura 5: em laranja, o percurso da visita técnica. Fonte: arte de Pedro Valcarce sobre imagem do Google Maps (março/2013)

Para segunda semana foi estabelecido um cronograma de trabalho ajustado aos cinco dias restantes do workshop. O foco do trabalho estava na tarefa de desenvolver regras para a gramática da forma, escrevê-las e justificá-las.

A primeira tarefa desta etapa foi listar as características consideradas importantes, ainda sem o compromisso de se definir quaisquer regras ou algoritmos. Cada equipe apresentou suas observações em forma de tópicos ou desenho. A partir dos debates, decidiu-se por redividir os grupo em duas equipes, uma para estudar a circulação e padrões de layout das construção e outra para

estudar a composição de construção individuais. Este rearranjo se deu após se perceber que a composição das fachadas estava fortemente atrelada à própria volumetria das edificações, em especial o fato da topografia privilegiar o vislumbre das coberturas das edificações, que podem ser percebidas como uma quinta fachada (Figura 6). Cada equipe recebeu a tarefa de desenvolver uma gramática de forma que explicasse os aspectos observados, com base nos exemplos dados pela professora Terry Knight de como transformar as observações nas regras de uma gramática.



Figura 6: vista da Rocinha a partir da laje de uma casa. Fonte: acervo da pesquisa

Um aspecto importante do método é que as regras feitas a partir das observações devem sempre ser expressas através de desenhos, não é permitida a utilização de textos para qualquer tipo explicação (Figura 7). Os textos que forem

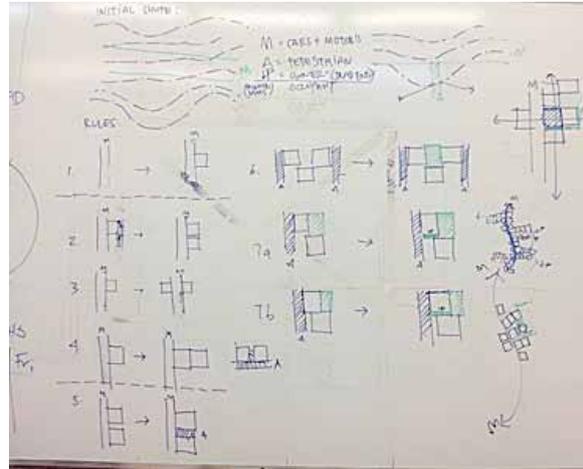


Figura 7: regras expressa em desenhos. Fonte: acervo da pesquisa

inseridos são para colocação de eventuais parâmetros ou para complementar algum dado. Nas Gramáticas criadas no workshop, usamos os textos para indicar ruas principais, secundárias ou becos e parâmetros de quantidades.

Uma vez estabelecidas as regras, o passo seguinte é a testagem destas pela própria equipe. Esta etapa, chamada de “computação das regras” consistem em aplicá-las em diversas possibilidades, com o fim de se detectar problemas, como redundâncias, ambiguidades e faltas. É importante ressaltar que o termo “computação” empregado aqui não tem relação com execução em computadores, mas com “calcular”. Também foram executados diagramas em árvore, que é um esquema gráfico que demonstra diversas alternativas de aplicação das regras, com os produtos possíveis.

Na última etapa, antes de fechar o trabalho, as equipes trocaram suas gramáticas para fazer uma segunda computação das regras. Knight explicou que as pessoas que criam as regras estão sugeridas pela própria linha de raciocínio. Assim, ao executar as regras, tendem a fazê-lo sem perceber os percalços na computação.

Durante a elaboração da Gramática (Figura 8), surgiram várias dúvidas sobre a composição das regras e também alguns problemas de falta de dados devido ao pouco tempo de pesquisa local. Entretanto, a Professora Terry Knight e o seu aluno de doutorado Rizal Muslimin, fizeram as correções possíveis com relação à definição das regras. Para finalizar, os trabalhos foram apresentados em público e a Professora fez seus comentários numa avaliação do workshop como um todo, destacando o sucesso do trabalho realizado, no curto período de tempo, e levantando os detalhes técnicos que deveriam ser corrigidos. Destacou a complexidade da Rocinha e portanto a necessidade de mais pesquisas locais, sobre esta e outras favelas, antes de se dar prosseguimento à elaboração das gramáticas e do seu refinamento.



Figura 8: elaboração das regras.  
Fonte: acervo da pesquisa

O grupo gostou dos resultados e principalmente de ter conhecido a metodologia de análise Gramática da Forma, pouco difundida no Brasil. Algumas pessoas que participaram do workshop decidiram dar continuidade ao projeto de análise e estão formando um novo grupo para prosseguir com as pesquisas, seja com relação às favelas seja com relação à cidade formal, e aprofundar o conhecimento sobre a metodologia.

## **A GRAMÁTICA DA ROCINHA**

### **O Desenho Urbano**

Por intermédio da análise de aerofotos, levantamentos de campo e da visita feita ao local, a equipe encarregada de estudar a circulação e os padrões de layout de construção, encontrou uma diversidade de padrões de configuração que se justifica em função das inúmeras variáveis envolvidas na ocupação do espaço analisado. Entre estas podemos citar as questões económicas, sociológicas, antropológicas e políticas, assim como, as características naturais do sítio. Desta forma, entendemos que seria necessário um levantamento criterioso desde a primeira ocupação do espaço pela Fazenda Quebra-Cangalha, em 1838, até os dias de hoje.

Cientes da impossibilidade de levantar os referidos dados no curto espaço de tempo disponível, o grupo optou por concentrar-se nos aspectos

físicos do terreno, levando em consideração a pré-existência de uma rua principal, a estrada da Gávea, e de outras (secundárias) que foram traçadas pelos loteamentos das propriedades de Companhias como a Castro Guidão (1930) e a Cristo Redentor, na década de 1940.

Assim, as regras de assentamento (Figura 9) foram divididas em dois tipos de ocupação: uma para as ruas principais e secundárias e outra para os becos, que se proliferam nas áreas delimitadas por aquelas. Demos início à definição das regras considerando o terreno com algumas ruas pré-existentes. A regra R1 indica a construção de uma casa onde houver uma rua (principal ou secundária) e a regra R2 limita em 10 as casas consecutivas, fato observado em fotos aéreas e levantamentos de campo.

O beco surge a partir da décima edificação consecutiva (regra R3) ou como caminho natural entre dois pontos de interesse (regra R5). Neste caso, a topografia do terreno deve ser levada em conta na decisão quanto a direção deste caminho assim como, na ocorrência ou não de degraus. Consideramos, também, a existência de casas construídas nos fundos daquelas localizadas nas ruas principais, que foi contemplada com a regra R4. A partir da demarcação do beco, definimos a implantação de casas ao longo destes (R6) ou mesmo, interrompendo-os (R6a) assim como o surgimento de novos becos (R7).

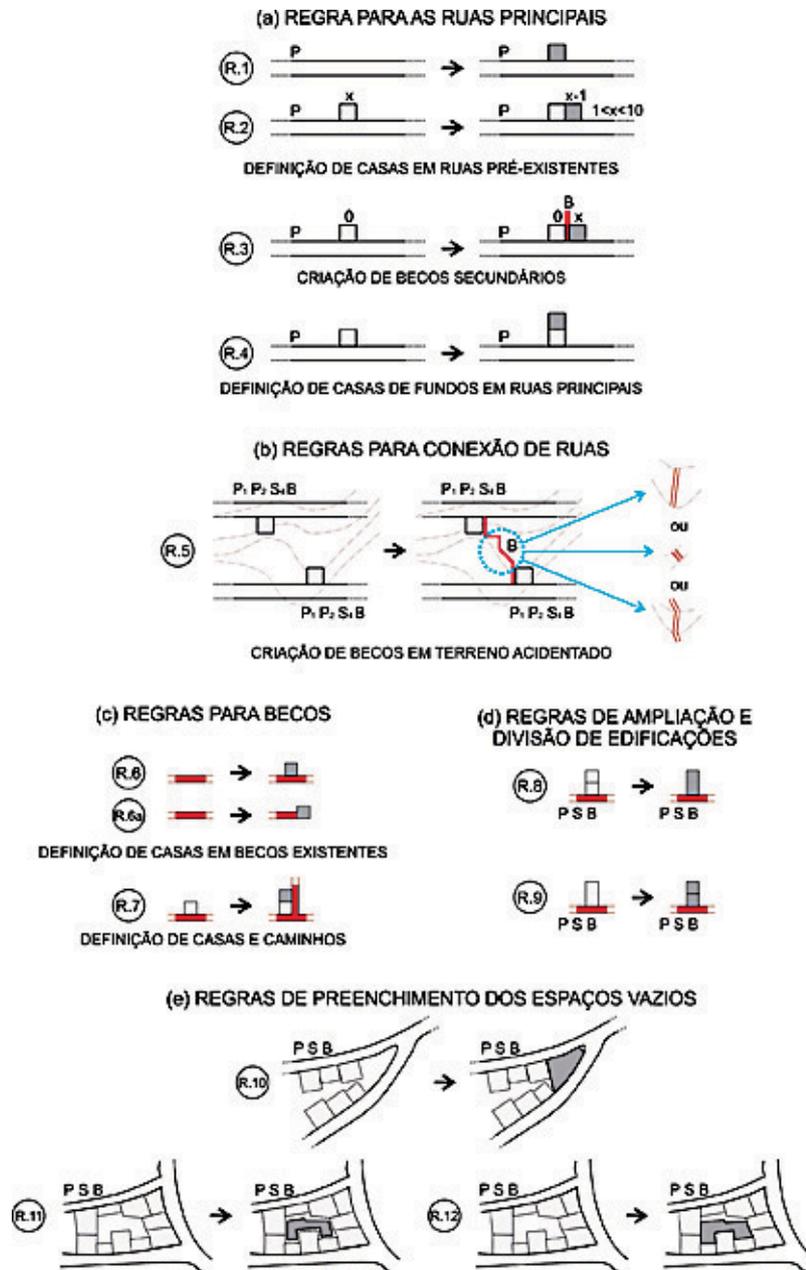


Figura 9: regras para ruas e becos

As regras R8 e R9 determinam a união de duas casas em uma e a divisão de uma casa em duas, respectivamente, sendo que esta última ocorre com mais frequência, para abrigar novos membros da família. Observamos, igualmente, que havia casas de formas bastante irregulares, nas áreas internas do espaço estudado, que se localizavam nos fundos das casas de ruas principais, secundárias e becos. Definimos regras para o preenchimento destes espaços com diferentes possibilidades de circulações (R 10, R11 e R12).

Após o estabelecimento das regras, foram feitos dois exercícios de aplicação, em terrenos fictícios (Figura 10), e comparamos com um trecho da comunidade da Rocinha (Figura 11). Os resultados, morfologicamente, nos pareceram satisfatórios.



Figura 10: exercícios em terrenos fictícios

## As Edificações

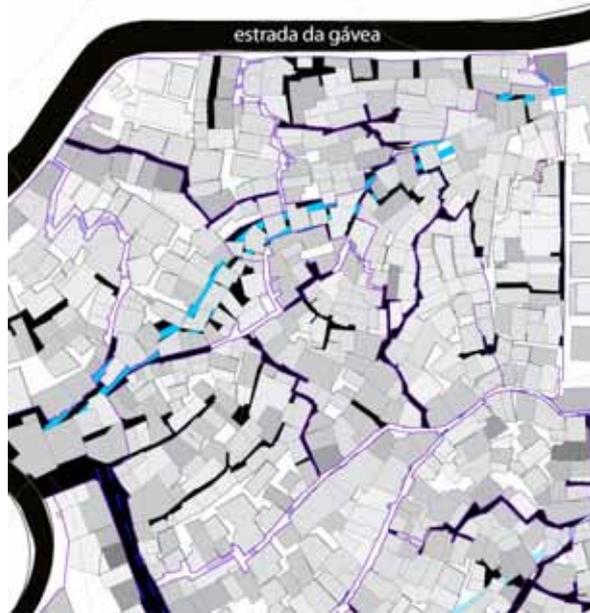


Figura 11: recorte da comunidade da Rocinha. Fonte: arte da equipe sobre planta de MT Arquitetura.



Figura 12: elementos do vocabulário. Fonte: acervo da pesquisa

Para inferir as regras que definem as edificações, assim como para aquelas dos arruamentos, foram observados padrões do que ocorre nas edificações. Entre eles, os elementos externos que se repetem na maior parte das casas e a frequência desta ocorrência. Assim, foram inseridos como vocabulário lajes, paredes, varandas, coberturas, caixas d'água (Figura 12). As relações espaciais são a forma cada um destes vocábulos podem ser conjugados com outro e as regras determinam quando e como estas relações espaciais se dão.

Para a elaboração da Gramática da Forma das edificações, seria interessante fazer uma gramática a partir dos interiores, principalmente dado que o volume é fruto de diversas alterações e acréscimos realizados durante vários anos. Mas, para isso, seria necessário conhecer os interiores de residências numa quantidade bem maior que as duas únicas que foram visitadas, para haver uma amostragem minimamente relevante. Por isso, elementos como acesso aos terraços, incluindo escadarias internas ou externas às construções e aberturas na laje não foram considerados, em razão da dificuldade em se estabelecer regras para estas sem relação com os interiores. Ainda que as escadas, principalmente as externas às edificações, sejam visualmente muito importantes no conjunto.

A topografia acidentada da Rocinha torna muito visível, para quem está nas partes mais altas da comunidade, todos os elementos colocados sobre as construções. Por isso, elementos normalmente invisíveis ou discretos como caixas d'água e pequenas construções, têm destaque visual maior do que o esperado e foram considerados na formação da Gramática.

As regras começam a ser aplicadas a partir de uma forma inicial, que corresponde à projeção em planta da edificação, que em muitos casos, corresponde ao próprio terreno. A regra 1 faz a construção das paredes. As regras 2 a 4 tratam da colocação da laje, que pode tanto ser nas dimensões estabelecidas pelas paredes quanto extravasar. A colocação da laje inclui a colocação de uma caixa d'água. Decidiu-se por inserir as caixas d'água por ter sido verificado que são elementos muito presentes nos topos das construções.

A regra 5 contempla o uso da laje pelos habitantes, que fica caracterizada pela construção do parapeito, geralmente em alvenaria. As regras 6 a 10 tratam de construções sobre a laje, que pode ser parcial (regra 6), construção de uma cobertura leve (regras 7 e 8) ou construção do andar como um todo (regras 9 e 10). As regras para colocação da cobertura foi fracionada pois percebeu-se que nem sempre a colocação da telha era imediata à colocação da estrutura.

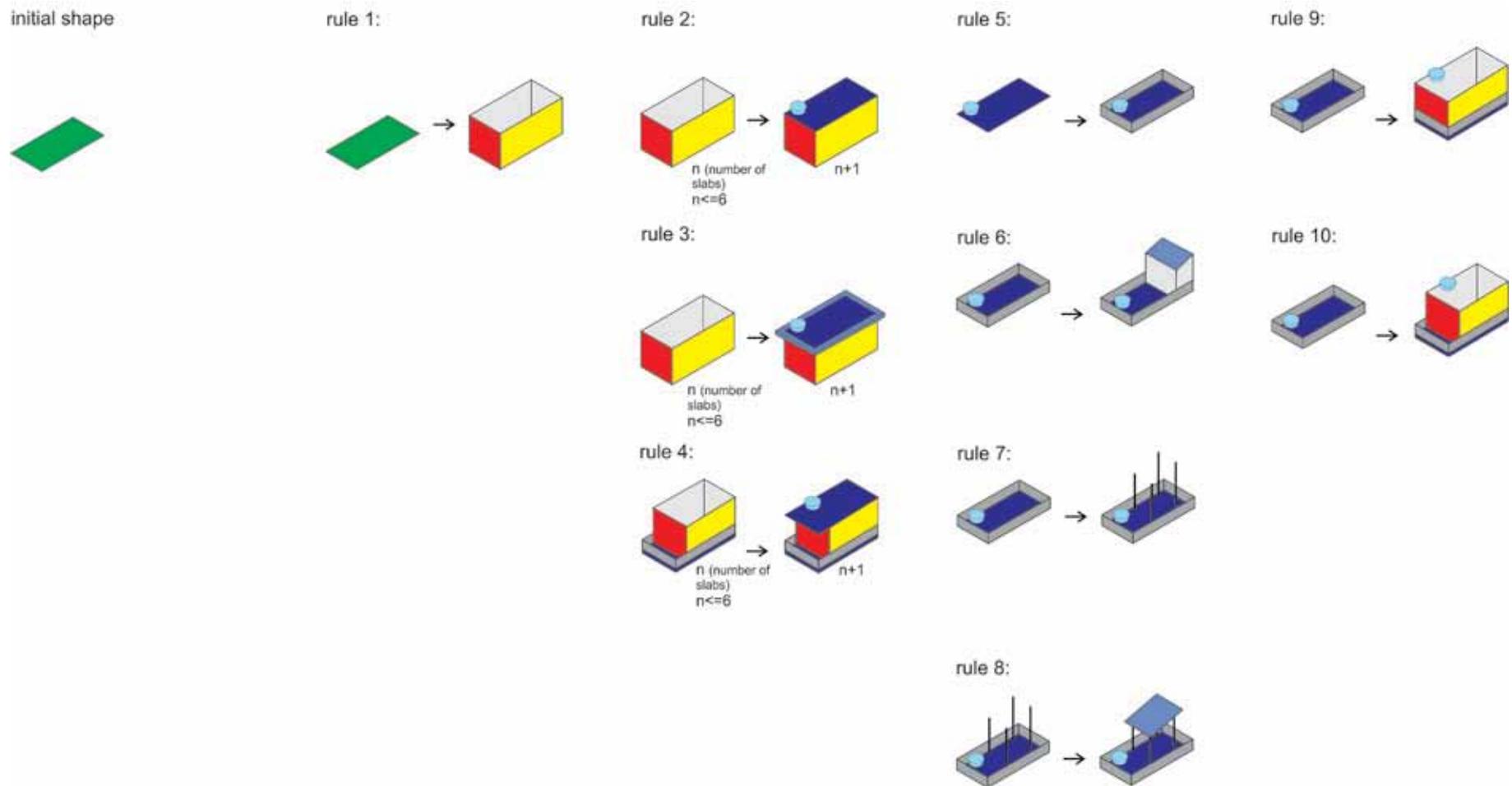


Figura 13: regras de composição das edificações

Depois da regra 10, as regras podem ser aplicadas novamente de maneira recursiva, até o limite de 7 lajes, indicado no parâmetro das regras 2 a 4.

É interessante observar que as regras não precisam ser realizadas necessariamente em sequência, e que elas podem ser combinadas de

maneiras variadas, conforme demonstrado no diagrama em árvore na Figura 14. Seguindo orientação de Knight e Muslimin, buscou-se elaborar uma gramática com a menor quantidade possível de regras, e foram eliminadas algumas redundâncias e regras com princípios repetidos em outras, chegando-se ao número final de 10 regras. Inicialmente eram 15.

Para facilitar esta redução de regras, recorreu-se à Gramática de Cores, desenvolvida por Terry Knight em 1993. Esta metodologia consiste em definir cores para os elementos utilizados, de maneira que se possa atribuir características às figuras. Essas características podem ser tão diversas como finalidade ou materialidade do elemento.

Para a forma inicial, que é o terreno, empregou-se a cor verde, para diferenciar esta da representação das lajes, que teriam podem ter a mesma forma. Essa distinção é importante no momento da aplicação das regras, já que a forma pode ser idêntica, mas não se deseja que as regras possam ser aplicadas para um ou outro elemento indiferenciadamente.

Da mesma maneira, foi usada uma cor diferente para a parte da laje que extravaza o alinhamento das paredes, para que não haver a aplicação de paredes desalinhadas daquelas do andar inferior. A aplicação da cor evita que seja necessária a criação de regras iguais para duas situações distintas, a laje que extravaza e a que se mantém alinhada.

Além disso, as cores são usadas também nas fachadas, de maneira a diferenciar a fachada frontal das laterais, o que influencia também na hora de se aplicar as regras de composição de fachadas.

No diagrama em árvore (Figura 14), observa-se uma boa quantidade de possibilidades que as regras proporcionam, muito embora não estejam contempladas todas as opções possíveis. Nota-se que as regras podem ser aplicadas mais de uma vez, desde que ocorra a condição necessária para a aplicação de alguma das regras. Por isso, é necessário também estabelecer parâmetros que definam um limite de repetições.

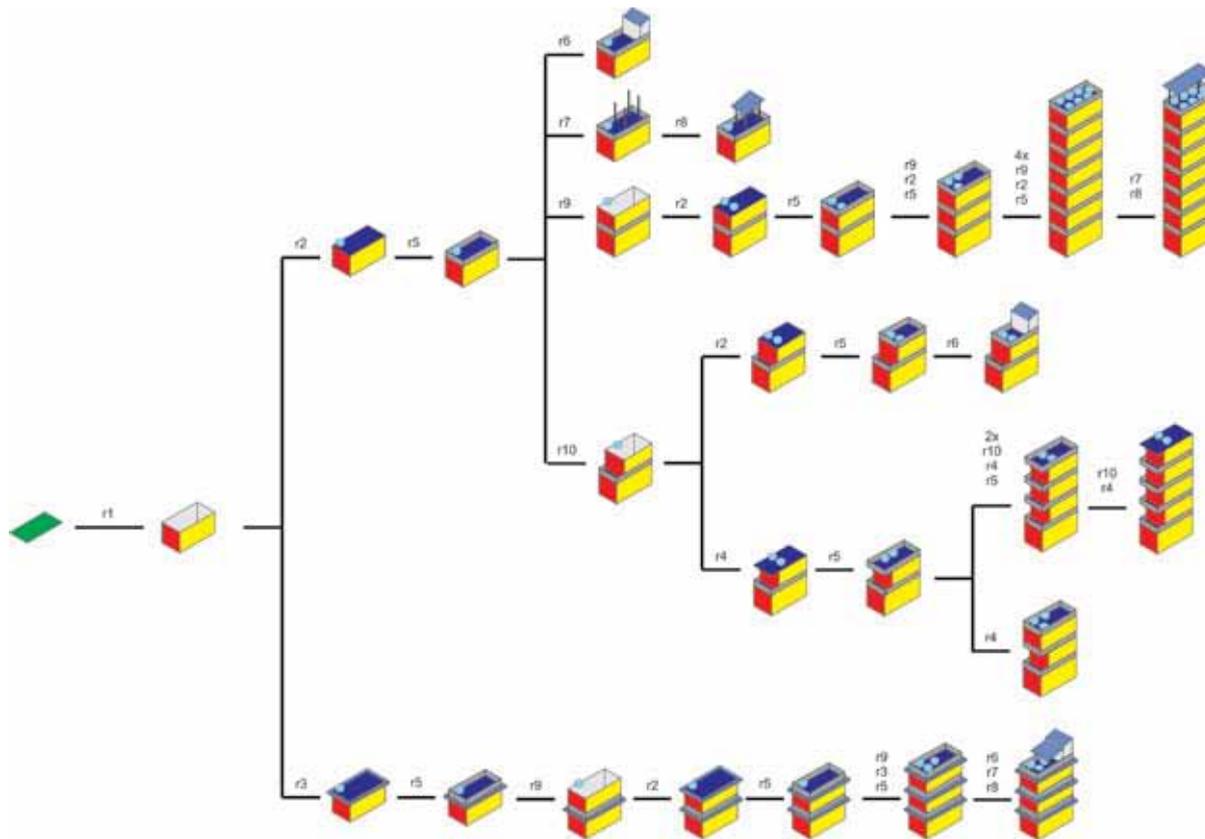


Figura 14: diagrama em árvore das regras para edificações

Na Figura 15, o início do estudo das regras de fachadas. As cores empregadas nas volumetrias aqui ajudam a aplicar as regras nas fachadas corretas. A letra “M” (de main em inglês) indica a rua principal, enquanto que “A” (de alley), indica os becos. As regras distinguem fenestração para casas de apenas um pavimento para aquelas com mais. Não houve tempo para elaborar as demais regras necessárias ou fazer a devida computação e diagrama em árvore.

acontecimentos reais, partem da observação da relação entre os elementos e da melhor maneira de otimizar as regras. Outra fato importante, é que a observação dos elementos segue a maioria do conjunto e as regras criadas a partir desta observação tem como objetivo explicar a composição formal da grande maioria das situações. Mas num universo tão grande como a Rocinha, de dezenas de milhares de construções, há sempre as exceções e que não se encaixarão em nenhuma das regras estabelecidas em nossa Gramática, e esta situação já era esperada.

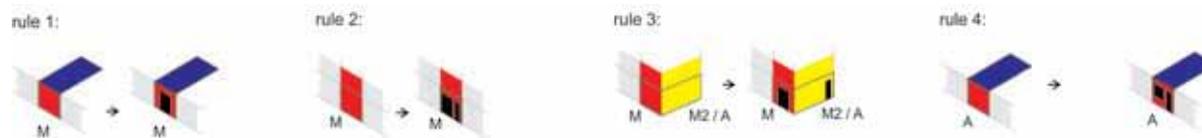


Figura 15: regras para fachadas

Como dito anteriormente, uma das etapas importantes no processo de trabalho é a computação das regras. É quando se faz a aplicação das regras e a verificação de problemas no processo, procurando eventuais falhas que possam ocorrer, como regras que levem a erros e redundâncias. Nessa fase, a Gramática não só é corrigida como pode também ser refinada. Neste sentido, na primeira computação realizada foi sugerido o emprego da Gramática das Cores, para resolver problemas de ambiguidade. Em uma segunda etapa, foram retiradas regras redundantes e aprimoradas outras com inserção de elementos.

É importante ressaltar que a ordem de aplicação das regras não tem necessariamente relação com a ordem cronológica com que se dão os

## Considerações Finais

Encontramos na metodologia uma grande afinidade com a pesquisa que estamos desenvolvendo cujo foco é o conhecimento da forma tridimensional. Este trabalho possibilitou à equipe ter um olhar analítico sobre a Favela da Rocinha, do ponto de vista formal. Perceber a maneira como as construções se aglomeram e como os diversos elementos arquitetônicos se conjugam cofigurando uma outra via de diálogo com a espacialidade da favela.

A intenção não foi gerar regras que contem a História formal da construção da Rocinha mas de se inferir regras que reflitam a articulação entre os diversos elementos de composição da arquitetura popular informal num modelo próprio de urbanização, em constante adaptação e transformação.

Analisando a foto aérea da Rocinha, verificamos a existência de alguns conjuntos diferentes de assentamento, resultado da grande diversidade de ocupação da área da favela. Estas diversidades devem-se, provavelmente, a condições topográficas e históricas. Comparando visualmente os conjuntos, com o objetivo de aplicar a gramática da forma, observamos que a área de estudo escolhida era um dos conjuntos de assentamento mais densos e com linguagem mista: alguns acompanham as curvas de nível, outros preenchem espaços vazios; outros ainda, acompanham vestígios de parcelamento da terra.

Por fim, estamos certos de que a espacialidade da Rocinha apresenta elementos da arquitetura popular brasileira que podem ser incorporados aos projetos habitacionais de baixa renda e que a análise pela gramática da forma pode realçar a peculiaridade da sua estruturação espacial, diferente da lógica que estrutura a cidade oficial. Pretendemos prosseguir o nosso trabalho de análise da Rocinha aplicando a gramática da forma.

### Agradecimentos

Este workshop faz parte das atividades do projeto de pesquisa “A Educação do Olhar: apreensão dos atributos geométricos da forma dos lugares” e contou com a participação de: Gustavo Pimenta, Lilian Soares e Raphael Marconi, doutorandos; Alberto Fernandes, Claudia Elias; Luciano Monteiro, mestrandos; Veronica Natividade e

Marat Menezes, arquitetos; e Pedro Valcarce bolsista de Iniciação Científica.

### Referências Bibliográficas

CELANI, Gabriela et al. **A Gramática da Forma como metodologia de análise e síntese em arquitetura. Conexão.** Comunicação e Cultura, Caxias do Sul, v. 5, n. 10, p.180-197, jul./dez. 2006.

DUARTE, José. **Towards the mass customization of housing:** the grammar of Siza’s houses at Malagueira. Environment And Planning B, Londres, v. 3, n. 32, p.347-380, out. 2005. Anual.

DUARTE, José, DUCLA-SOARES, G, CALDAS, L.G., ROCHA, J., **Unveiling the structure of the Marrakech Medina:** A Shape Grammar and an Interpreter for Generating Urban Form, in Gero, J., Dong, A. (eds.), AIEDAM Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing, volume 21, 2007, pp.1-33.

DIAS, M. A., GANI, D. C. et CHOKYU, M.L, A Lógica da Favela pela Gramática da Forma, in: **anais do 2o Seminário Internacional Representar – Brasil 2013:** Representações em Arquitetura, Urbanismo e Design, São Paulo, 2013.

KONING, H.; EIZENBERG, J. **The language of the prairie:** Frank Lloyd Wright’s prairie houses. Environment And Planning B, Londres, v. 3, n. 8, p.295-323, dez. 1981. anual.

FARIAS, Jacira Saavedra. **A forma da inFORMALIDADE: uma análise da morfologia urbana da Rocinha.** 2009. 112 f. Dissertação (Mestrado) – PROURB/FAU-UFRJ, Rio de Janeiro, 2009.

KNIGHT, Terry. **Shape Grammars in Education and Practice:** history and prospectives. Elaborada por Gabriela Celani. Disponível em: <<http://www.mit.edu/~tknight/IJDC/>>. Acesso em: 1 nov. 2013.

KNIGHT, Terry. **The Forty-One Steps.** Environment And Planning B, Londres, v. , n. 8, p.97-114, mar. 1981. Anual.

MT Arquitetura - Concurso Público Nacional de Ideias para Reurbanização do Complexo da Favela da Rocinha- RJ, 2006.

SCHLEE, Monica Bahia. **A Ocupação das Encostas do Rio de Janeiro:** Morfologia, Legislação e Processos Sócio-ambientais. 398 f. Tese (Doutorado) - Arquitetura, Programa de Pós-graduação em Arquitetura , Rio de Janeiro, 2011.

STINY, George; GIPS, James. **Algorithmic Aesthetics:** Computer Models for Criticism & Design in the Arts. Berkeley: University Of California Press, 1978. Disponível em: <<http://www.algorithmicaesthetics.org/AlgorithmicAesthetics.pdf>>. Acesso em: 9 nov. 2013.

STINY, George; GIPS, James. **The grammar of paradise:** on the generation of Mughul gardens. Environment And Planning B, Londres, v. 2, n. 7, p.209-226, mar. 1980. Anual

STINY, George. **Kindergarten grammars:** designing with Froebel's building gifts. Environment And Planning B, Londres, v. 4, n. 7, p.409-462, nov. 1980.

STINY, George; GIPS, James. Proceedings. In: **IFIP CONGRESS, 1971, Ljubljana.** Shape Grammars and the Generative Specification of Painting and Sculpture. Amsterdam: North Holland, 1972. v. 2, p. 1460 - 1465.

TROINA, Marat, **PAC-Rocinha,** Apresentação em Power Point para a SMSDC, 2010.

