

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

REGRAS DO ESPAÇO INFORMAL: A Gramática da Forma na Rocinha

Margaret Lica Chokyu

2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROARQ – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura

TESE DE DOUTORADO EM ARQUITETURA

Regras do Espaço Informal: a Gramática da Forma na Rocinha

Margaret Lica Chokyu

Área de Concentração
Patrimônio Teoria e Crítica de Arquitetura

Linha de pesquisa
Teoria e Ensino de Arquitetura

Projeto de pesquisa
A educação do olhar: apreensão dos atributos geométricos da forma dos lugares

Rio de Janeiro

Março / 2017

REGRAS DO ESPAÇO INFORMAL: A GRAMÁTICA DA FORMA NA ROCINHA

Margaret Lica Chokyu

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Ciências em Arquitetura, Área de Concentração em Patrimônio, Teoria e Crítica da Arquitetura.

Orientadora: Prof. Dra. Maria Angela Dias.

Rio de Janeiro

Março de 2017

REGRAS DO ESPAÇO INFORMAL: A GRAMÁTICA DA FORMA NA ROCINHA

Margaret Lica Chokyu

Orientadora:
Maria Angela Dias

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Ciências em Arquitetura, Área de Concentração em Patrimônio, Teoria e Crítica da Arquitetura.

Aprovada por:

Maria Angela Dias

Prof. Maria Angela Dias, D.Sc. - orientadora

Vera Regina Tângari

Prof. Vera Regina Tângari, D.Sc.

Andréa Queiroz Rego

Prof. Andréa Queiroz Rego, D. Sc.

Madalena Grimaldi

Prof. Madalena Grimaldi, D.Sc.

DocuSigned by:

Jose Duarte

721A1CC90FF849F...

Prof. José Pinto Duarte, PhD.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil
2017

Chokyu, Margaret Lica

Regras do espaço informal: a gramática da Forma na Rocinha/ Margaret Lica Chokyu. - Rio de Janeiro: UFRJ/FAU, 2017.

xiv, 159f. il. ;29,7 cm.

Orientadora: Maria Angela Dias.

Tese (doutorado) – UFRJ/ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/ Programa de Pós-graduação em Arquitetura, 2017.

Referências Bibliográficas: f. 114-119.

1. Gramática da Forma. 2. Rocinha. 3. HIS. 4. educação do olhar. I. Dias, Maria Angela. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-graduação em Arquitetura. III. Título.

Para Koiti e Ayumi.

Sobre a importância de observar e aprender.

Agradecimentos

Agradeço à querida Maria Angela, que me apresentou à Gramática da Forma e orientou este trabalho. Pessoa generosa, irrequieta e incansável, sempre buscando novidades.

Aos professores Vera Tângari, Madalena Grimaldi, Andréa Rego e José Duarte, que fizeram comentários essenciais para esta tese.

Aos colegas do PROARQ, especialmente Raphael Marcone, com quem pude dividir informações, inquietações e dúvidas.

Às Professoras Terry Knight e Gabriela Celani, pelos ensinamentos valiosos em Gramática da Forma, mas também pela disponibilidade e generosidade.

Guia, Rita e Wanda, que sempre tornam a burocracia do mais simples e leve.

Aos colegas do DARF, ótimos companheiros na FAU. E Norma, que me deu apoio e auxílio desde que comecei no departamento e que me sempre me incentivou para começar essa empreitada.

Às alunas da FAU Julia Valente, Raizza Talon e Letícia Queiroz. Sem o auxílio valioso o trabalho teria sido muito mais duro e menos divertido, e em especial a Ariane Beltrão, que possibilitou a entrada nas casas da Rocinha.

Agradecimentos sempre aos meus irmãos e meus pais. Principalmente minha mãe, Hiroko.

Agradecimentos especiais a Raúl, amor e incentivo em todos os momentos, e Koiti e Ayumi, que souberam compreender as ausências da mãe.

Alvorada lá no morro
Que beleza
Ninguém chora
Não há tristeza
Ninguém sente dissabor
O sol colorindo é tão lindo
É tão lindo
E a natureza sorrindo
Tingindo, tingindo

Você também me lembra a alvorada
Quando chega iluminando
Meus caminhos tão sem vida
E o que me resta é bem pouco
Ou quase nada,
do que ir assim, vagando
Numa estrada perdida

RESUMO

REGRAS DO ESPAÇO INFORMAL: A GRAMÁTICA DA FORMA NA ROCINHA

Resumo da tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Ciências em Arquitetura.

Esta tese investiga a composição dos espaços construídos de arquiteturas informais, sob a ótica da Gramática da Forma, e tem como estudo de caso as edificações residenciais da Favela da Rocinha. Para isso, é desenvolvida uma metodologia computacional que, a partir de análises gráficas, permite lançar um olhar objetivo sobre os elementos que compõem as construções e as relações existentes entre si. Estes exames permitem a definição dos elementos formais e funcionais que compõem estas arquiteturas. Desenvolve-se, portanto, um vocabulário articulado por um conjunto de regras, formando uma gramática definidora de uma linguagem.

As favelas são assentamentos informais produzidos pelos próprios moradores, como resposta às suas necessidades de moradia e à carência no provimento de habitações. Os espaços das residências refletem as necessidades dos moradores e também transparecem a concepção do habitar para estas pessoas. Assim, numa região em que mais de 20% da população mora em favelas, o entendimento destas soluções é muito relevante.

Estudar estas construções empregando a abordagem proposta permite que os padrões de soluções recorrentes sejam realçados, apreendidos e eventualmente assimilados em projetos formais.

Palavras-chave: Gramática da Forma, Rocinha, Habitação de Interesse Social, Educação do Olhar

ABSTRACT

RULES OF INFORMAL SPACE: SHAPE GRAMMAR IN ROCINHA

Abstract of the Doctoral thesis submitted to the Architecture Post-Graduation Program of the Faculty of Architecture and Urbanism of the Federal University of Rio de Janeiro – UFRJ - as part of the requirements necessary to obtaining of the title of Doctor in Architecture Sciences.

This thesis investigates the composition of built spaces in informal architectures, through the optics of shape grammar. The residential buildings at Favela da Rocinha are the study case. A computational methodology is developed, in the search of a straight look on the elements of the buildings and their relationships. This methodology is based in both graphical and visual analysis, which allow the definition of formal and functional elements of this architecture, developing a vocabulary articulated by a set of rules, inferred in the same process.

Favelas are informal settlements designed by the inhabitants themselves, as an answer of their dwelling needs and the lack housing programs. The residential spaces reflect the inhabitants needs and also displays the housing idea of this population. Nevertheless, in a region where 20% of the population lives in the favelas, the understanding of those solutions is of a great relevance.

Studying these buildings, with the proposed approach, permits that persistent solutions may be highlighted, apprehended and eventually, assimilated in formal architectural design.

Keywords: Shape Grammar, Rocinha, informal settlement, Teaching Observation.

Índice de ilustrações

Figura 1: State Diagram, de Chomsky – fluxograma que demonstra a montagem de uma sentença.	13
Figura 2: programa de definição de uma linguagem de designs através da Gramática da Forma, por Stiny. fonte: EPB 1980, vol.7, p.417.	14
Figura 3: elementos de uma gramática da forma. fonte: acervo do grupo de pesquisa.	15
Figura 4: a definição de Gramática da Forma segundo Stiny e Gips - abordagem matemática, como tratamento de dados. fonte: Stiny e Gips, 1978, p.128.	18
Figura 5: especificação da Gramática empregada para a obtenção do quadro da figura seguinte. fonte: Stiny e Gips, 1972, p.127.	18
Figura 6: Stiny e Gips com a tela produzida a partir das regras apresentadas no artigo de 1971. fonte: www.shapegrammars.com	19
Figura 7: conjunto com uma CPU VAX11-780, computador mainframe lançado em 1977 pela DEC. fonte: http://electronic-engineering.ch/fpga/projects/dhrystone/VAX_11-780.gif	19
Figura 8: regras. fonte: EPB, 1977 vol 4, p.94	21
Figura 9: preenchimento de um painel através da aplicação recursiva das regras. Fonte: acervo do grupo de pesquisa.	21
Figura 10: Vila Malcontenta, estágio de inserção de vãos. fonte: EPB, 1978, v.5, p.15.	22
Figura 11: visão aérea do complexo do Taj Mahal. No centro, a fonte de água e o sistema de canais que divide o jardim em quatro. fonte: https://masbadar.com/the-taj-mahal-and-its-gardens/	23
Figura 12: inclusão de marcador nas regras para obtenção de simetria biaxial. fonte: op.cit. p.220.	23
Figura 13: blocos de Froebel: resultados obtidos a partir de diferentes posições de marcadores, que podem ser vistos nas duas fotos superiores, vermelhos. novembro/2012 fonte: acervo da autora.	25
Figura 14: perspectiva explodida de uma sala de chá analisada por Knight. fonte: EPB, 1981.v.8,p.98.	26
Figura 15: simplificação e decomposição de parte do corpus de análise. fonte: EP&B, 1981. v.8; p.300.	27
Figura 16: diagrama em árvore, mostrando parte das possibilidades de design, na etapa de zoneamento. fonte: op.cit. p. 305.	27
Figura 17: aplicação de regras com cores na Gramática dos jardins Char-bagh. fonte: EP&B, 1990, v.17, p.80.	29
Figura 18: sequência dos estágios da gramática da Malagueira. fonte: op.cit., p.35.	30
Figura 19: quatro modelos obtidos com a aplicação das regras. EP&B, p.377.	31
Figura 20: regras simplificadas - seccionamento dos polígonos para formação das zonas e dos ambientes. fonte: EP&B, p.356.	31
Figura 21: trecho da medina de Marrakech, com destaque para o quarteirão Zaouiat Lakhdar. fonte: arte da autora sobre imagem do Bing Maps.	32
Figura 22: abordagem top-down, subdivisão e concatenação recursivas do espaço global para formação das quadras. fonte: Duarte et al. 2005.p.10.	34

Figura 23: abordagem bottom-up. Parte da inserção dos lotes para a demarcação das ruas. fonte: op.cit. p.11.	34
Figura 24: abordagens mistas. fonte: op.cit. p.12.....	35
Figura 25: padrão básico das casas-pátio na Medina. Em amarelo, o pátio; anel vermelho: a loggia, o verde, cômodos. O terceiro anel, opcional, mais cômodos. fonte: DUARTE e ROCHA, 2006, p.863.	35
Figura 26: primeiro estágio. Inserção de pátio e anéis, que podem dar volta completa no pátio ou não. Inserção do segundo pavimento nas duas últimas linhas de regras. fonte: op.cit.,p.864.	36
Figura 27: mapa do Brasil, com indicação dos municípios com presença de favelas ou similares. Observa-se grande concentração destes nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo. fonte: IBGE (2010, p. 39).	38
Figura 28: parte da Região Metropolitana do município do Rio de Janeiro, as manchas escuras representam as favelas. A Cidade do Rio de Janeiro é destacada em amarelo. fonte: IBGE 2010, p.35.	39
Figura 29: localização da Rocinha na Cidade do Rio de Janeiro. fonte: Nossedotti - Obra do próprio, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=23680050	43
Figura 30: Rocinha e entorno. fonte: arte da autora sobre imagem Google Earth	43
Figura 31: Imagem da Rocinha e de São Conrado. Diferenças entre os traçados urbanos e os padrões edilícios dos dois bairros. fonte: Google Earth.....	44
Figura 32: Rocinha vista do topo da Estrada da Gávea. Bairro de São Conrado ao fundo. Foto da autora, março/2013.....	46
Figura 33: bairros da zona sul carioca vistos a partir do Laboriaux, na Rocinha - Gávea, Jardim Botânico, Lagoa, Ipanema, Leblon. Foto da autora, março/2013	46
Figura 34: visão do bairro de São Conrado a partir da passarela sobre a Autoestrada Lagoa-Gávea. foto da autora, março/2013	47
Figura 35: visão do bairro da Rocinha, a partir da mesma passarela da foto anterior. foto da autora, março/2013.....	48
Figura 36: imagem de parte da Rocinha vista do alto de uma casa, na Estrada da Gávea. foto da autora, março/2013.....	48
Figura 37: avanço das construções sobre os becos, tanto no nível do solo quanto dos andares superiores das construções. fotos da autora, março/2013.	49
Figura 38: edifícios coloridos executados para realocação de população relocada em razão do alargamento da Rua Quatro. março/2013. foto da autora.....	49
Figura 39: Vista do mesmo conjunto, a partir da Estrada da Gávea. março/2013. foto da autora.....	49
Figura 40: imagem de satélite da Rocinha. Embora seja possível visualizar as vias principais, vários dos becos não são perceptíveis em mapas ou fotos aéreas, em razão das dimensões ou da forma de ocupação. fonte: Google Earth.....	50
Figura 41: setores tradicionais e as áreas de Interesse (AI) propostas pelo plano Sócio-espacial. fonte: MT Arquitetura.	52
Figura 42: Rocinha com setor AI-2 em destaque. fonte: arte da autora sobre imagem Google Earth.	52

Figura 43: Estrada da Gávea. Via principal do bairro, com duas pistas e trânsito de automóveis, motos, ônibus, vans. março/2013. Foto da autora.....	53
Figura 44: rua Quatro, antigo beco alargado e reurbanizado. março/2013. foto da autora.....	53
Figura 45: beco em escadaria, março/2013. foto da autora	54
Figura 46: Estrada da Gávea, na lateral da casa ao centro é o acesso a um beco. março/2013. foto da autora.....	54
Figura 47: vista parcial da Rocinha. Construções de diversos gabaritos podem ser observados. março/2013. foto da autora.....	55
Figura 48: Em azul, caminho percorrido na visita durante o workshop. Área destacada: trecho analisado em atelier. Arte sobre imagem do Google Maps. fonte: acervo do grupo de pesquisa A Educação do Olhar.....	58
Figura 49: Em meio à Floresta da Tijuca, à esquerda, localidade do Laboriaux, e à direita, o Colégio Americano, localizado no bairro da Gávea, março/2013.....	58
Figura 50: debate de ideias e características relevantes. Foto da autora.	60
Figura 51: croqui de análise do desenho urbano. acervo do grupo de pesquisa.	60
Figura 52: croquis de estudos para as regras. fonte: acervo do grupo de pesquisa.....	61
Figura 53: regras 1 a 5 para o desenho urbano, elaboradas durante o workshop. fonte: acervo do grupo de pesquisa.....	62
Figura 54: vista das lajes. março/2013. foto da autora.	64
Figura 55: regras para os volumes dos edifícios. As regras 2 a 4 apresenta parâmetros que limitam o crescimento vertical das construções. Fonte: acervo do grupo de pesquisa.	66
Figura 56: diagrama em árvore, demonstrando as várias possibilidades de composição a partir de regras da Gramática. Fonte: acervo do grupo de pesquisa.	68
Figura 57: regras para composição das fachadas. fonte: acervo do grupo de pesquisa	68
Figura 58: Setor AI-2 da Rocinha. Em amarelo, rua Quatro já alargada. Em vermelho, a localização das casas levantadas. fonte: acervo do grupo de pesquisa.	71
Figura 59: perspectiva. fonte: acervo da autora.....	72
Figura 60: localização casa D. Dina. fonte: acervo do grupo de pesquisa	72
Figura 61: plantas da casa d. Dina. fonte: acervo da autora.....	72
Figura 62: casa d. Dina ao centro. Andares superiores se sobrepõem sobre a rua. out/2016. foto da autora.....	73
Figura 63: escada, com quarto embaixo. Falta de planejamento prévio gera espaços inusitados. jul/2016. Foto da autora.	73
Figura 64: visão do quarto. Janela ao fundo dá para vão de menos de 25cm entre esta casa e a vizinha.	73
Figura 65: vista do acesso à laje e as caixas d'água da residência. jul/2016. foto da autora.	73
Figura 66: a "laje", que funciona como o quintal da casa. Ao fundo, edifícios do PAC. jul/2016. foto da autora.	73
Figura 67: cozinha da casa, com escada ao fundo. Apesar de íngreme, tem degraus regulares. jul/2016. Foto da autora.	74

Figura 68: solução de ventilação e iluminação para quarto sem janela. jul/2016. foto da autora.	74
Figura 69: perspectivas. fonte: acervo da autora.	75
Figura 70: localização da Casa Liliana no Beco do Rato. fonte: acervo da pesquisa.....	75
Figura 71: plantas casa Liliana. fonte: acervo da autora.....	76
Figura 72: vista da varanda do quarto pavimento. jul/2016. foto da autora.	77
Figura 73: fachada frontal. out/2016. foto da autora.....	77
Figura 74: fachada frontal. out/2016. foto da autora.....	77
Figura 75: quarto pavimento ainda em obras. set/2016. foto de Raizza Talon.....	77
Figura 76: localização casa Creuza. Fonte: acervo da pesquisa.	78
Figura 77: interiores com acabamento diferenciado. set/2016. foto de Raizza Talon.....	79
Figura 78: quarto. set/2016. foto de Raizza Talon.....	79
Figura 79: fachada. Out/2016. Foto da autora.	79
Figura 80: padrão construtivo da escada acima da média na Rocinha. set/2016. foto de Raizza Talon.....	79
Figura 81: plantas casa D. Creuza.....	80
Figura 82: perspectivas. fonte: acervo da autora.	80
Figura 83: localização. fonte: acervo da autora.	81
Figura 84: perspectiva e planta. fonte: acervo da autora.....	81
Figura 85: localização. fonte: acervo da autora.	82
Figura 86: plantas casa de esquina. fonte: acervo da autora.	82
Figura 87: perspectiva casa d. Valdete. fonte: acervo da autora.....	83
Figura 88: perspectiva casa d. Teresa. fonte: acervo da autora.	83
Figura 89: fachada da casa. jul/2016. foto da autora.	84
Figura 90: cozinha da casa no térreo. jul/2016. foto da autora.....	84
Figura 91: visão da escada de acesso ao segundo pavimento. jul/2016. foto da autora.	84
Figura 92: vista da sala da casa do segundo pavimento. jul/2016. foto da autora.	84
Figura 93: casa D. Teresa. março/2016. foto da autora.....	84
Figura 94: croquis de características de ocupação do solo. Croqui da autora.	85
Figura 95: escada e vão de laje mal dimensionados. set/2016. foto de Raizza Talon.	85
Figura 96: escada em uma das casas visitadas, mau dimensionamento de vãos e degraus. foto de Raizza Talon.....	86
Figura 97: vão estreito existente entre as construções. Março/2013. foto da autora.....	88
Figura 98: extensões de laje nas fachadas. Março/2013. foto da autora.....	88

Figura 99: na visão do alto. março/2013. foto da autora.	88
Figura 100: croquis de setorização de casas. Desenho da autora.	89
Figura 101: croquis casa Liliana, quarto e quinto pavimentos. fonte: desenho da autora.	89
Figura 102: croquis de análise da setorização das casas. Desenho da autora.....	89
Figura 103: diagrama em árvore - volumetrias. Acervo da autora.	100
Figura 104: diagrama em árvore. fonte: acervo da autora	103
Figura 105: computação das regras. acervo da autora.....	105
Tabela 1: quadro resumo das construções levantadas.....	70
Tabela 2: forma inicial.....	90
Tabela 3: estágio 1.	90
Tabela 4: estágio 2 (parte 1/4).....	91
Tabela 5: estágio 2 (parte 2/4).....	92
Tabela 6: estágio 2 (parte 3/4).....	93
Tabela 7: estágio 2 (parte 4/4).....	94
Tabela 8: estágio 3 (parte 1/2).....	94
Tabela 9 estágio 3 (parte 2/2).....	95
Tabela 10: estágio 4 (parte 1/3).....	95
Tabela 11: estágio 4 (parte 2/3).....	96
Tabela 12: estágio 4 (parte 3/3).....	97
Tabela 13: estágio 5 (parte 1/2).....	97
Tabela 14: estágio 5 (parte 2/2).....	98

Sumário

INTRODUÇÃO.....	1
1. GRAMÁTICA DA FORMA	12
1.1. DEFINIÇÃO.....	13
1.2. GRAMÁTICAS DE REFERÊNCIA	18
2. A ROCINHA	37
2.1. FAVELAS NO RIO DE JANEIRO.....	38
2.2. LOCALIZAÇÃO E DADOS GERAIS DA ROCINHA.....	43
2.2.1 Setor Al-2 – características gerais observadas.....	52
2.3. WORKSHOP “ESTUDANDO A ROCINHA”	56
2.3.1 Dinâmica do workshop.....	56
2.3.1. Resultados obtidos.....	60
3. A GRAMÁTICA NA ROCINHA.....	69
3.1. DADOS DO LEVANTAMENTO	70
3.2. REGRAS.....	89
3.2.1. Computação das regras	99
3.3. DISCUSSÃO	106
CONSIDERAÇÕES FINAIS	108
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
ANEXO 1:.....	120
Gramáticas-referência - resumos	120
ANEXO 2:.....	158

INTRODUÇÃO

As novas tecnologias e as ferramentas digitais à disposição dos arquitetos e urbanistas possibilitam mudanças na produção de desenhos e a nas dinâmicas de projetos, principalmente com o desenvolvimento de softwares de modelagem, das plataformas BIM e das técnicas diversas de fabricação digital. Pesquisas têm sido realizadas no sentido de se ampliar o uso de tais ferramentas em vários campos da arquitetura e do urbanismo.

Entre as áreas de investigação que podem se beneficiar da computação estão os projetos de Habitação de Interesse Social (HIS). A tecnologia é empregada em temas como redução dos custos de produção e desenvolvimento de novas formas, técnicas e materiais, incluindo impressão 3d de casas populares. A produção de projetos personalizados em massa com o uso de programas de computador também tem sido pesquisada no âmbito acadêmico. E nesse sentido, a Gramática da Forma pode ser uma boa ferramenta.

Trata-se de um formalismo computacional com várias aplicações na área de arquitetura e urbanismo,

principalmente em análise morfológica, já que permite o desenvolvimento de metodologias bastante objetivas na identificação de tipos ou grupos arquitetônicos. Tem sido utilizada também em ateliês acadêmicos para desenvolvimento de projetos originais a partir da proposição de regras formais.

Por isso, a Gramática da Forma vem sendo estudada por pesquisadores como um recurso para viabilização de projetos personalizados de HIS. Com a definição de regras e parâmetros, podem ser desenvolvidas rotinas que produzam projetos de acordo com as necessidades de cada família, e que poderiam ainda ser agilizadas com o uso de programas de computador, minimizando os custos, mas ainda incorporando as características de um partido arquitetônico estabelecido.

Normalmente, um dos grandes problemas para se determinar uma Gramática generativa é a definição de regras apropriadas. Uma das maneiras de produzi-las é a partir da análise de exemplos já existentes, numa busca de padrões que possam ser aplicados nos projetos, como proposto por Christopher Alexander em obras como A

Language of Patterns.

Assim, a análise dos padrões de soluções das casas nas favelas em médias e grandes cidades com o uso da Gramática da Forma pode ser um instrumento interessante para projetos de HIS, que se tornariam mais adequados e criativos.

A questão da moradia é um problema mundial. Em 2003, de acordo com relatório em da ONU, cerca de 32% da população mundial habitava os diversos tipos de assentamentos informais existentes no planeta. No Brasil já houve diversas iniciativas governamentais de requalificação dos espaços das favelas ou de provimento de habitação popular. Um dos projetos mais recentes, o Minha Casa Minha Vida, do governo federal, financia projetos de HIS em todo o país. Entretanto, tem recebido muitas críticas, desde a concepção do projeto até a qualidade de execução das obras. Muitos dos conjuntos são produzidos com residências absolutamente idênticas, desconsiderando as necessidades de cada família, além das questões de inadequação de implantação e de inserção dos conjuntos nas cidades.

As favelas existem em todo o Brasil, e no Rio de Janeiro,

abrigam em torno 20% da população total da cidade. As construções em área de risco, a falta de infraestrutura urbana e os espaços públicos de má qualidade têm provocado ações do poder público nas últimas décadas, com objetivo de se sanar estes problemas. As políticas públicas mais recentes têm se concentrado em manter as populações nestes locais, tratando da implementação da infraestrutura urbana necessária, da requalificação dos espaços públicos e do provimento de novas moradias para famílias que devem ser realocadas.

Vários desafios se colocam nos projetos de urbanização destes conjuntos, como a dificuldade em se projetar sobre uma malha urbana tão complexa e densa e se conseguir proporcionar integração entre a favela e a chamada *cidade formal*.

Outro problema comum nestas ações é a adequação das habitações projetadas nestes programas para as características e demandas específicas das populações locais. As dinâmicas socioeconômicas têm relação com as formas de ocupação dos espaços e das arquiteturas. A falta de proximidade das propostas de melhorias, principalmente dos projetos de arquitetura, com a situação encontrada

pode tornar o projeto ineficaz. É necessário, portanto, que a realidade local seja considerada e entendida para a implementação de um trabalho bem-sucedido.

A questão da urbanização de áreas de favelas, chamadas pelo IBGE de “aglomerados subnormais”¹, e dos projetos de Habitação de Interesse Social tem sido estudada em várias instituições, inclusive nos dois programas de pós-graduação da FAU-UFRJ.

A Favela da Rocinha, que também já foi objeto de vários destes estudos, localiza-se na zona sul da Cidade do Rio de Janeiro e é a favela mais populosa do país. Conta com um Plano Sócio-espacial elaborado na primeira década do século XXI e teve parte das intervenções planejadas já realizadas. A presente tese trata da análise das edificações residenciais na Rocinha e produzidas pelos próprios moradores.

Algumas **questões** se colocam nesta pesquisa, e relacionam-se à Gramática da Forma empregada em um contexto, por

um lado tipicamente brasileiro, mas também bastante contemporâneo e mundial: a questão da moradia em países em desenvolvimento. Como são configuradas as edificações residenciais da Rocinha, no tocante à articulação dos espaços internos e à relação destes com a respectiva volumetria? Há um padrão nestas composições que possibilite identificar uma tipologia das construções nas favelas? Considerando que estas construções são respostas às situações enfrentadas pelos moradores para construir, que lições podem ser tiradas das soluções obtidas pelos moradores para a conformação das residências?

A **hipótese** desta tese é que apesar do aspecto diversificado das habitações e uma aparente falta de unidade, há um padrão de composição, que surge como resposta a problemas que se repetem, impostos pela situação do sítio e pelas necessidades das famílias, e que são solucionados de forma recursiva nas edificações. Este padrão pode ser racionalizado e demonstrado com regras que constituem

¹ Embora acreditemos que a adoção do termo “aglomerado subnormal” pelo IBGE tenha a intenção de dar uma denominação única para diferentes realidades e características no Brasil deste tipo de assentamento humano, o termo nos parece preconceituoso e foi evitado na tese. Tampouco empregamos o termo “comunidade”,

termo criticado por muitas lideranças populares. Outrossim, preferimos empregar o termo “favela”, adotado pelos próprios moradores e movimentos, como Observatório de Favelas, Pastoral das Favelas e Central Única das Favelas (CUFA).

uma Gramática da Forma e assim usado repetidamente em soluções variadas e que poderão, em última análise, auxiliar na definição de projetos de HIS para as populações locais.

O **objetivo geral** desta pesquisa é definir uma Gramática da Forma para as edificações residenciais em setor específico da Rocinha, o AI-2, observando a articulação dos interiores e a respectiva volumetria, assim como a relação com a via lindeira. Os **objetivos específicos** são:

- Releva e estudar a geometria das edificações empregando a Gramática da Forma, de maneira a evidenciar os padrões de composição.
- Desenvolver uma metodologia computacional para análise de edificações em favelas, com vistas a pesquisa de procedimentos de composição de novos edifícios que considerem a forma de fazer local. Esta metodologia deverá empregar a Gramática da forma como paradigma de estudo;
- Apresentar a Gramática da Forma como meio de abordagem do ambiente construído da favela;

Diferentemente da chamada “cidade formal”², onde as moradias são feitas por construtoras, com projetos desenvolvidos por arquitetos e engenheiros civis, a grande maioria das habitações na Rocinha são feitas de forma espontânea, por vezes pelos próprios moradores e normalmente a partir de suas ideias e necessidades. Apesar da má-qualidade e precariedade da maior parte das construções, estas apresentam soluções para as situações impostas pelo sítio e pelas possibilidades econômicas dos moradores. A Gramática da Forma já tem sido empregada como paradigma de análise de assentamentos informais, em diferentes locais do mundo, e esta tese se propõe a empregá-la num contexto brasileiro, com as formas típicas de construir local.

Favelas, Assentamentos Informais ou *Slums* se apresentam como um dos maiores desafios das políticas habitacionais mundiais e do Brasil. De acordo as Nações Unidas (2003), 924 milhões³ de pessoas em todo o mundo habitam essas modalidades de moradias. Ainda segundo a ONU,

² o emprego do termo “cidade formal” não implica que entendamos que a favela seja, por contraste, um lugar disforme.

³ Números de 2001.

Favelas têm sido a única solução em larga escala para provimento de habitação para população de baixa renda. É o único tipo de habitação acessível e a custo razoável para os pobres em cidades onde a competição por terras e lucros é intensa, e os lugares onde deve-se morar, quando se tem baixa renda ou nenhuma outra opção⁴. (op.cit., p. XIX)

Portanto, favelas são uma solução para viabilização de um dos direitos humanos, a moradia⁵, e não um problema, como se costuma colocar. Surgem da desigualdade econômico-social e da ausência de políticas públicas capazes de prover habitação para as populações de baixa renda. Mas não é uma solução desprovida de problemas, como se sabe. Falta de infraestrutura urbana, precariedade nas construções e falta de serviços públicos são alguns dos pontos a serem combatidos.

Segundo o IBGE⁶ (2010, p. 38), o Brasil possui 6329 destes assentamentos informais, com uma população total que ultrapassa os 11,5 milhões de habitantes, representando 6% da população total do país. Apenas na Cidade do Rio de

Janeiro, as chamadas “favelas” possuem quase 1,4 milhões destes habitantes, distribuídos em 426.965 domicílios, o que corresponde a 22% da população total da cidade, que é de cerca 6,3 milhões de habitantes.

A Rocinha é considerada a maior favela da Cidade do Rio de Janeiro e do Brasil. Segundo dados do IBGE, a população de 69.161 habitantes, ocupa 23.352 domicílios. Este número, entretanto, é contestado pelas lideranças locais, que têm também estimativas diversificadas, entre 120 mil e 200 mil habitantes, que sofrem com graves problemas de acessibilidade, infraestrutura básica e salubridade, devidos aos arruamentos estreitos e à alta densidade do Bairro.

O poder público tem atuado ao longo das décadas com projetos de intervenção urbana de vários tipos. Entretanto, políticas de remoção total, como as ocorridas nas décadas de 1950 e 1960, já não são mais aplicadas. Os trabalhos mais recentes têm se concentrado em melhoria das condições locais e tentativas de contenção do crescimento da área

⁴ Tradução nossa. No original: *Slums have been the only large-scale solution to providing housing for low-income people. It is the only type of housing that is affordable and accessible to the poor in cities where the competition for land and profits is intense, and the places where they must live if they have little income or no other options.*

⁵ Artigo 25 da Declaração Universal dos Direitos Humanos.

⁶ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, órgão do governo federal.

destas comunidades. Programas como o Favela Bairro tiveram como objetivo a melhoria ou criação de infraestrutura urbana, pavimentação e requalificação dos espaços públicos, acessibilidade e remoção das populações em áreas de risco ou estratégicas, com a construção de novas moradias para estas pessoas.

Pesquisas acadêmicas também têm sido realizadas a respeito de favelas, inclusive sobre a Rocinha. Trabalhos como o de Monica Schlee e Jacira Farias, realizados respectivamente no PROARQ e no PROURB, apresentam estudos morfológicos e fundamentam propostas e políticas de intervenção. Entretanto, nenhuma destas apresenta ferramentas objetivas de auxílio a projetos de arquitetura e urbanismo dentro das favelas.

Quando se trata de projetos de urbanização de favelas, um dos grandes desafios é justamente apresentar projetos apropriados para novas habitações. As casas existentes são construídas ao longo de anos, reguladas por questões como orçamento familiar e necessidades. Este estudo para a Rocinha busca então uma abordagem computacional para a questão das favelas do Rio de Janeiro. A análise das características locais pode apontar para soluções

apropriadas para as situações específicas, mas ainda com unidade projetual.

A Gramática da Forma possibilita uma análise morfológica computacional pela busca de padrões que poderão ser traduzidos num conjunto de regras de composição. Funciona de maneira similar a uma gramática de uma língua falada e escrita, que demonstra como as regras são aplicadas sobre os diferentes verbetes formando sentenças e por fim uma linguagem. A Gramática da Forma é capaz de demonstrar como os diferentes elementos geométricos se conjugam de forma a formar uma linguagem artística, arquitetônica ou urbanística.

A definição de regras permitirá formular novas soluções dentro da mesma linguagem existente na Rocinha, além de possibilitar a produção de projetos personalizados para cada família, evitando que diferentes realidades sejam atendidas de maneira uniforme.

O uso de métodos computacionais para a resolução de questões de habitação de baixo custo para países em desenvolvimento tem sido buscado em outras frentes. Chackrabarty (1990) discute o emprego de algoritmos e programas de computadores para a projetos de HIS.

Entretanto, apesar de pensar em projetos de arquitetura e urbanismo, o modelo computacional desenvolvido pelo autor está mais voltado para análise de custo *versus* benefício. Ele desenvolve um modelo de soluções e de tomada de decisões baseado em otimização, mas não apresenta o desenvolvimento do design das habitações ou do urbanismo citado, o que permitiria associação de outro trabalho computacional para este fim.

A abordagem da Gramática da Forma tem como diferencial a possibilidade de estudar soluções existentes e recorrentes para a produção de novos projetos, e este emprego tem aumentado. José Duarte, professor da Penn State University (PSU), é um dos pesquisadores que tem realizado diversos estudos em habitação popular, produção de projetos customizados em massa e assentamentos informais. Analisou a Quinta da Malagueira⁷ e liderou uma pesquisa sobre a Medina de Marrakech e ainda participou de um artigo sobre projetos para moradia para o Haiti pós-terremoto. Além destes trabalhos, tem orientado teses como o de Barros⁸ para as favelas de Maputo, em

Moçambique e o de Débora Verniz para a Favela Santa Marta, no Rio de Janeiro, ainda em andamento. Estes trabalhos buscam apontar soluções computacionais para questões das habitações destes locais.

A presente tese integra-se à pesquisa **A Educação do Olhar: apreensão dos atributos geométricos das formas dos Lugares**, que se dedica a estudar estratégias de ensino que facilitem a compreensão, a representação e a concepção de formas geométricas pelos estudantes de arquitetura da FAU/UFRJ. O que se objetiva é que estas habilidades sejam desenvolvidas a partir de observação criteriosa da forma. As pesquisas envolvem desenvolvimento de novo material didático, com ênfase em Geometria Descritiva, desenvolvimento de novas disciplinas e realização de workshops.

Parte do grupo tem se dedicado às investigações relativas à Gramática da Forma como método de assimilação da forma geométrica e desenvolvimento do raciocínio lógico-computacional. Entre as atividades realizadas está o workshop “Estudando a Rocinha: uma abordagem em

⁷ Tema da tese de doutorado, projeto de Álvaro Siza Vieira

⁸ *The Language of Mozambican Slums*, apresentado no eCAADe 31, 2013.

Gramática da Forma”, que foi realizado como parte das atividades de programa financiado pelo projeto *TOP USA* e contou com a presença das professoras Terry Knight (*Massachusetts Institute of Technology* - MIT, EUA) e Gabriela Celani (FEC/UNICAMP) e de Rizal Muslimin, doutorando do MIT. Os resultados obtidos foram apresentados nesta instituição norte-americana e também publicados por membros do grupo em seminários e congressos.

O próximo passo da pesquisa em andamento é a realização de uma disciplina remota colaborativa entre o PROARQ/FAU-UFRJ e a Stuckeman School of Architecture and Landscape Architecture da Pennsylvania State University, com o Professor José Duarte.

A presente tese parte dos resultados e reflexões realizados durante o workshop ministrado por Knight em 2013 e dá continuidade à parte dos trabalhos desenvolvidos à época.

Esta tese organiza-se em três capítulos.

A Gramática da Forma é apresentada no **primeiro capítulo**, com explicação da estrutura da Gramática da Forma e apresentação dos trabalhos que contribuíram na formação da metodologia desenvolvida na tese.

Tratando-se de um assunto pouco conhecido dentro da FAU/UFRJ, a parte do trabalho é proposta como uma introdução à Gramática da Forma: histórico, funcionamento e alguns trabalhos paradigmáticos em arquitetura, tendo sido exibidos aqueles que mais contribuirão para a construção da presente pesquisa.

Trata-se de um assunto a que pouquíssimos livros se dedicam, mas que tem grande difusão nos eventos CAAD e em periódicos relacionados a projetos auxiliados por computadores. Assim, a revisão bibliográfica foi feita basicamente em artigos científicos e em periódicos, onde destaca-se a revista *Environment and Planning B* – EPB, citada por Gips no site www.shapegrammar.org como o principal periódico em Gramática da Forma. O acesso a este periódico não é simples, a UFRJ dispõe de uma coleção na biblioteca central do CT (Centro de Tecnologia) que compreende os números entre os anos de 1971 e 1995. Celani (2006) afirmava que não há notícias de bibliotecas brasileiras que tenham um acervo completo e tampouco está disponível no portal CAPES. Os artigos de eventos CAAD podem ser acessados, em grande parte, na base de dados CUMINCAD, no site papers.cumincad.org.

A maior parte destas publicações está em inglês, o que gera eventuais dificuldades na tradução para o português de alguns termos sem um correspondente exato.

Computação é definida como no dicionário UOL Michaelis como:

sf (computar+ção) **1** Ação de computar; cômputo. **2 Inform** Conjunto de operações matemáticas ou lógicas que se executam por meio de regras práticas previamente estabelecidas **3** Utilização de computador para resolução de qualquer problema ou aplicação de qualquer espécie. **4** Cálculo. **5** Processamento de dados. [...].

Ainda, o *Oxford Advanced Learners Dictionary*, *computation* é definido como “um ato ou o processo de calcular”⁹. Vê-se, portanto, que a definição de computação não é necessariamente o uso do computador, que por sua vez é definido no Michaelis como “O que faz cômputos (pessoa ou máquina) [...]”. Nesta tese, o termo computação foi empregado dentro do sentido da realização processos lógicos, que não envolvem necessariamente o uso de computadores.

⁹ Tradução nossa. No original: *an act or the processing of calculating*.

¹⁰ Essa consideração foi feita em uma reunião com o arquiteto na época do workshop e é também o mesmo trecho detalhado no livro

A Favela da Rocinha é o tema do **segundo capítulo**. São relatados números relativos aos assentamentos informais no país e dá informações sobre a Rocinha. São também apresentadas características gerais de um setor da Rocinha, a AI-2, considerada pelo arquiteto Luiz Carlos Toledo¹⁰ como sendo bastante representativa do todo e que por isso será a área destacada para estudo. Observam-se arruamentos, gabaritos, densidades. Será também comentado o workshop “Estudando a Rocinha – uma abordagem em gramática da forma”, realizada no âmbito do PROARQ/FAU-UFRJ em março de 2013, e que teve a presença de Terry Knight como orientadora principal. Os resultados obtidos são discutidos.

A Gramática obtida na ocasião foi dividida em duas subgramáticas, a primeira para a definição dos arruamentos e a segunda para a volumetria das edificações. Esta tese aprofunda a subgramática das edificações, com discussão e revisão do resultado obtido em 2013 e ampliação do escopo para a determinação das plantas.

Repensando as Habitações de Interesse Social, de autoria de Toledo *et al* (2015).

O **terceiro capítulo** trata do desenvolvimento da Gramática da Rocinha, inicia-se com apresentação do corpus de análise, levantamentos, fotos e descrição. As informações recolhidas são analisadas e comparadas. São apresentadas e explicadas as regras obtidas e as computações feitas, com diagramas em árvore e computação parcial de uma das casas do corpus de análise. A metodologia e os resultados são discutidos.

Para a realização dos levantamentos contou-se com o auxílio de uma bolsista de iniciação científica do grupo de pesquisas e três estudantes de arquitetura voluntárias¹¹, incluindo uma habitante da Rocinha, que permitiu o contato com moradores dentro da área de estudo através do círculo pessoal de amigos e conhecidos.

Esse contato permitiu que fossem levantadas nove residências na Rocinha, em cinco edificações, todas estas dentro da área Al-2. Este conjunto levantado contempla quatro edificações residenciais, sendo duas unifamiliares e outras duas multifamiliares, além de uma de uso misto. As

edificações têm entre 4 e 6 pavimentos. A quantidade de exemplares ficou aquém do almejado inicialmente, pensou-se em oito edificações levantadas integralmente, visto ter sido este o número realizado pela equipe de Duarte para as residências na Medina de Marrakech (2006). Entretanto, o corpus obtido demonstrou-se suficiente para os objetivos do trabalho.

Os imóveis foram medidos, fotografados e desenhados para possibilitar a extração das regras. Não foram feitas entrevistas com os moradores, muito embora tenham ocorrido conversas informais que acabaram fornecendo informações interessantes sobre os hábitos dos habitantes da casa ou da Rocinha. Durante as medições, não foram medidos os ângulos dos compartimentos, uma vez que o que interessava para esta tese eram as proporções e a forma como os diferentes espaços da residência se articulam, e os valores de ângulos seriam um complicador para a execução dos desenhos e irrelevantes para os objetivos da presente pesquisa.

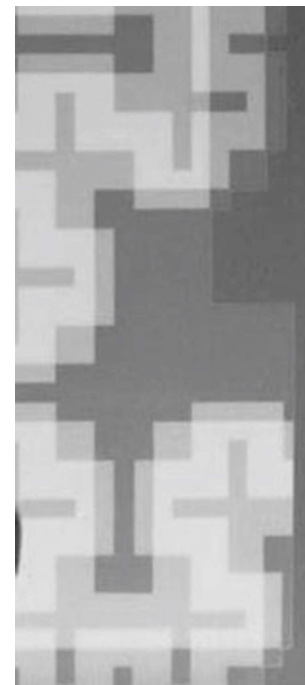
Para o inferimento de regras, deve-se lançar um olhar

¹¹ A bolsista é Raizza Talon e as voluntárias são Julia Valente, Letícia Queiroz e Ariane Beltrão. Esta última, moradora da Rocinha.

objetivo para o corpus de análise: repetição de ocorrências que apontam para padrões. Estes são a base das regras. Para a averiguação de tais padrões, a realização de croquis coloridos foi de grande importância, pois permitiu uma visualização mais fácil do que apenas houvesse nomes de compartimentos.

A definição desta Gramática teve como referências principais três das gramáticas residenciais apresentadas no Capítulo 1: a das casas de Frank Lloyd Wright (1981), a Quinta da Malagueira (2001, 2003, 2005) e a das casas pátio das Medinas de Marrakech (2006). Essas últimas interessam mais pelo fato de que, tal como na Rocinha, não há projetos definidos por um profissional como arquiteto ou engenheiro. Os espaços urbanos resultantes na Medina também se assemelham ao traçado da Rocinha.

1. GRAMÁTICA DA FORMA



1.1. Definição

Segundo Stiny e Gips (1972, p. 127), uma Gramática da Forma é similar às gramáticas linguísticas formuladas por Noam Chomsky, que faz em *Syntactic Structures* (1957) uma abordagem lógico-matemática das estruturas sintáticas da gramática da língua inglesa. Apresenta um modelo de construção onde um elemento inicial é alterado de acordo com regras de transformação, e obtém como resultado a produção de palavras e sentenças.

Na Figura 1, o *state diagram* proposto por Chomsky (1957), um fluxograma¹² que indica as possibilidades de construção de uma sentença. A diferença para a Gramática da Forma é que enquanto Chomsky utiliza um alfabeto de símbolos (letras) para produzir uma *string* (cadeia unidimensional de caracteres), a outra emprega um vocabulário de formas para gerar uma nova forma de n dimensões.

Nos dois casos, as regras são aplicadas algoritmicamente e

os resultados são variáveis booleanas: “verdadeiro” ou “falso”. Uma regra tem dois elementos, aquele que se posiciona à esquerda é a situação inicial buscada, e à direita, a transformação a ser aplicada.

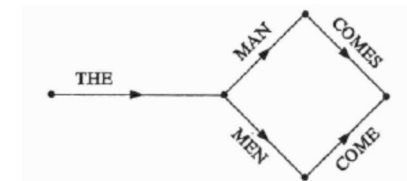


Figura 1: State Diagram, de Chomsky – fluxograma que demonstra a montagem de uma sentença. Fonte: N. Chomsky, *Syntactic Structures*, p. 19.

Terry Knight (2000, *online*) define gramática da forma como

[...] um conjunto de regras formais que se aplica em um passo a passo para gerar um conjunto ou uma linguagem de *designs*. Gramáticas da Forma são tanto descritivas quanto generativas. As regras de uma Gramática da Forma geram ou processam desenhos, e as próprias regras são descrições das formas dos *designs* gerados.”¹³

¹² representação gráfica de um algoritmo. Segundo o dicionário Michaelis: (cs) sm (fluxo+grama4) 1. Diagrama para representação de um algoritmo. 2. Representação gráfica, por símbolos especiais, da definição, análise ou método de solução de um problema.

¹³ Tradução nossa. No original: “A shape grammar is a set of shape rules that apply in a step-by-step way to generate a set, or language, of designs. Shape grammars are both descriptive and generative. The rules of a shape grammar generate or compute designs, and the rules themselves are descriptions of the forms of the generated designs

Os elementos de uma Gramática da Forma

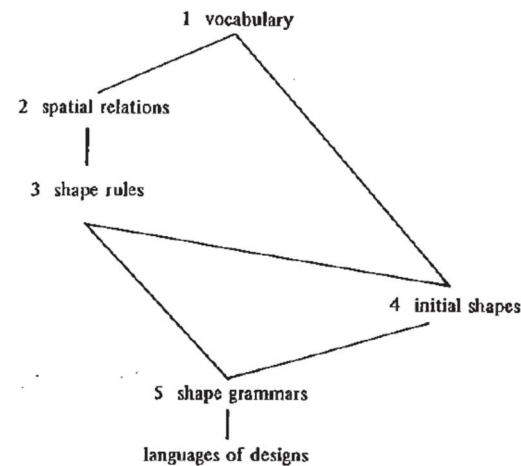


Figura 2: programa de definição de uma linguagem de designs através da Gramática da Forma, por Stiny. fonte: EPB 1980, vol.7, p.417.

Segundo Stiny (1980), uma linguagem de designs (language of designs, no original¹⁴) pode ser construída de acordo com o programa estabelecido na Figura 2. Então, para obtenção de uma, devem ser observados cinco estágios: (1) definição de um vocabulário; (2) de relações espaciais, (3) de regras e (4) de uma forma inicial, que formarão uma (5) Gramática da forma e que definirá a linguagem de design. Stiny (op.cit.) afirma ainda que o programa apresentado não é determinista, há várias possibilidades de escolha em cada

um dos estágios e de um para o outro.

O **vocabulário** é composto das formas básicas não repetidas. As **relações espaciais** são as combinações possíveis entre os elementos do vocabulário, a maneira com que um se posiciona com relação a outro.

As **regras** indicam sob que condições as relações espaciais devem acontecer. São no esquema **A -> B** (se encontrar **A**, então substitua por **B**), onde a substituição trata da transformação do elemento à esquerda da seta para a obtenção do elemento da direita (CELANI, 2006). Estas regras são aplicadas algoritmicamente sobre a **forma inicial**, que é um elemento pertencente ao vocabulário. As operações mais empregadas são transformações euclidianas – translação, rotação, espelhamento, roto-translação, homotetia, adição ou subtração.

Na Figura 3, um exemplo com vocabulário de apenas uma forma e uma única regra, feita a partir de uma relação espacial com duas unidades de mesma forma. A operação utilizada nesta regra é a adição de mais um elemento ao

¹⁴ Optou-se por manter a palavra *design* nesta frase, visto que não se encontrou um termo exato em português que tivesse o alcance do termo original neste contexto.

primeiro, na posição informada. Este exemplo é uma parte da gramática desenvolvida por Stiny em 1980 para os blocos de Froebel¹⁵.

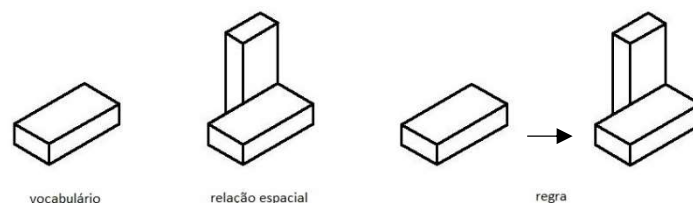


Figura 3: elementos de uma gramática da forma. fonte: acervo do grupo de pesquisa.

Durante a formulação de uma Gramática as regras devem ser testadas para verificar possíveis erros de formulação, etapa chamada de computação das regras. Normalmente também são realizados diagramas em árvore, que demonstram as várias formas e sequências em que as regras definidas podem ser aplicadas, mostrando os diversos caminhos e resultados possíveis.

Tipos de Gramática da Forma

Celani (2006) lista algumas variantes de Gramática da forma, criadas tanto por Stiny e Gips quanto por outros:

Gramática da Forma Analítica, Gramática Paramétrica, Gramática predefinida (set grammar), Gramática com marcadores e Gramática da Cor. Esses tipos não são estanques, no sentido de que uma mesma gramática pode ser simultaneamente de tipos diferentes.

A **Gramática da Forma Analítica** foi a mais usada durante vários anos, principalmente no período entre as décadas de 1970 e 1980. A primeira é *Ice-ray: a note on the generation of Chinese Lattice Designs* (1977) e apresentada nesta tese em *Três escalas de Gramática*, a partir da página 21. Consegue-se, de forma bastante objetiva, relevar características que fazem de um conjunto de obras, efetivamente, uma família ou um tipo. Além de produzir ferramentas (as regras) para obtenção de novos exemplares a partir das regras obtidas.

Já a **Gramática Paramétrica** lança mão de variáveis numéricas, os *parâmetros*, para controlar a aplicação das regras, como proporções nas formas e número de repetições. A maior parte das Gramáticas que são apresentadas desde *Ice-Ray...*, incluindo a Gramática de

¹⁵ Trata-se de *Kindergarten Grammar*, que é comentado na parte de Gramáticas Referência e nos anexos

Palladio e a da Malagueira, são paramétricas.

A **Gramática da Forma Predefinida** ou **set Grammar**, é determinística. É feita a partir da repetição da mesma regra até que atinja um ponto que não possa mais ser repetida, seja por algum parâmetro de valor estabelecido, seja pela repetição acabar impossibilitada. Não há variantes de resultados, como nas gramáticas não pré-definidas.

A **Gramática com marcadores** (labels) também é muito usada. Marcadores são colocados de maneira a limitar as possibilidades para a aplicação das regras. A sua inserção pode, por exemplo, eliminar simetrias e assim evitar situações dúbias, como quando na aplicação de uma regra uma adição pode ocorrer de um ou outro lado de um elemento. Pode também indicar uma área específica onde uma regra deve ser usada. Isso permite um maior controle de resultados, já que restringe a liberdade de aplicação.

A **Gramática das Cores** foi desenvolvida por Terry Knight e apresentada em artigo de 1995. Funciona, basicamente, como substituição de parte dos símbolos empregados como marcadores. Uma outra possibilidade também é de se poder indicar o tipo de material de acabamento ou finalidade para a superfície marcada com a cor. O artigo de

Knight para este tema é comentado no Anexo 2.

Gramática da forma e computação

A Gramática da Forma em arquitetura está ligada principalmente à área de *Computational Design*. Celani (2006) ressalta que o termo *computação* não tem necessariamente a ver com o uso de computadores no processo de projeto, mas sim numa maneira lógica e matemática de pensá-lo. Muitos dos trabalhos em Gramática da Forma foram produzidos “à mão”, principalmente os primeiros, por falta de tecnologia.

A implementação em computadores sempre foi vislumbrada. O primeiro artigo de Stiny e Gips foi publicado em evento na área de computação em 1971 no Congresso da IFIP (*International Federation of Information Processing*) e no ano seguinte no livro *The Best Computer Papers of 1971*. As primeiras aplicações da Gramática da Forma em computadores, segundo *Hau Hing Chau* (apud GIPS, 1999) datam de 1974 e 1975, por Stiny, empregando uma linguagem chamada SAIL (*Stanford Artificial Intelligence Language*).

O contexto da pesquisa científica na área de *design* era bem

propício. Nas décadas de 1960 e 1970 houve a publicação de vários estudos que investigavam o processo de concepção e do design (ZEISEL, 2006), quando muito se pesquisou a respeito dos processos de resolução de problemas e estudos de *design* para o *design*, concepção de processos a serem seguidos para a produção do design.

Christopher Alexander traçou esquemas lógicos de resolução de projetos, tanto em *Notes on the Synthesis of Form* (1964) quanto em *The city is not a Tree* (1965). Embora o último conteste premissas do primeiro¹⁶, a forma de abordagem matemática é recorrente nos dois trabalhos. A obra de deste autor evolui no sentido de busca de padrões em arquitetura através do tempo, uma vez que padrões seriam respostas apropriadas a problemas enfrentados:

Cada padrão descreve um problema que ocorre repetidamente em nosso meio ambiente, e então descreve o cerne da solução um milhão de vezes, sem fazer da mesma maneira duas vezes.¹⁷ (ALEXANDER *et al.*, 1977, p. X).

¹⁶ Em *Notes on the Synthesis of Form*, Alexander defende a “quebra” do problema em suas menores partes como forma de resolver um determinado projeto. No trabalho seguinte, afirma que a cidade tem a “forma” de uma treliça (*lattice*, no original), onde as várias questões são interligadas nos nós dessa treliça e não podem ser resolvidas de forma isolada.

Esta frase, extraída de *A Pattern Language* (1977) é citada por Gamma *et al.* (1995) na Introdução do livro *Design Patterns*, que tem como público-alvo, segundo os próprios autores na apresentação do livro, programadores de softwares experientes, sem necessidade de relação alguma com arquitetura ou urbanismo. É interessante perceber a importância dada à busca de padrões de soluções, tanto para Alexander quanto para Gamma. Esta afirmação descreve bem o que se busca nesta tese: a maneira como um problema que se repete é solucionado de forma recursiva nos artefatos e como isso pode ser racionalizado e usado repetidamente em possibilidades variadas.

A seguir, um retrospecto de alguns trabalhos importantes para esta tese. A maior parte destes, como se verá, é de Gramáticas analíticas e envolve observação de padrões para a descrição de regra. Embora os trabalhos mais recentes apresentados já buscam implementação em computadores, os critérios de seleção têm a ver com a metodologia

¹⁷ Tradução nossa. No original: “Each pattern describes a problem which occurs over and over again in our environment, and then describes the core of the solution a million times over, without ever doing it the same way twice”.

desenvolvida ou com o objeto de estudo e não com o uso ou desenvolvimento de programas.

1.2. Gramáticas de referência

A Gramática da Forma foi apresentada pela primeira vez em 1971 por George Stiny e James Gips no artigo *Shape Grammar and the Generative Specification of Painting and Sculpture*, onde os autores demonstram o desenvolvimento de uma Gramática que possibilita a geração da pintura que aparece com os autores na foto da Figura 6. A abordagem dos autores para a Gramática da Forma é bastante matemática, e definem a Gramática da Forma como uma tupla¹⁸ de quatro elementos¹⁹, como pode se observar na Figura 4. Na Figura 5, a definição das regras para a especificação de formas e de cores.

Entretanto, a intenção, segundo Gips é “[...] formar base para uma computação puramente visual”²⁰ (1999, p. 1),

Definition. A *shape grammar* (SG) is a 4-tuple: $SG = (V_T, V_M, R, I)$ where

1. V_T is a finite set of shapes.
2. V_M is a finite set of shapes such that $V_T^* \cap V_M = \emptyset$.
3. R is a finite set of ordered pairs (u, v) such that u is a shape consisting of an element of V_T^* combined with an element of V_M and v is a shape consisting of (A) the element of V_T^* contained in u or (B) the element of V_T^* contained in u combined with an element of V_M or (C) the element of V_T^* contained in u combined with an additional element of V_T^* and an element of V_M .
4. I is a shape consisting of elements of V_T^* and V_M .

Figura 4: a definição de Gramática da Forma segundo Stiny e Gips - abordagem matemática, como tratamento de dados. fonte: Stiny e Gips, 1978, p.128

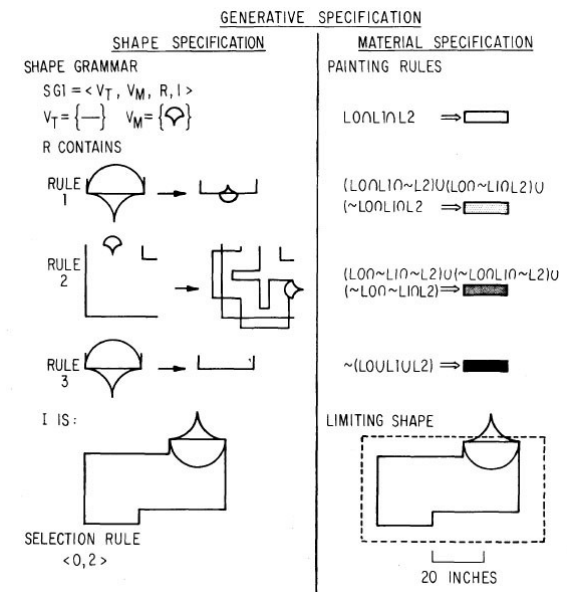


Figura 5: especificação da Gramática empregada para a obtenção do quadro da figura seguinte. fonte: Stiny e Gips, 1972, p.127.

¹⁸ Tupla, também chamada de enupla, n-tuplo ou n-tupla, é uma sequência ordenada de n elementos.

¹⁹ Tradução nossa. 4-tuple no original.

²⁰ Tradução nossa. No original: “[...] to form a basis for purely visual computation”.

computações são codificadas com símbolos, com o emprego de palavras e sinais nas linguagens e algoritmos. Neste artigo, além da apresentação da Gramática da Forma, os autores iniciam discussões sobre estética, que serão melhor desenvolvidas no livro *Algorithmic Aesthetics*. (1978), onde, embora não tratem de Gramática da Forma explicitamente, discutem a formação de esquemas de algoritmos para avaliação e produção de obras de arte. Nesta época os computadores mais usados eram os chamados *mainframes* (Figura 7), que ocupavam bastante espaço, e os computadores pessoais ainda não eram tão popularizados, embora existissem. O Apple II, por exemplo, havia sido lançado em 1977 e possuía 4kb de memória RAM, processador de 1MHz e era conectado a um aparelho de televisão, que funcionaria como monitor. Já o mainframe VAX11-780, lançado no mesmo ano pela DEC, tinha uma arquitetura bastante diferente, e era usado por empresas e universidades. Os mainframes ainda são empregados nos dias de hoje.

Assim, parte de *Algorithmic Aesthetics* é dedicada a explicar quais são os equipamentos de entrada e saída de dados de um computador: teclado, câmera digital, scanner, monitor,

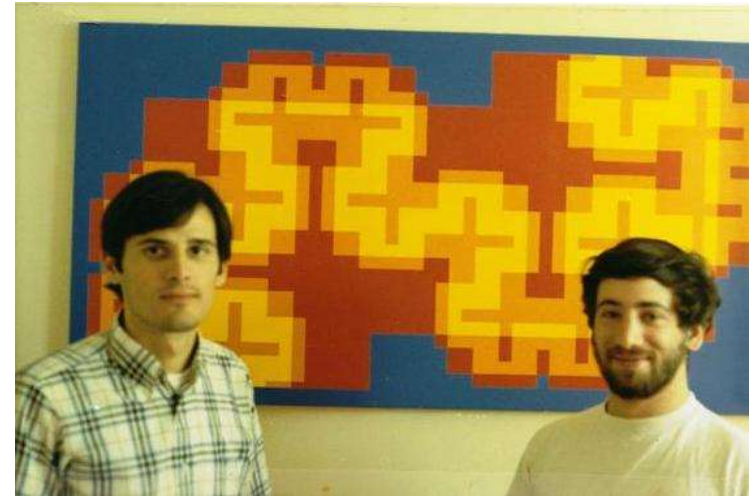


Figura 6: Stiny e Gips com a tela produzida a partir das regras apresentadas no artigo de 1971. fonte: www.shapegrammars.com



Figura 7: conjunto com uma CPU VAX11-780, computador mainframe lançado em 1977 pela DEC. fonte: http://electronic-engineering.ch/fpga/projects/dhrystone/VAX_11-780.gif

impressora.

Além das questões de hardware, os autores também tratam da conceituação teórica da estética, mas numa abordagem lógico-matemática. Portanto, lançam bases para a produção de algoritmos capazes implementar regras, tanto de produção de obras originais como também de análise e crítica de obras existentes, baseados em conceitos como de Nikolaus Pevsner. O computador poderia ser alimentado com dados a respeito de conceitos de estética, críticas de obras e a partir disto ser capaz de produzir novas críticas e novas obras.

A partir da ideia de que estilos e estética deveriam ser definidos e delineados para a alimentação de dados em um computador, seguiram-se diversos trabalhos de Gramáticas analíticas. Estas têm como objetivo identificar os elementos que caracterizam determinado conjunto de obras e formar um conjunto de regras, que servem não apenas para explicar os exemplares analisados, mas também para produzir novos no mesmo estilo.

Neste tipo de Gramática, emprega-se um corpus de análise, que é um conjunto de obras de mesma família, de onde se pretende extrair regras de composição.

A seguir, são apresentados trabalhos que consultados para esta tese e que que ilustram o funcionamento e as aplicações da Gramática.

Dos artigos em gramática da forma consultados, alguns serviram como referência para esta pesquisa e são comentados a seguir. Optou-se por apresentá-los em grupos, numa ordem mais ou menos cronológica, uma vez que os avanços alcançados por um trabalho têm influência sobre os demais. Resumos de cada um destes encontram-se nos anexos. Estes foram apresentados em forma de artigos, a maioria publicados no periódico inglês *Environment and Planning B*, uma vez que há poucos livros publicados dedicados à Gramática da Forma.

Três escalas de Gramática

A **gramática Ice-ray** (Stiny, 1977), a **gramática de Palladio** (Stiny e Mitchell, 1978) e a **Gramática do Paraíso** (Stiny & Mitchell, 1980) são interessantes porque são artigos descritivos e bastante didáticos. As regras são exibidas detalhadamente, facilitando a apreensão e a familiarização com o conceito. Além disso, tem-se a oportunidade de ver três escalas diferentes de trabalho.

Ice-Ray é a primeira gramática dentro da área de arquitetura, muito embora não a respeito de espaço propriamente dito, mas de um elemento da construção. Trata de janelas chinesas em treliças, feitas durante vários séculos e de modelos variados. Embora regras tenham sido apresentadas para padrões diferentes, o tipo *Ice-ray* é o foco do artigo, por ter aspecto aparentemente aleatório, que lembra o desenho de uma camada de gelo sobre um espelho d'água congelado.

Na Figura 8, as cinco regras desta gramática, que é constituída das 4 formas presentes nas regras - triângulo, quadrilátero, pentágono e pontos com coordenadas - e uma única transformação, a adição de linha e ponto. Essa

operação é orientada por quatro das regras, que farão a subdivisão recursiva da forma inicial até a obtenção da forma final, como exemplificado na Figura 9.

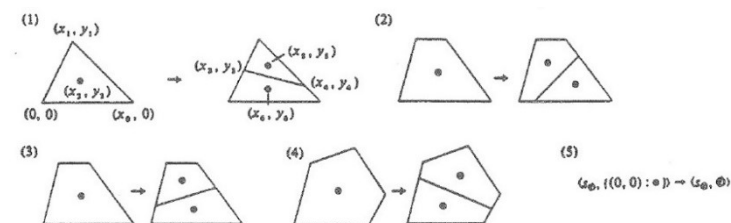


Figura 8: regras. fonte: EPB, 1977 vol 4, p.94

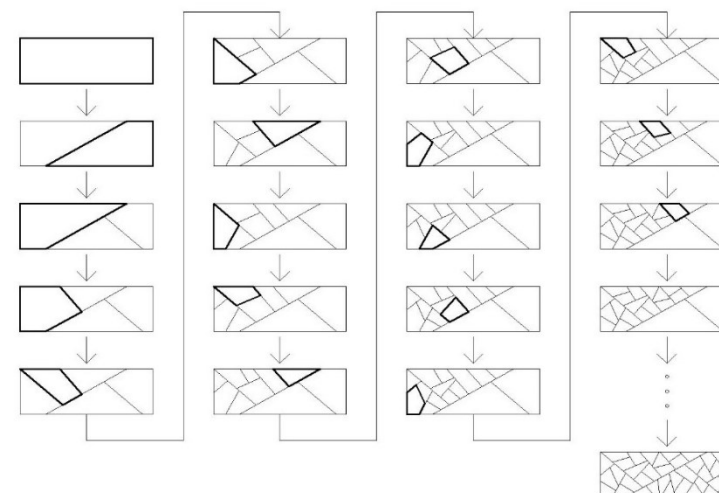


Figura 9: preenchimento de um painel através da aplicação recursiva das regras. Fonte: acervo do grupo de pesquisa.

Stiny apresenta aqui a gramática paramétrica, que será uma constante em quase todos os trabalhos de Gramática da Forma que se seguiram. O parâmetro neste trabalho é uma função que rege o posicionamento dos pontos que definem

os polígonos, regida por uma constante. O objetivo é regular as subdivisões recursivas forma que fiquem sempre proporcionais. O valor desta constante não é fornecido no artigo, apenas citado.

A **Gramática de Palladio** – *Palladian Grammar* é um trabalho mais extenso, sobre as villas do arquiteto italiano do século XVI, descritas pelo próprio em seu livro *I Quattro Libri dell'architettura*. Stiny e Mitchell (1978), autores desta gramática, consideram esta obra escrita de Palladio um livro de regras, citando trechos desta como descrições verbais das etapas definidas pela dupla.

São definidas mais de setenta regras, que fazem tarefas diferenciadas para composição de planta, incluindo aberturas de vãos e colocação de colunatas.

Para melhor organização, são divididas em estágios e cada um destes apresenta possibilidades de desenvolvimento para uma determinada etapa de trabalho. Marcadores são usados para sinalizar a aplicação de regras de um determinado estágio e a possibilidade de avanço para o próximo. A observação de simetria é também essencial para o desenvolvimento da gramática, onde o eixo da planta

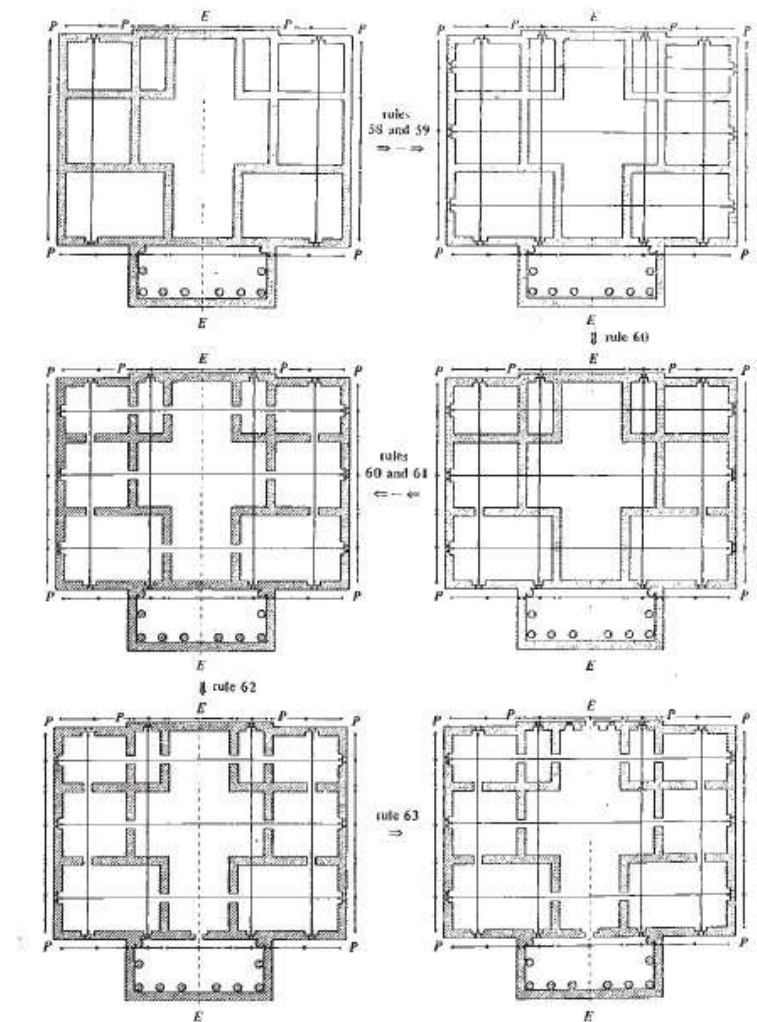


Figura 10: Vila Malcontenta, estágio de inserção de vãos. fonte: EPB, 1978, v.5, p.15.

desempenha papel importante.

O primeiro estágio estabelece um grid sobre o qual será feita a planta da casa, e é empregado um princípio diferente do trabalho anterior: os módulos do grid são obtidos por adição em vez de divisão. Os dois estágios seguintes trabalham os módulos de maneira a formatar os cômodos, pela concatenação de módulos e deslocamento de paredes. Há ainda os estágios de inserção de vãos de portas e janelas e formatação de acessos. Uma computação de regras é apresentada para a formação da planta da villa Malcontenta. Na Figura 10, a aplicação das regras do estágio 7, que insere portas e janelas;

A Gramática do Paraíso, (**Grammar of Paradise**) estuda o desenho de jardins Char-bagh, de origem persa e existentes em partes da Ásia, incluindo o Paquistão e a Índia, de onde vêm os exemplares do corpus de análise. Os jardins do Taj Mahal, visto na Figura 11, são provavelmente os mais célebres deles, embora o elemento mais conhecido do complexo seja o mausoléu.

Este trabalho alia características das duas gramáticas anteriores, como por exemplo a montagem de um grid



Figura 11: visão aérea do complexo do Taj Mahal. No centro, a fonte de água e o sistema de canais que divide o jardim em quatro. fonte: <https://masbadar.com/the-taj-mahal-and-its-gardens/>

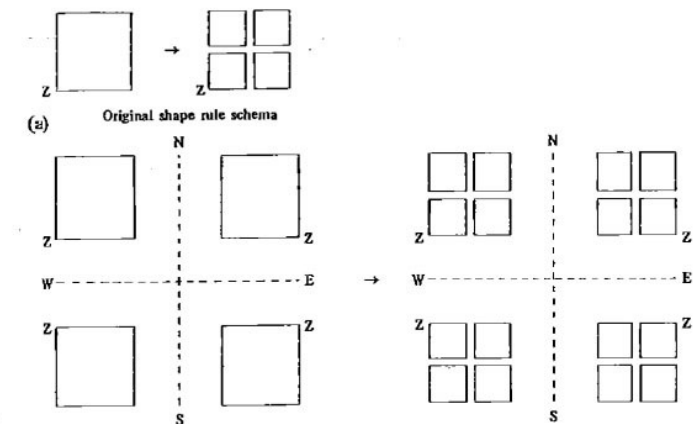


Figura 12: inclusão de marcador nas regras para obtenção de simetria biaxial. fonte: op.cit. p.220.

sobre eixos de simetria, emprego de parâmetros e organização das regras em estágios. Estes dois últimos, na realidade, são praticamente uma constante em todos os trabalhos em gramática da forma à frente.

A metodologia consiste em uma descrição inicial detalhada, com todos os elementos que compõem o jardim, incluindo valores de parâmetros que compõem o traçado dos painéis dos jardins. O grid é formado pela subdivisão recursiva de quatro quadrados, inseridos simetricamente sobre um par de eixos perpendiculares. Os estágios seguintes inserem canais e novos quadrados para formar os desenhos. Há um estágio de eliminação de linhas excessivas.

Como inovação, o emprego de um marcador que garante simetria biaxial, que faz com que os quatro quadrados sofram sempre as mesmas alterações e de forma simétrica tanto no sentido norte-sul quanto leste-oeste (Figura 12). Esse desdobramento permitiria a resolução de vilas de Palladio não contempladas no trabalho anterior, como a Villa Rotonda, de composição biaxial.

Gramáticas tridimensionais – primeiros trabalhos.

The language of the Prairie (1981), de Koning e Eizenberg, trata das casas de pradaria de Frank Lloyd Wright e é o primeiro trabalho em gramática da forma com aplicação em arquitetura em três dimensões e influenciou diversos trabalhos posteriores. Além da tridimensionalidade, tratou também de zoneamento funcional da casa, aspecto também observado por Knight na gramática das salas de chá, de 1981.

O trabalho de Koning e Eizenberg, por sua vez, foi influenciado por *Kindergarten Grammars* (1980), trabalho de Stiny sobre os blocos de Froebel (KNIGHT, 2000). Estes autores fazem a simplificação dos volumes das casas de Wright e os relaciona com blocos de Froebel. Trata-se de um conjunto educativo de blocos de madeira, inventado pelo educador alemão Friederich Froebel (1782 – 1852), criador do primeiro jardim de infância (*kindergarten*). Os blocos teriam sido usados por Frank Lloyd Wright durante a infância, incentivado pela mãe. Stiny (1980) cita uma fala do arquiteto:

Na exposição de jardim de infância de Frederick Froebel minha mãe encontrou os

Gifts. E *gifts* eles foram. Nos *gifts* estava o sistema, como base para o design e a geometria básica por trás de todo nascimento natural da Forma²¹. (p.409).

Stiny (op.cit) apresenta e debate a metodologia proposta pelo educador para as aulas na pré-escola, traçando paralelos com as dinâmicas de projeto em atelier. *Kindergarten Grammars* foi a primeira com regras generativas originais desde o artigo de Stiny e Gips de 1972, além de ser também a primeira com regras que operam em 3 dimensões, com alguns exemplos de resultados na Figura 13.

É interessante observar que, apesar de o título do artigo de 1972 tivesse a palavra “escultura”, a Gramática apresentada tratava apenas de pintura, sem desenvolvimento efetivo para 3 dimensões. Ou em outras formas de arte, como sugerido por Stiny e Gips em 1978. Embora muito recorrente desde *Ice-Ray Grammar*, o emprego de parâmetros não ocorre em *Kindergarten Grammar*.

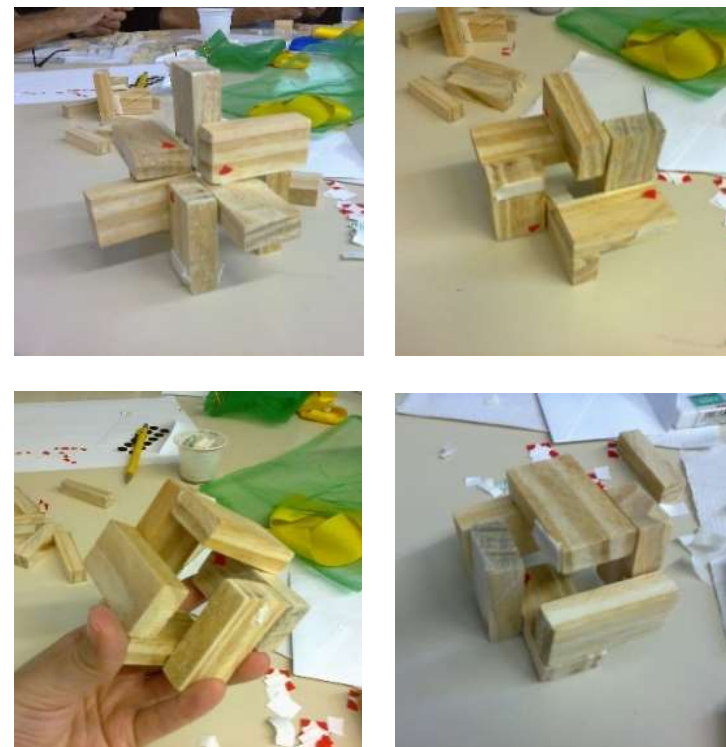


Figura 13: blocos de Froebel: resultados obtidos a partir de diferentes posições de marcadores, que podem ser vistos nas duas fotos superiores, vermelhos. novembro/2012 fonte: acervo da autora.

Stiny ainda discute questões de simetria e ambiguidade e a importância de marcadores nestas questões. Apresenta uma gramática com regras que conjugam uma ou duas formas em uma única relação espacial e resultados distintos

²¹ Tradução nossa. No original: *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*. Decidiu-se por não traduzir

a palavra *gift*, que tem mais de um sentido em inglês: presente, talento, dom, e Wright faz justamente um jogo de significados com esta palavra.

obtidos apenas com a mudança de posição do marcador. Estas gramáticas são pré-definidas e não há variações no resultado obtido. Com a apresentação de regras originais, Stiny ainda especula sobre questões de produção de projeto, intuição e criatividade, e propõe o uso de regras por projetistas, que poderiam, assim, depender menos de inspiração. Knight (1990) observa que uma das grandes dificuldades na elaboração de uma gramática generativa é justamente a definição de regras, destacando que Stiny não explica de onde vêm aquelas propostas para os blocos de Froebel.

The Forty-one Steps, artigo de Knight (1981) sobre as salas de chá japonesas (Figura 14), foi publicado no mesmo número da EPB que a gramática da pradaria. Não é uma gramática tridimensional com as outras duas citadas. Entretanto, a exemplo da linguagem da pradaria, a funcionalidade e as relações de usos dos espaços desempenham papéis importantes nas regras.

Knight (op.cit.) estuda os interiores de um tipo de ambiente que é normalmente de pequenas dimensões e de uso bastante específico. Inicia-se de forma semelhante à gramática de Palladio, com a montagem de um grid que

servirá de base para a planta. Entretanto, enquanto nas villas os cômodos não têm função específica ou relevante, nas salas de chá o conhecimento dos usos dos elementos é essencial para a organização dos espaços e é nisso que se baseiam as etapas seguintes.

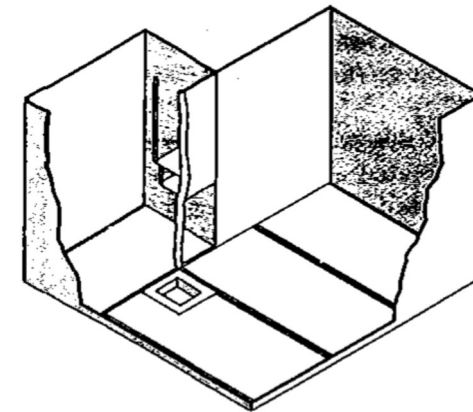


Figura 14: perspectiva explodida de uma sala de chá analisada por Knight.
fonte: EPB, 1981.v.8,p.98

Colocação de local do fogo e dos diferentes acessos (anfitrião, convidados e criados) fazem parte dos elementos obrigatórios. Há ainda regras para elementos opcionais, mas que têm o posicionamento dependente dos demais elementos, em razão da funcionalidade dos espaços para a cerimônia.

Koning e Eizenberg também se concentram no zoneamento funcional das casas para a elaboração da gramática. Os

autores iniciam o artigo observando que, embora as casas de Pradaria de Wright já tivessem sido muito estudadas, nenhuma das análises produzidas até então permitiria a reprodução do estilo. Consideram que a dificuldade de muitos historiadores de arquitetura em “decifrar” o estilo destas casas estava no fato de que teriam sido “[...] desviados pela riqueza da decoração e dos materiais nos projetos”²² (KONING e EIZENBERG, 1981, p. 295). E mesmo que autores como Hitchcock e Giedion percebessem a existência de uma composição volumétrica subjacente, não houve nenhuma metodologia objetiva que elucidasse o esquema compositivo.

Assim, para a determinação da Gramática da Pradaria, é proposta uma observação “desfocada”, ignorando detalhes ditos superficiais, para se concentrarem nos blocos que formam as composições.

Este estudo é feito a partir de um corpus de análise de 11 residências, e para cada uma destas, são apresentadas: plantas, perspectivas, assim como a análises morfológicas. A composição espacial é representada nas perspectivas

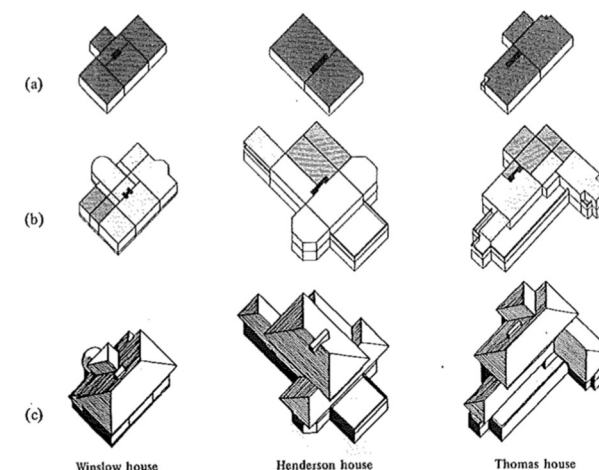


Figura 15: simplificação e decomposição de parte do corpus de análise. fonte: EP&B, 1981. v.8; p.300.

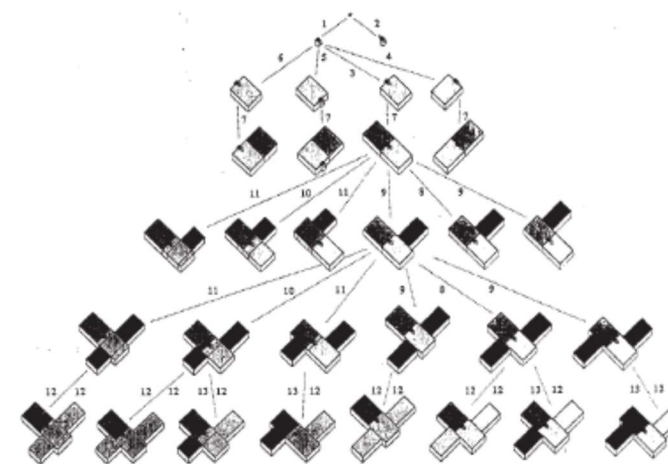


Figura 16: diagrama em árvore, mostrando parte das possibilidades de design, na etapa de zoneamento. fonte: op.cit. p. 305.

²² Tradução nossa. No original: “[...] sidetracked by the richness of the decoration and the materials in these designs”.

axonométricas com diferenciação gráfica para as diferentes zonas de cada uma das casas. Na Figura 15, parte do corpus de análise estudado.

O vocabulário são blocos semelhantes aos de Froebel, mas com dimensões parametrizadas. A forma inicial é um [*] com as coordenadas (0; 0; 0), onde será a posição da lareira, tida pelo próprio arquiteto como um elemento chave da composição dos espaços. As quatro regras subsequentes apresentam possibilidades de localização da zona de *living* enquanto que a sétima regra completa o chamado “núcleo”²³, com a colocação da zona de serviço. Depois são inseridas “extensões obrigatórias”, bloco ou blocos que complementam o volume primário, seguindo-se a subdivisão de cada uma das zonas, com a definição dos usos de cada espaço criado.

Depois da obtenção da composição básica da casa, são propostas regras de “ornamentação”, que insere elementos extras, obrigatórios ou não, como telhados, porões e terraços. De acordo com os autores, estas regras permitem que uma mesma composição básica possua um

considerável número de variáveis. Como se pode constatar no diagrama em árvore apresentado na Figura 16. O trabalho apresenta a aplicação das regras não apenas na composição das casas do *corpus* de análise como também em três novas propostas de projeto, na mesma linguagem das casas projetadas por Wright.

Gramática da Cor

Terry Knight apresentou o uso de cores na Gramática da forma, que podem exprimir questões qualitativas e de materialidade das formas. A autora afirma que “Gramática de cores são uma extensão das Gramáticas da forma” (KNIGHT, 1989, p. 419) e considera a cor como o terceiro elemento da gramática, chamado de “campo de cor” ou ainda de “campo de qualidade”, visto que informará as características deste campo. O primeiro elemento é a forma inicial e o segundo é o conjunto de regras

Knight observa que o uso de cores em desenhos de arquitetura é recorrente, para diferenciação de funções dos

²³ Tradução nossa. No original: *core*.

espaços em planta, por exemplo.

Para a questão da sobreposição de campos com cores, Knight compara trabalhos de artistas plásticos e abordagens para campos de cores sobrepostos. Transporta a questão para a Gramática das cores: a abordagem para formas que se sobrepõem.

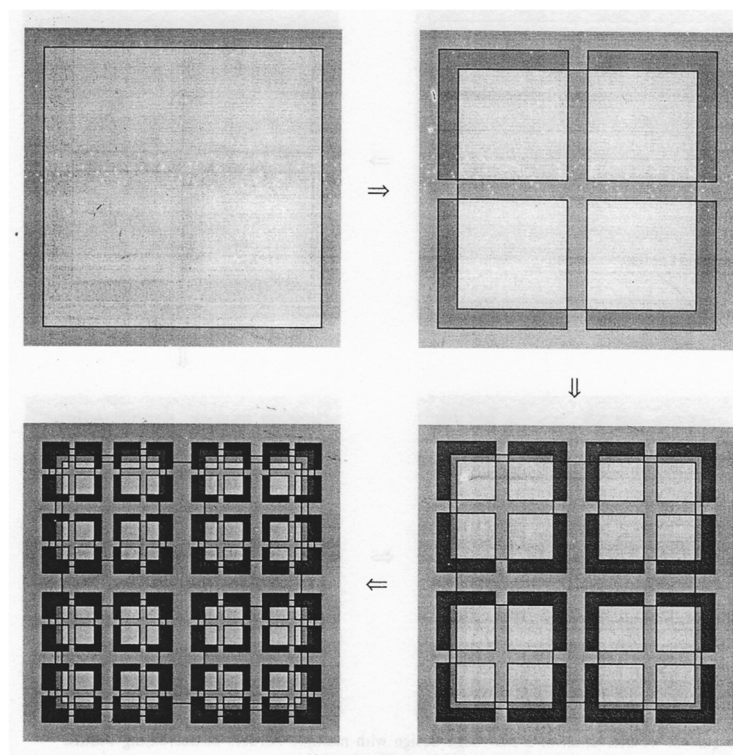


Figura 17: aplicação de regras com cores na Gramática dos jardins Char-bagh.
fonte: EP&B, 1990, v.17, p.80.

Em 1990 Knight publica *Mughul gardens revisited*²⁴, onde ela faz uma releitura da gramática do paraíso (*The grammar of Paradise*) de Stiny e Mitchell, de 1980. A esta gramática, feita originalmente apenas de linhas, Knight adiciona planos de cores, de maneira a evidenciar o paisagismo propriamente dito às regras, como se vê na Figura 17. Como visto no artigo original, os jardins são formados a partir da subdivisão recursiva dos quadrados, que já informam se serão inseridas bordas. Essas bordas, de larguras que devem obedecer a parâmetros têm as regras facilitadas a partir do uso das cores. Regras de sobreposição devem ser elaboradas, uma vez que na aplicação recursiva das regras, podem ocorrer sobreposições destas bordas.

²⁴ Em *Environment and Planning B* v. 73.

Habitação de interesse social e assentamentos informais

A gramática da Malagueira, de Duarte, guarda semelhanças com as casas de Wright, pois opera em 3 dimensões e gera regras já considerando o zoneamento funcional.

O conjunto da Malagueira é um projeto do arquiteto português Álvaro Siza Vieira para habitações populares nas proximidades da cidade de Évora, Portugal. Trata-se de um empreendimento de longa duração, com cerca de 1200 casas de dois pavimentos com pátio, construídas ao longo de mais de 20 anos, iniciadas em 1977.

Foi realizado um levantamento a partir de desenhos obtidos com o próprio arquiteto. Seguiu-se uma classificação em tipos e subtipos das casas, que seguem de maneira aproximada 35 modelos. Duarte explicita, com o uso da Gramática da Forma, regras de composição que possibilitam a produção computacional de novos exemplares, seguindo a mesma linguagem. Ao fim, propõe a implementação das regras em computador, que poderia gerar novos modelos de casas.

O programa em questão é uma ferramenta interativa que proveria soluções de habitação que envolve, além de

projeto, prototipagem rápida e realidade virtual para a visualização deste projeto. O programa desenvolveria também o projeto executivo e determinaria o processo para a fabricação digital das peças e as instruções para a montagem no sítio.

Duarte define a Gramática da Malagueira como sendo uma gramática da forma composta e paramétrica, definida algebricamente por uma matriz. Os termos da matriz são partes da gramática que são realizadas sequencialmente – no caso dos andares – ou simultaneamente, como as paredes, que têm a montagem tridimensional que acompanha a formação dos ambientes, que por sua vez é obtida através da definição dos pisos.

Grammar	Stages		
	1: define first floor	2: define second floor	3: define terrace
F_1	S Z C R D O T		
F_2	↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	S Z C R D O T	
F_3		↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	S Z D T
E			

Key: F_1 —first floor; F_2 —second floor; F_3 —terrace; E —elevation; S—start; Z—locate functional zones; C—locate circulation scheme; R—divide zones into rooms; D—introduce details; O—introduce openings; T—terminate.

Figura 18: sequência dos estágios da gramática da Malagueira. fonte: op.cit., p.35

Estágios sucessivos se dão para a formação das casas. O desenho do primeiro piso é também responsável por definir o que acontecerá no segundo piso e no terraço. A definição

da fachada, por outro lado, acontece à medida em que os estes estágios acontecem. A Figura 18 indica a ordem a sequência de aplicação das regras e desenvolvimento da definição da casa.

O primeiro estágio é subdividido em passos: início, zoneamento, circulação, divisão das zonas em cômodos, detalhes, vãos e término. Marcadores são posicionados de maneira a iniciar o estágio seguinte, o do segundo pavimento, que deverá seguir os marcadores do estágio anterior como referência, de forma a satisfazer questões estruturais – as paredes são alvenarias de tijolos de concreto autoportantes (DUARTE, 2001). Os mesmos passos do estágio anterior deverão ser seguidos. O terraço seguirá a mesma lógica, apenas com passos a menos, já que não há cômodos a serem inseridos. Na Figura 19, modelos obtidos com a aplicação das regras.

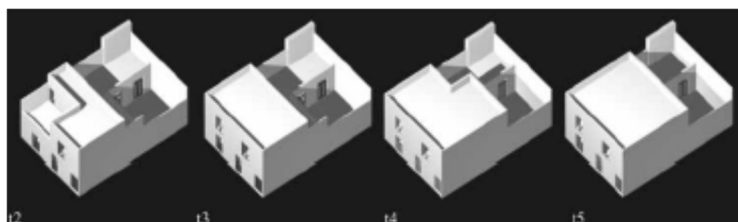


Figura 19: quatro modelos obtidos com a aplicação das regras. EP&B, p.377.

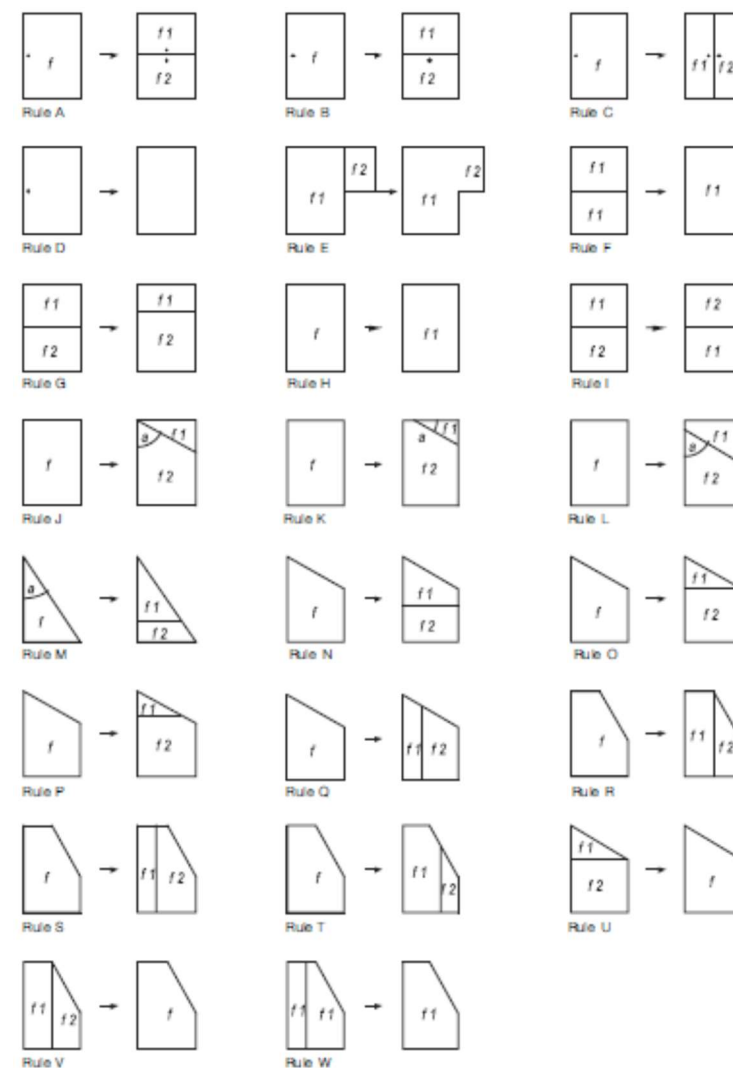


Figura 20: regras simplificadas - sectionamento dos polígonos para formação das zonas e dos ambientes. fonte: EP&B, p.356.

Na definição da Gramática, a forma inicial é o lote de forma retangular, e a formação da planta parte do princípio do pátio, elemento tradicional nas casas da região, e que é adotado por Siza. As regras aplicadas em cada estágio e em cada passo seguem um esquema de seccionamento recursivo e de concatenamento de polígonos, como se pode ver no esquema simplificado da Figura 20. Marcadores são utilizados para informar a última divisão feita e qual o próximo retângulo a ser seccionado. Este é o esquema básico em todos os passos, mas é uma visão resumida do programa, que trata de todos os detalhes para a definição de plantas, cortes e elevações das casas. O artigo de 2005 apresenta as regras detalhadas, que vão além da formação do layout das casas: insere paredes com espessuras e produz o dimensionamento de escadas, entre outros temas. Duarte foi também responsável por uma pesquisa sobre a Medina de Marrakech, tendo o quarteirão Zaouiat Lakhdar, demarcado na foto de satélite da Figura 21, como estudo de caso. Trata-se de um agrupamento urbano peculiar, que tem malha urbana de traçado “orgânico”, onde se observam

as “conexões intrincadas entre as configurações urbanas e as casas-pátio”²⁵ (DUARTE e ROCHA, 2006, p.860).

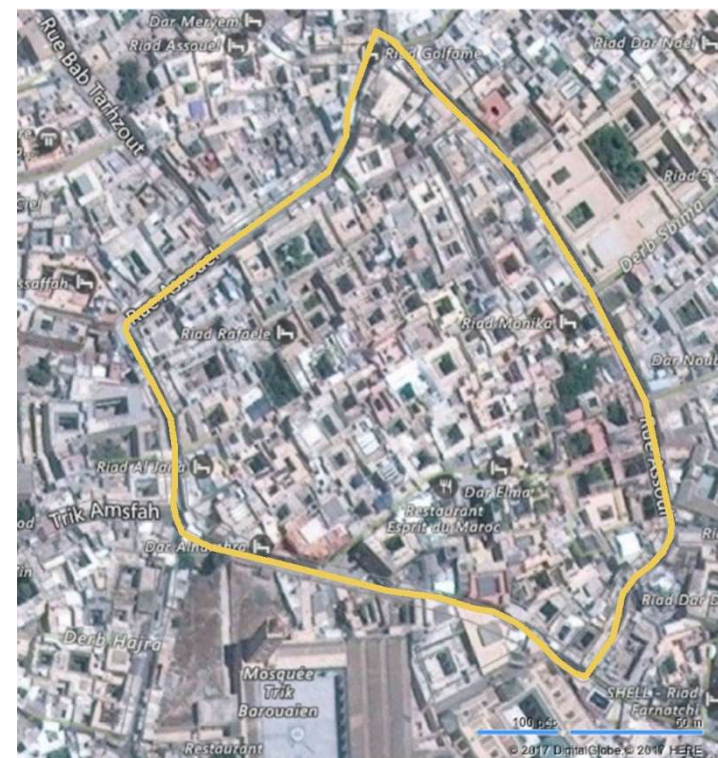


Figura 21: trecho da medina de Marrakech, com destaque para o quarteirão Zaouiat Lakhdar. fonte: arte da autora sobre imagem do Bing Maps.

Construções com pátios internos e traçado urbano característico, com vias estreitas e de difícil visualização na imagem de satélite.

Este conjunto, diferentemente de Malagueira, não é resultado do projeto de um arquiteto, mas foi construído ao

²⁵ Tradução nossa. No original: *"intricate connections between the urban configurations and the patio houses"*.

longo de vários anos, ou mesmo séculos, resultado de fatores como religião, tradições e cultura locais e as necessidades familiares. O conjunto dos trabalhos definiu três subgramáticas: a Urbana, a da Negociação e a da Casa-pátio²⁶, a primeira define os arruamentos e acessos; a segunda refere-se ao hábito local de se negociar espaços de pavimentos acima do alinhamento dos terrenos com os vizinhos, e a terceira trata das casas. Essas subgramáticas operam de maneira razoavelmente, mas não totalmente, independentes.

Para esta pesquisa, o quarteirão Zaouiat Lakhdar, que é um dos mais antigos de Marrakech, foi escolhido por ter uma malha urbana relativamente bem preservada e um bom equilíbrio no funcionamento socioeconômico interno (DUARTE *et al.*, 2005). Neste, verificou-se a forma como se dão os arruamentos, a relação com as construções e as particularidades, que são o grande desafio para o inferimento das regras. As vias públicas são estreitas e tortuosas, muitas vezes cobertas pelas construções, fato que lembra muito a configuração da malha viária da

Rocinha. A diferença crucial entre os dois conjuntos urbanos está na configuração das construções. Questões de ventilação e insolação são equacionadas no interior destas, com o pátio interno, obrigatório nas casas localizadas nas medinas. Na Rocinha não existem tais pátios, o que acaba gerando graves problemas de salubridade em vários pontos da favela.

Duarte *et al.* observam que outras gramáticas da forma como de *Ice-ray* e a de *Palladio* operam em uma escala muito menor, e citam duas experiências anteriores em contexto urbano: a de Catherine Telling, que em 1996 codificou uma gramática para a região portuária de Frierichshafen, Alemanha, e a de Beirão e Duarte, que empregaram a gramática da forma como proposta de abordagem em ateliers de projeto urbanístico na escola de arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa, em 2005.

O artigo discute meios de abordagem para a definição das regras, e a escolha para a abordagem a ser assumida seria entre dois princípios distintos: *top-down* ou *bottom-up*, ilustradas nas figuras 22 e 23. No trabalho alemão, foi

²⁶ No original: *Urban Grammar, Negotiation Grammar and Patio-house Grammar*.

utilizada a abordagem top-down, que faz a subdivisão recursiva dos espaços públicos, até se chegar aos lotes. A opção bottom-up faz primeiro a definição dos lotes, que por sua vez faria o surgimento das vias públicas. Esta solução resolveria o traçado urbano a partir da resolução das questões em menor escala.

Os autores observam que, embora exija um algoritmo com mais inteligência embutida, a solução produzida faria mais justiça à malha orgânica típica. Entretanto, desencontros ocorreriam no fechamento do conjunto, o que pode acarretar em “colisões” entre os *becos* ²⁷, gerando problemas no plano geral. As pesquisas históricas, que poderiam elucidar a dinâmica, são inconclusivas, há diferentes opiniões de como teria ocorrido o processo de ocupação do solo.

Seguiu-se com discussão de soluções mistas: top-down seguida de bottom-up ou bottom-up seguida de top-down, exibidas na Figura 24. Optou-se, por fim, finalmente, pela segunda opção, que facilitaria a questão da colisão dos becos, mas que ainda possibilitaria a formação orgânica dos

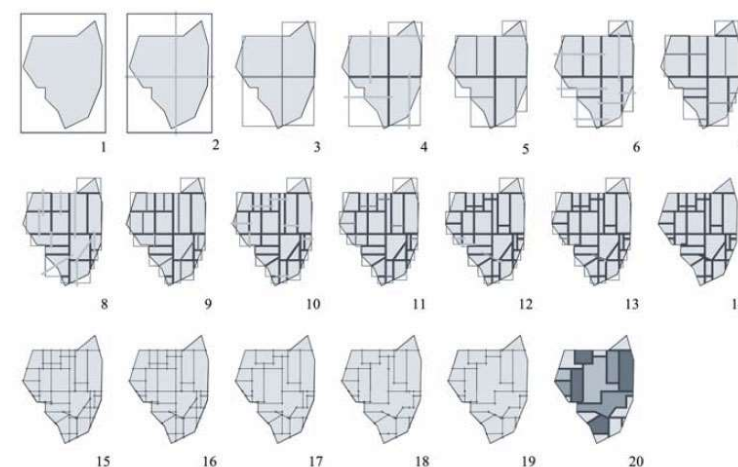


Figura 22: abordagem top-down, subdivisão e concatenação recursivas do espaço global para formação das quadras. fonte: Duarte *et al.* 2005.p.10.

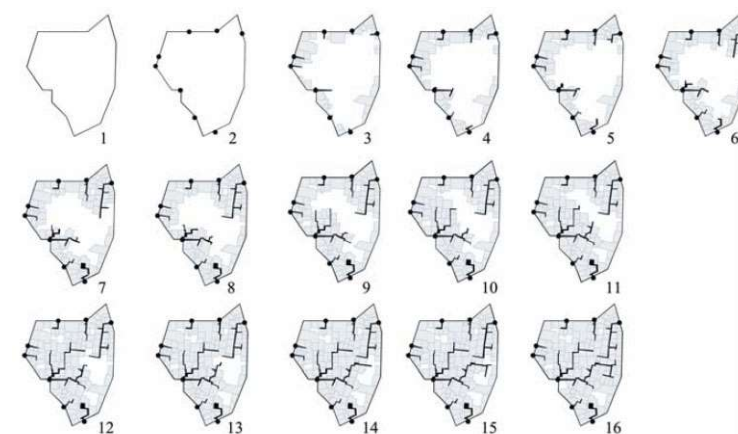


Figura 23: abordagem bottom-up. Parte da inserção dos lotes para a demarcação das ruas. fonte: op.cit. p.11.

²⁷ Tradução nossa. “derb”, no original.

arruamentos.

Resolvida a forma de abordagem, seguem-se finalmente para a definição dos estágios da gramática. Estes são em seis: (1) definição dos limites do bairro; inserção (2) das entradas dos becos, (3) de extensores e articuladores para formação dos becos; (4) de lotes ao longo dos becos e (5) de lotes no fim dos becos e por fim (6), modificação de layout dos becos ou dos lotes.

Os autores ressaltam que esta gramática, a exemplo de várias outras, não é determinística, que várias opções são possíveis em cada etapa da formação do algoritmo.

Embora a pesquisa tenha se concentrado no quarteirão *Zouiat Lakhdar*, que compõe o corpus de análise do desenho urbano, para a subgramática das casas apenas três das oito unidades estudadas pertencem a esta área específica. As outras cinco localizam-se na vizinhança. Apesar disso, esta diferença de localização não teve impacto na produção das regras, uma vez que as casas teriam um mesmo princípio de composição, de acordo com pesquisas preliminares (DUARTE & ROCHA, 2006).

Essas casas são formadas essencialmente a partir de um pátio envolvido por dois anéis, um deles que forma a *loggia*

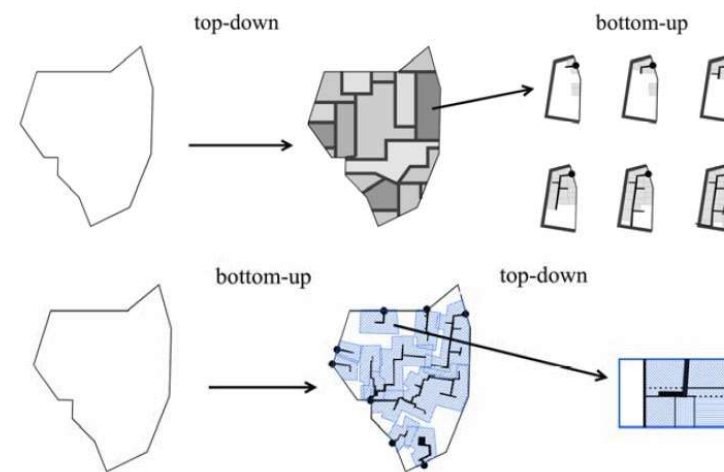


Figura 24: abordagens mistas. fonte: op.cit. p.12.

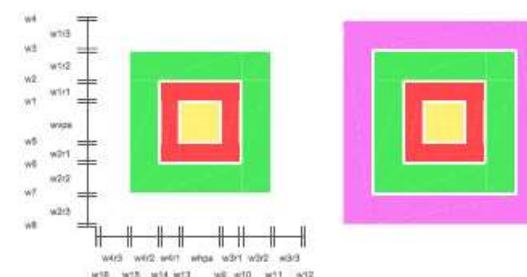


Figura 25: padrão básico das casas-pátio na Medina. Em amarelo, o pátio; anel vermelho: a loggia, o verde, cômodos. O terceiro anel, opcional, mais cômodos. fonte: DUARTE e ROCHA, 2006, p.863.

e o outro, os cômodos. Eventualmente pode ocorrer um terceiro anel, onde se acomodam outros cômodos ou que servem para estender os existentes. Este terceiro anel normalmente é incompleto. Na Figura 25, esquema básico das casas: em amarelo o pátio, em vermelho a *loggia* e em

verde, os cômodos, os três elementos obrigatórios. No desenho da esquerda, um terceiro anel em violeta, opcional.

A Gramática das casas-pátio se dá em seis estágios. O primeiro deles definição do padrão básico, ou seja, a inserção do pátio e dos dois anéis obrigatórios, nos dois pavimentos (Figura 26). O segundo estágio define a entrada no imóvel, que tem uma forma tipo sifão, que impede a visualização ou penetração direta ao pátio, de forma a manter a privacidade da família. O seguinte faz a inserção da escada de acesso ao piso superior, que pode também ser mais de uma. O estágio quatro subdivide os anéis para formação dos cômodos, o quinto faz as aberturas de vãos e o sexto e último, detalhes.

No artigo são apresentadas as regras dos 3 primeiros estágios, e ainda de forma bastante simplificada. Embora os autores citem medidas, os parâmetros tampouco são citados. Entretanto, a falta desses dados não compromete a compreensão dos princípios da composição das casas.

Cores são empregadas nestas regras simplificadas, o que facilita muito a leitura e a compreensão da relação das partes na composição.

A gramática de Marrakech interessou bastante principalmente durante o workshop sobre a Rocinha, uma vez que trata de um assentamento informal que tem uma malha urbana de conformação não ortogonal, que segue a formação dos espaços privados e a topografia do terreno.

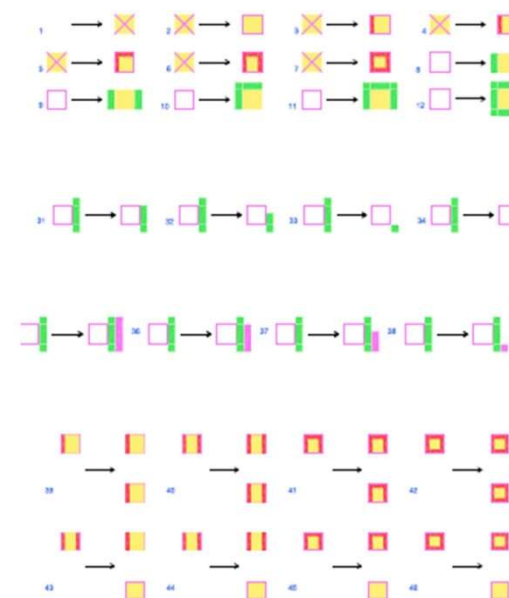


Figura 26: primeiro estágio. Inserção de pátio e anéis, que podem dar volta completa no pátio ou não. Inserção do segundo pavimento nas duas últimas linhas de regras. fonte: op.cit.,p.864.

2. A ROCINHA



2.1. Favelas no Rio de Janeiro

Segundo dados do IBGE (2010), a população do Brasil que habita favelas ou similares é de 11.425.644 habitantes, o que equivale a cerca de 6% do total da população brasileira. Os chamados “aglomerados subnormais” são em número de 6329 e estão presentes em 323 municípios brasileiros, sendo 145 destes na região sudeste. A Figura 27 apresenta um mapa do país com a distribuição destes municípios. Pode-se constatar a presença das favelas em todos os estados do país, com uma concentração maior nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, os dois estados com os maiores PIB (Produto Interno Bruto) do país.

O IBGE aponta como uma das razões do surgimento e crescimento das favelas o processo de urbanização do país, que atraiu da população dos campos para as cidades. Estes migrantes passaram a habitar os locais preteridos pela população existente, como encostas de morros e várzeas de rios, que são ambientalmente protegidos e sem interesse

²⁸ A *Evolução Urbana do Rio de Janeiro* foi escrito em 1978 e publicado pela primeira vez em 1987 e a edição consultada, de 2013, é a quarta. Entretanto, conforme informa o próprio autor no prefácio desta

para o mercado imobiliário



Figura 27: mapa do Brasil, com indicação dos municípios com presença de favelas ou similares. Observa-se grande concentração destes nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo. fonte: IBGE (2010, p. 39).

Maurício de Abreu (2013)²⁸ relaciona a formação dos espaços urbanos como uma relação do capital e das lutas de classes. E também afirma o papel desempenhado pelo estado como o de “garantir ao máximo a reprodução do

edição, não houve alteração no texto da edição original, por acreditar que se trata de um retrato da época em que foi escrito.

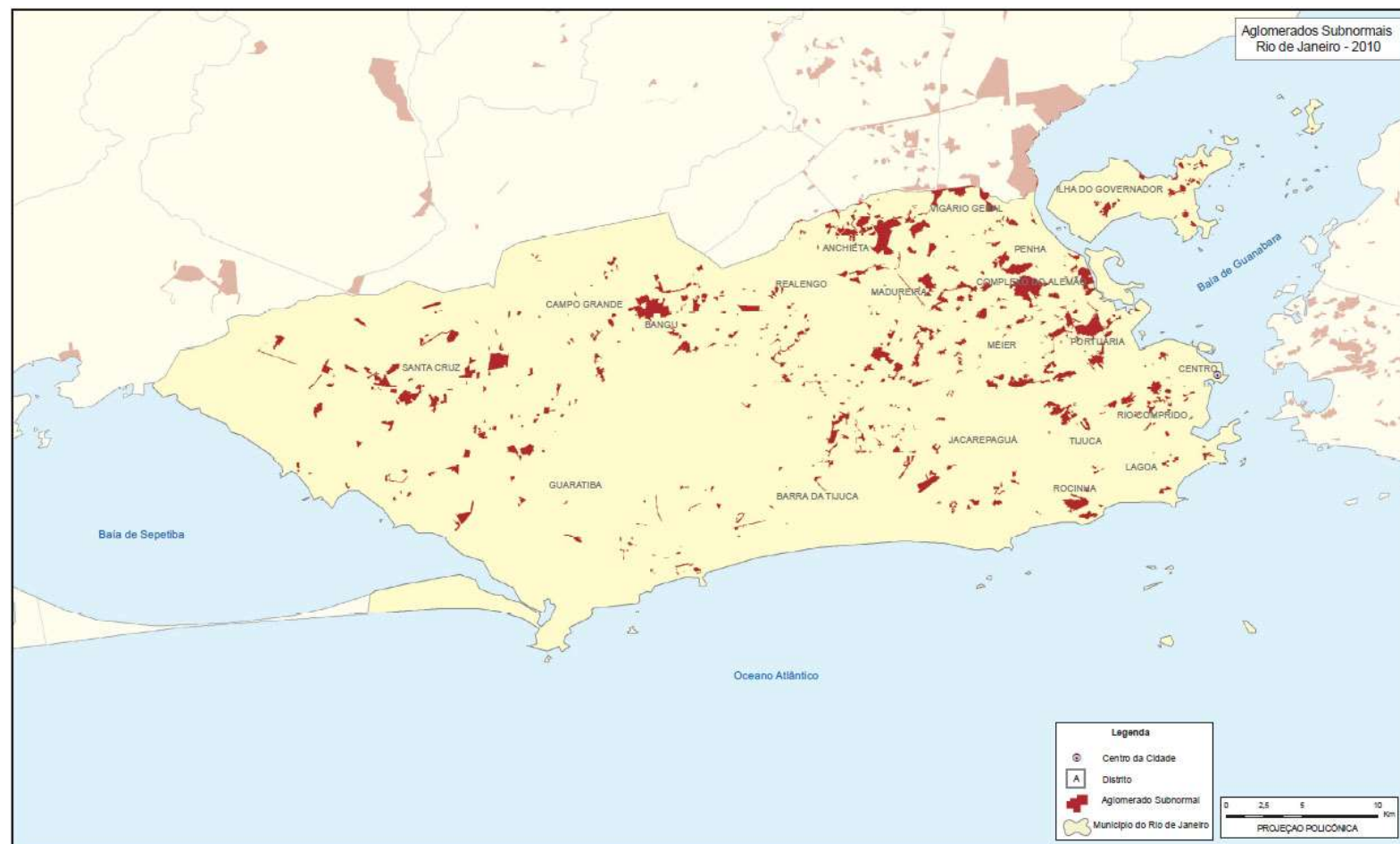


Figura 28: parte da Região Metropolitana do município do Rio de Janeiro, as manchas escuras representam as favelas. A Cidade do Rio de Janeiro é destacada em amarelo. fonte: IBGE 2010, p.35.

Capital” (p. 16), sendo este, portanto, corresponsável pela segregação espacial existente nas cidades, quando privilegia certas áreas em detrimento de outras.

Segundo o autor, diferentemente de cidades norte-

americanas como Nova York, onde os subúrbios pouco densos são habitados pelas classes sociais mais ricas, a Cidade do Rio de Janeiro concentra nos núcleos centrais da cidade essa camada da sociedade. A falta de investimento,

por parte do poder público, em infraestrutura e mobilidade urbanas torna o solo nas áreas suburbanas menos valorizados no mercado imobiliário e consequentemente menos cobiçados. Tais condições acabaram empurrando para estas os habitantes de menor renda. Abreu afirma, entretanto, que a diferença é apenas formal, pois a lógica tanto no caso de Nova York quanto no Rio é a mesma, a concentração dos ricos em determinadas áreas provoca o esvaziamento econômico em outras, para onde os pobres são forçados a ficar.

O caso das favelas das áreas centrais das cidades nos parece operar pela mesma lógica: os pobres ocupam áreas destas regiões privilegiadas que são preteridas pelas classes mais altas por não possuírem, igualmente, infraestrutura urbana. Na zona sul e boa parte da zona norte da cidade, esses locais são encostas de morros e montanhas, como é o caso da Rocinha. Mas existem também favelas em áreas planas, como o Complexo da Maré, na zona norte da cidade. Entre as da zona Oeste, podem ser citadas Rio das Pedras e Cidade de Deus.

De acordo com dados da década de 1970 (ABREU, 2013), em torno de 70% dos habitantes de favelas das regiões

Centro e sul do Rio de Janeiro trabalhavam próximos à zona de residência. A tabela 1 e o gráfico apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostram dados mais recentes, levantados em 2012 por Cavallieri e Vial a partir de dados do censo do IBGE de 2010. O Quadro 1 indica o crescimento das populações dentro e fora de favelas por Área de Planejamento, entre os anos de 2000 e 2010.

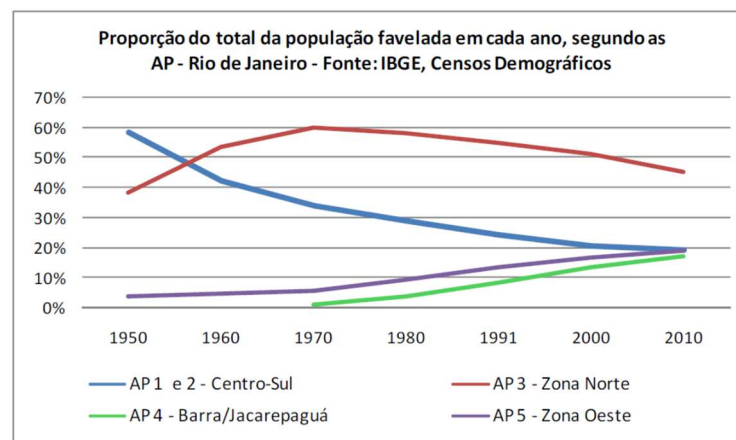
Áreas de Planejamento	variação % da população 2000 - 2010	
	favela	não-favela
total na cidade	19%	5%
AP1 – Central	28%	4%
AP2 – Zona Sul	15%	-1%
AP3 – Zona Norte	11%	-1%
AP4 – Barra / Jacarepaguá	53%	28%
AP5 – Zona Oeste	15%	8%

Quadro 1: crescimento das populações em áreas de favela e de não-favela na Cidade do Rio de Janeiro. Dados totais e por Área de Planejamento. Fonte: dados de Cavallieri e Vial (2012).

De acordo com dados da década de 1970 (ABREU, 2013), em torno de 70% dos habitantes de favelas das regiões Centro e sul do Rio de Janeiro trabalhavam próximos à zona de residência. O Quadro 1 e o Gráfico 1 mostram dados mais recentes, levantados em 2012 por Cavallieri e Vial a partir de dados do censo do IBGE de 2010. O Quadro indica as

taxas de variação das populações dentro e fora de favelas por Área de Planejamento, entre os anos de 2000 e 2010.

Gráfico 1: evolução da proporção dos habitantes em favelas por Área de Planejamento (AP). fonte: Cavallieri e Vial (2012), p.7.



O gráfico acima, por outro lado, apresenta a distribuição da população em favelas entre as Áreas de Planejamento da Cidade do Rio de Janeiro a partir da década de 1950. É importante observá-la com o auxílio do quadro anterior, para entender que não houve decréscimo na população favelada de nenhuma das APs. Pelo contrário, o que houve foi a desaceleração no crescimento de algumas das áreas. Percebe-se então, uma tendência deste crescimento da nas áreas AP4 e AP5, cujas populações de não-favela foram

também as que mais cresceram. Essas zonas são as que contam “com grande disponibilidade de terra relativamente barata e, no caso da Barra da Tijuca, com muitas atividades empregadoras de mão de obra não especializada (construção civil, comércio e serviços gerais)” (CAVALLIERI E VIAL, 2012, p.8). Esses dados reafirmam a tendência verificada por Abreu (2013) na década de 1970.

O Estado do Rio de Janeiro possui uma população de aproximadamente 16,5 milhões de habitantes, representando 8,4% da população total do país e é o terceiro estado mais populoso do Brasil. Possui o segundo maior PIB²⁹ do país, o que explica em parte a atração de migrantes para o estado – este deslocamento de populações são uma das razões do surgimento das favelas. As populações migrantes pobres, juntamente com os que já habitam o estado, ocupam os locais preteridos pelos mais ricos e carentes de infraestrutura urbana, como já explicado anteriormente.

Assim, neste estado estão 1332 favelas, que ocorrem em 42

²⁹ De acordo com o IBGE, em 2013, o PIB de São Paulo foi R\$ 1,7 trilhões e do Rio de Janeiro, R\$ 626 milhões, sendo os PIBs per capita R\$39 mil e R\$ 38mil, respectivamente. Números aproximados.

dos 92 municípios fluminenses. A população é em torno de 2 milhões de habitantes, o que corresponde a cerca de 12,2% da população do estado, e apenas a Cidade do Rio de Janeiro concentra 1.393.314 destes habitantes, distribuídos em 426.965 domicílios localizados em 763 destes assentamentos. Esta população corresponde a 22% da população total da Cidade, que é de 6.288.588 habitantes (IBGE, 2010, pp. 57-61).

Segundo o IBGE, um “aglomerado subnormal” é definido como

[...] conjunto constituído de, no mínimo, 51 unidades habitacionais (barracos, casas etc.) carentes, em sua maioria de serviços públicos essenciais, ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e densa.

Além disso, também define alguns atributos:

- Urbanização fora dos padrões vigentes - refletido por vias de circulação estreitas e de alinhamento irregular, lotes de tamanhos e formas desiguais e construções não regularizadas por órgãos públicos; ou

- Precariedade de serviços públicos essenciais. Os aglomerados subnormais podem se enquadrar, observados os critérios de padrões de urbanização e/ou de precariedade de serviços públicos essenciais, nas seguintes categorias: invasão, loteamento irregular ou clandestino, e áreas invadidas e loteamentos irregulares e clandestinos regularizados em período recente.

Interessante notar que nesta definição a questão de legalidade na posse não é determinante para a categorização, uma vez que mesmo áreas com casas já legalizadas ainda podem ser classificadas como “aglomerado subnormal”. Aliadas à questão da propriedade, ou a falta desta, estão a precariedade de serviços públicos e a “urbanização fora dos padrões vigentes”. É o caso da Rocinha, que mesmo com o decreto de transformação da favela em bairro, integrante única da XXVIII Região Administrativa ³⁰, segue com a mesma classificação, uma vez que a situação da maior parte condiz com os critérios estipulados pelo instituto.

³⁰ Regiões administrativas (RAs) são subdivisões da Cidade do Rio de Janeiro, que congrega bairros vizinhos semelhantes. A Rocinha é a

única composta por um único bairro, embora ela seja tradicionalmente subdividida em mais de 20 localidades.

2.2. Localização e dados gerais da Rocinha

A Rocinha situa-se na zona sul carioca, na porção sul do Maciço da Tijuca, cadeia montanhosa que divide as zonas sul e oeste e as zonas norte e sul da cidade, no trecho que separa a Gávea de São Conrado (Figura 30), dois dos bairros com IPTU³¹ entre os mais altos da cidade.

De acordo com dados oficiais do IBGE, a população da Rocinha em 2010 era de 69.161 habitantes, número que faz desta a favela mais populosa do Brasil. Para se fazer uma comparação com a realidade do entorno imediato, em 2010 a população da Gávea era de 14.928 habitantes e de São Conrado, 10.237 (números do Armazém de Dados, PCRJ). Nas proximidades ainda estão as favelas Chácara do Céu (694 habitantes), Vidigal (9.678 habitantes) e Parque da Cidade (1.924 habitantes).

O número de habitantes da Rocinha é controverso, uma vez que diferentes fontes estimam números também diferentes. O site faveladarocinha.com informa que:

³¹ Imposto Predial e Territorial Urbano. Cobrado pelas prefeituras dos municípios sobre a propriedade de imóveis ou terrenos. O cálculo do



Figura 29: localização da Rocinha na Cidade do Rio de Janeiro. fonte: Nossedotti - Obra do próprio, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=23680050>.



Figura 30: Rocinha e entorno. fonte: arte da autora sobre imagem Google Earth

valor deste imposto baseia-se no valor estimado do imóvel. Portanto, quanto mais alto o valor do Imóvel, maior o valor do IPTU.

“A população da Rocinha é estimada em 120 mil moradores pelos registros da Companhia de Energia Elétrica, em 62 mil pelo último censo oficial e em mais de 150 mil segundo os próprios moradores”³².

Parte destes dados também foram citados informalmente pelo arquiteto Marat Troina em reunião com a equipe do workshop³³. Entretanto, não se conseguiu obter uma base de dados que confirmem esses números, apenas o site Wikipedia, que também fornece valores semelhantes sem tampouco citar fontes.

O contraste visual entre o padrão das construções da Rocinha em relação àsquelas dos bairros vizinhos (ver Figura 31) ilustra a diferença de IDS (índice de Desenvolvimento Social) das respectivas populações: 0,779 (São Conrado), 0,756 (Gávea) e 0,533 (Rocinha)³⁴.

Apesar de a ocupação da área ter se iniciado ainda na década de 1930, somente em 1993 a Rocinha foi decretada bairro pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, através da lei nº 1995 de 18 de junho daquele ano. Este decreto proporcionou aos moradores regularização de propriedade

e a possibilidade de elaboração de legislações específicas para as características locais. Ainda assim, a Rocinha continua sendo considerada pelo IBGE como sendo um *aglomerado subnormal*, denominação genérica para agrupamentos urbanos informais.

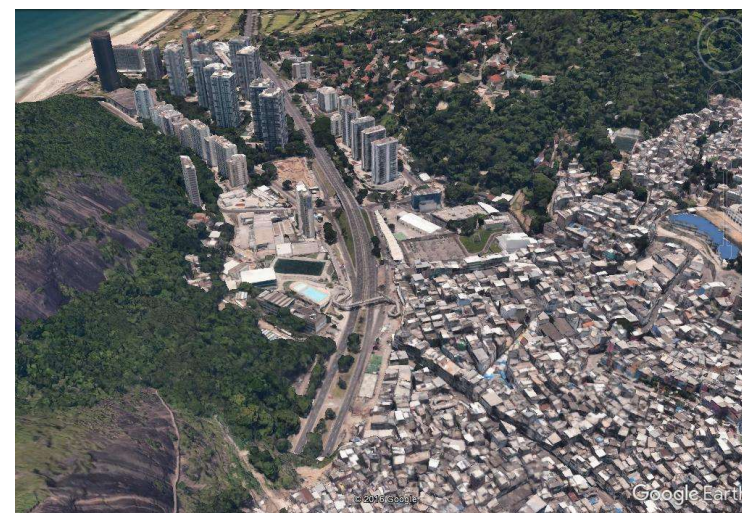


Figura 31: Imagem da Rocinha e de São Conrado. Diferenças entre os traçados urbanos e os padrões edilícios dos dois bairros. fonte: Google Earth.

O início da ocupação deu-se na década de 1930 com a divisão em chácaras da antiga fazenda cafeeira Quebra-Cangalha e ocorreu, inicialmente, ao longo da Estrada da Gávea, via sinuosa que liga os bairros da Gávea e São

³² Página visitada em outubro/2016.

³³ Workshop “Estudando a Rocinha – Uma abordagem em Gramática da Forma”, descrito a partir da página 63.

³⁴ Armazém de dados PCRJ, 2010.

Conrado. Dois parcelamentos irregulares da terra, realizados pelas Companhias Castro Guidon e Cristo Redentor, deram origem à parte da ocupação, que prosseguiu com subdivisões sucessivas dos lotes existentes e depois com invasões das áreas públicas (TOLEDO, *et al.*, 2015, p. 26). Os moradores viviam da produção rural local que era vendida na Praça Santos Dumont, na Gávea. Dessa vocação agrícola da época teria vindo o nome “Rocinha”.

Schlee (2011) observa que a ocupação era bastante rarefeita até a década de 1960, quando se iniciou o processo de conurbação dos núcleos de habitações. Na década de 1970, observa-se uma nova fase, principalmente a partir da abertura do Túnel Dois Irmãos, hoje Zuzu Angel, em 1971. A partir da criação do plano Piloto de Lucio Costa para a Barra da Tijuca, Jacarepaguá e Recreio, de 1969, estes bairros tiveram um grande crescimento, e a abertura da Autoestrada Lagoa-Barra ligou a região recém organizada aos bairros da zona sul, tornando localização da Rocinha ainda mais interessante, uma vez que fica entre dois grandes polos econômicos da cidade. Foi quando se observou uma intensificação do adensamento das construções e expansão dos limites,

[...] que passaram a ameaçar a integridade da Floresta da Tijuca e a ocupar áreas de risco as encostas e talvegues. Sem condições de continuar essa expansão horizontal, [...] iniciou-se um processo acelerado de verticalização[...]" (TOLEDO, *et al.*, 2015, p. 26).

Na Rocinha, como no país como um todo, a autoconstrução é recorrente (CAU-BR/DATAFOLHA, 2015, TOLEDO, 2015). A maior parte dos imóveis é construída sem qualquer projeto formalizado, por vezes pelos próprios moradores, em sistemas de mutirão. Embora na maioria das construções não existam projetos elaborados por profissionais como arquitetos ou engenheiros civis, não nos parece razoável afirmar que se trate de um processo tipicamente “não-autoconsciente”, como descrito por Christopher Alexander (1964).

Muitas das pessoas envolvidas nas construções, apesar de não possuírem educação formal em arquitetura, engenharia civil ou curso técnico de edificações, são operários da indústria da construção civil e possuem conhecimento prático. Há profissionais, portanto, capazes de erguer alvenarias de tijolos e executar estruturas de concreto armado, o mais recorrente nas construções da cidade.

Segundo Alexander, o processo construtivo de uma

sociedade não-autoconsciente é um baseado em tradições orais passadas através de gerações e teria uniformidade em razão da adequação dos materiais utilizados e das necessidades próprias destas sociedades. O *savoir faire* viria da prática: execução, tentativa e erro por parte dos construtores, ocorrendo ao longo de gerações. As favelas são um fenômeno que se iniciou no século XX, e, portanto, não houve ainda tempo de criação de uma tradição construtiva, em que pese uma tradição de autoconstrução de moradias nos locais de origem de parte dos migrantes.

À medida em que as áreas livres se esgotam, as construções se verticalizam, sendo comum a ampliação das casas com a adição de novos pavimentos para acomodar filhos que se casam ou para criação de cômodos de aluguel.

Entretanto, à medida em que as demandas de espaço aumentaram e as construções se verticalizam, as soluções não acompanham as “boas práticas de arquitetura e engenharia” segundo Toledo *et al.* (op.cit.), que descreve alguns dos problemas que ocorrem: escadas mal dimensionadas e irregulares, perdas de espaços por elementos mal colocados e frequentes subdimensionamentos de cômodos e de vãos de ventilação



Figura 32: Rocinha vista do topo da Estrada da Gávea. Bairro de São Conrado ao fundo. Foto da autora, março/2013.



Figura 33: bairros da zona sul carioca vistos a partir do Laboriaux, na Rocinha - Gávea, Jardim Botânico, Lagoa, Ipanema, Leblon. Foto da autora, março/2013

e iluminação.

Segundo Dias *et al*:

[...] 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. (2013, p. 25)

O resultado destas dinâmicas de ocupação é um conjunto bastante adensado (Figura 36), com um sistema viário de desenho complicado, com vários becos sem saída e muitas vezes com menos de um metro de largura. Por isso, grande parte das vias não são carroçáveis, dificultando a chegada de carros de coleta de lixo ou de emergência como ambulância e bombeiros.

Em muitos dos becos há o avanço dos andares superiores das construções lindeiras sobre a via, gerando túneis e limitando ainda mais a ventilação e iluminação naturais (Figura 37). Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, imagem de satélite da Rocinha, vê-se que, fora as vias

principais, é difícil definir os becos, em



Figura 34: visão do bairro de São Conrado a partir da passarela sobre a Autoestrada Lagoa-Gávea. foto da autora, março/2013



Figura 35: visão do bairro da Rocinha, a partir da mesma passarela da foto anterior. foto da autora, março/2013.

razão da estreiteza ou da ocupação dos espaços aéreos destas, como pode ser ver na Figura 37.

Esta ocupação tão adensada, aliada às estruturas de concreto armado superdimensionadas e o solo rochoso são fatores, por outro lado, para a estabilidade das edificações. São pouco frequentes os desabamentos das construções, seja pela não ocorrência de deslizamentos de terra, seja pela estrutura executada em casas que acabam escorandose umas nas outras

Na elaboração do Plano Diretor Sócio-espacial da Rocinha, ocorrida entre os anos de 2005 e 2007, foi realizado um diagnóstico urbanístico que revela como principais problemas a ocupação excessiva do solo, a falta de saneamento básico, a má qualidade das construções e a dificuldade de mobilidade. Segundo Toledo *et al.* (2015), estes são os problemas a se enfrentar prioritariamente, embora não fossem os únicos. O arquiteto ainda apresenta parte das propostas do Plano Diretor, onde destacamos a sugestão de verticalização das construções como forma de liberação dos espaços excessivamente ocupados, que além da questão da dificuldade de mobilidade ainda acarreta

questões de salubridade.



Figura 36: imagem de parte da Rocinha vista do alto de uma casa, na Estrada da Gávea. foto da autora, março/2013.



Figura 37: avanço das construções sobre os becos, tanto no nível do solo quanto dos andares superiores das construções. fotos da autora, março/2013.

O alargamento da Rua 4 (Figura 44) é uma das partes do plano efetivamente realizada, assim como a construção de um conjunto de edifícios numa antiga garagem de ônibus para as famílias removidas na primeira ação.

A Rocinha tem uma densidade populacional bastante alta, com uma taxa de ocupação do solo bem superior à de outros bairros. Toledo *et al.* (2015) analisam o setor AI-2 da Rocinha em relação a trechos de tamanho semelhante nos bairros de Copacabana, Jardim Oceânico e Santa Teresa. São comparadas as taxas de área construída destes bairros, que são de 46,8%, 34,0% e 46,9% respectivamente contra a da Rocinha, que é de 66,4%.

Além da alta taxa de ocupação do solo, as construções são bastante verticalizadas. Num universo de 1869 edificações, 938 possuem 3 pavimentos e 413 possuem 4 (TOLEDO, et al., 2015). Estes dois gabaritos juntos correspondem, portanto, a 72,3% do total das construções do setor. Há ainda edificações de até 7 pavimentos neste setor e há relatos de uma edificação de 11 pavimentos em outro setor. O alargamento da Rua 4 (Figura 44) é uma das partes do plano efetivamente realizada, assim como a construção de um conjunto de edifícios numa antiga garagem de ônibus



Figura 38: edifícios coloridos executados para realocação de população relocada em razão do alargamento da Rua Quatro. março/2013. foto da autora.



Figura 39: Vista do mesmo conjunto, a partir da Estrada da Gávea. março/2013. foto da autora.

para as famílias removidas na primeira ação.

A Rocinha tem uma densidade populacional bastante alta, com uma taxa de ocupação do solo bem superior à de outros bairros. Toledo *et al.* (2015) analisam o setor AI-2 da

Rocinha em relação a trechos de tamanho semelhante nos bairros de Copacabana, Jardim Oceânico e Santa Teresa.

A questão da violência é um grande estigma nas favelas, e faz crescer ainda mais o abismo social existente entre os

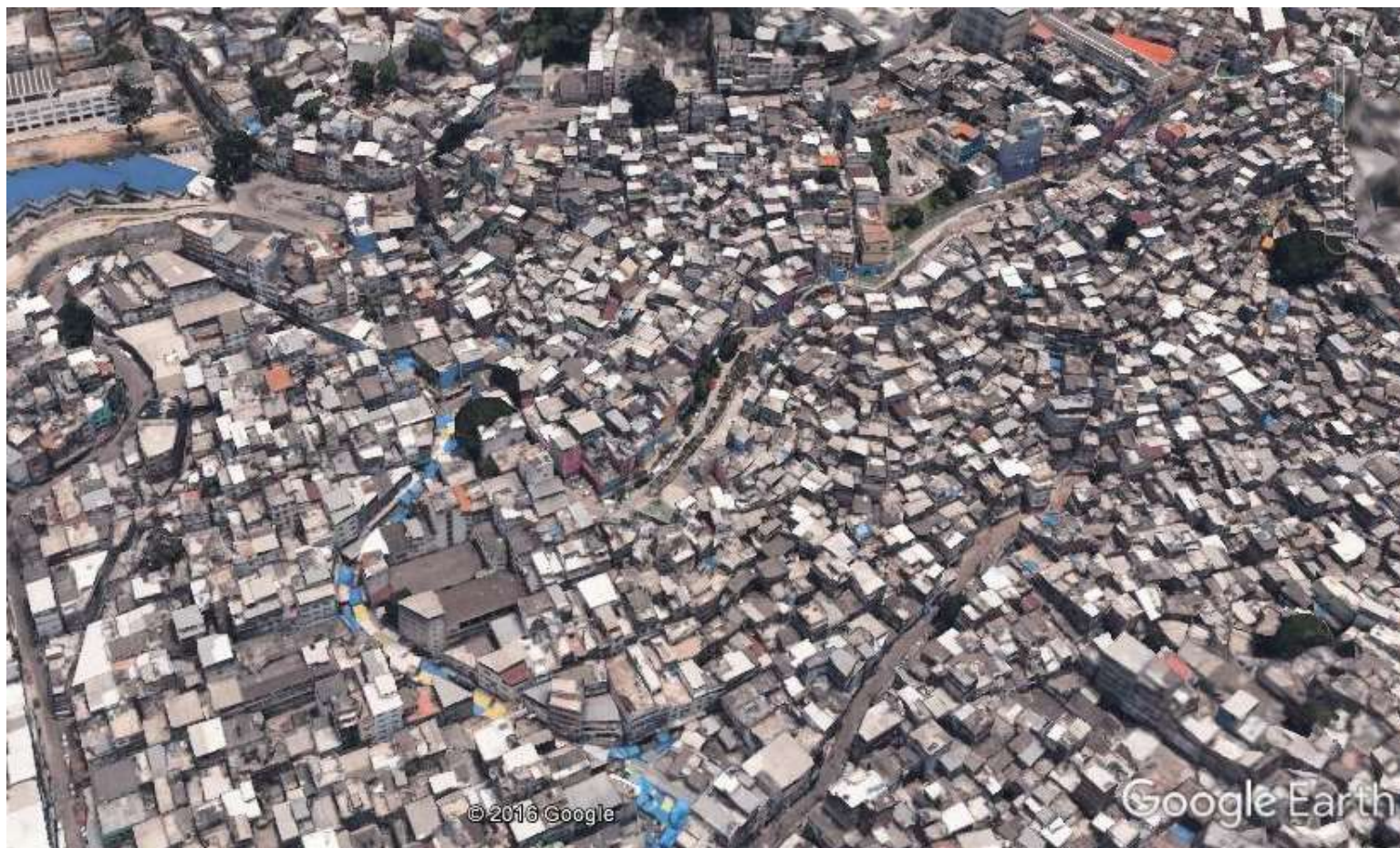


Figura 40: imagem de satélite da Rocinha. Embora seja possível visualizar as vias principais, vários dos becos não são perceptíveis em mapas ou fotos aéreas, em razão das dimensões ou da forma de ocupação. fonte: Google Earth.

moradores das diferentes partes da cidade: a favela e o “asfalto”. Em 2008 foi iniciado o projeto da Secretaria de Segurança do Estado do Rio de Janeiro chamado UPP (Unidade de Polícia Pacificadora), que consiste na implantação de unidades de polícia instaladas dentro de favelas, com o objetivo de combater criminosos armados. O projeto iniciou-se na favela Santa Marta e foi se expandindo para outras localidades dentro da Região Metropolitana do Rio, principalmente na capital.

Depois da prisão de chefes de quadrilhas de tráfico de drogas e a implantação da UPP, em setembro de 2012, houve um período de relativa paz na Rocinha, o que favoreceu o fortalecimento do turismo na região, inclusive com a abertura de hostels dentro da favela.

Entretanto, as políticas de segurança pública acabaram por fracassar (JANOT, 2017), e a situação da criminalidade voltou a ser revertida, com a intensificação da ação de traficantes. Na Rocinha especificamente, o assassinato do ajudante de pedreiro Amarildo por policiais da UPP local gerou um grande escândalo e “tornou-se o símbolo das manifestações no Brasil em Junho de 2013, do Recife a Porto Alegre: ‘Cadê o Amarildo?’” (COELHO, 2014). Esse

acontecimento acabou desgastando ainda mais a imagem das UPPs, que, entretanto, continuavam em funcionamento até o fechamento desta tese.

2.2.1 Setor AI-2 – características gerais observadas

Em razão das grandes dimensões da Rocinha, decidiu-se por fazer a análise em apenas uma área específica. A favela é tradicionalmente dividida mais de 20 setores, mas foi feita uma nova subdivisão pela equipe que elaborou o Plano Socioespacial em 8 Áreas de Interesse (AI), como mostra a Figura 41.

O setor AI-2, em destaque na Figura 42, foi selecionado por Toledo *et al.* (2015) como área para aplicação dos estudos realizados em pesquisa financiada pela FINEP e publicada em livro. Toledo considera esta uma área interessante porque reúne questões como topografia acidentada e alta densidade, entre outras. Do Plano Socioespacial apresentado, já foram realizados o alargamento da Rua Quatro e a construção de um conjunto habitacional para abrigar os moradores retirados para as referidas obras. O workshop “Estudando a Rocinha: uma abordagem em gramática da forma”, apresentado mais à frente, adotou o mesmo setor, pelas razões enunciadas por Toledo e pelo volume de dados existente. Esta tese, que dá continuidade

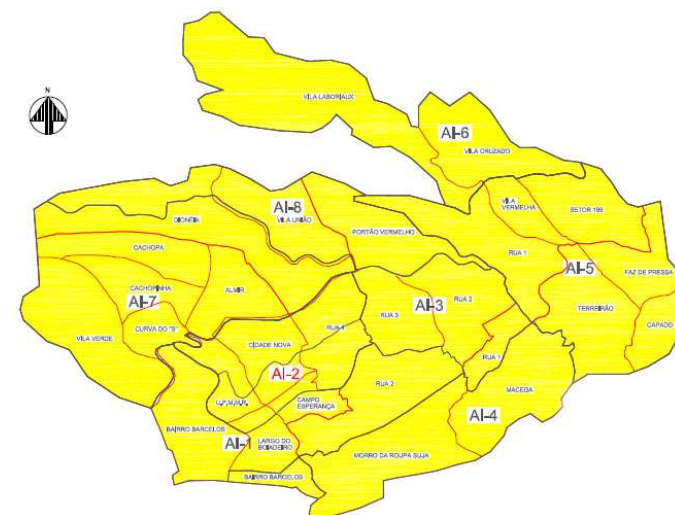


Figura 41: setores tradicionais e as áreas de Interesse (AI) propostas pelo plano Sócio-espacial. fonte: MT Arquitetura.



Figura 42: Rocinha com setor AI-2 em destaque. fonte: arte da autora sobre imagem Google Earth.

aos trabalhos deste workshop, se concentra também no mesmo setor.

Tipos de Logradouros

O tipo de logradouro são basicamente dois: **ruas principais** ou **becos**. As ruas principais são as ruas carroçáveis, que, na verdade, são poucas em toda a Rocinha, mas são essenciais para o deslocamento de pessoas, mercadorias e serviços. No setor AI2 (Figura 42), essas ruas são a Estrada da Gávea (Figura 43), a rua Quatro, (Figura 44) também chamada de Rua Nova pelos moradores, e trechos de outras ruas, como a parte da Rua 1 que chega ao Largo do Boiadeiro. A Rua Quatro era um beco longo que corta uma boa parte da área chamada Cidade Nova, e por esta razão foi escolhida para ser alargada no Plano Sócio- espacial, com a finalidade de se criar um binário com a Estrada da Gávea e aliviar o excesso de trânsito (TOLEDO, et al., 2015). Por ser originalmente um beco, não poderia ter como regras as mesmas empregadas na Estrada da Gávea, principalmente no tocante aos usos. Entretanto, é importante observar como será a evolução dos imóveis localizados na Rua Quatro ao longo do tempo



Figura 43: Estrada da Gávea. Via principal do bairro, com duas pistas e trânsito de automóveis, motos, ônibus, vans. março/2013. Foto da autora.

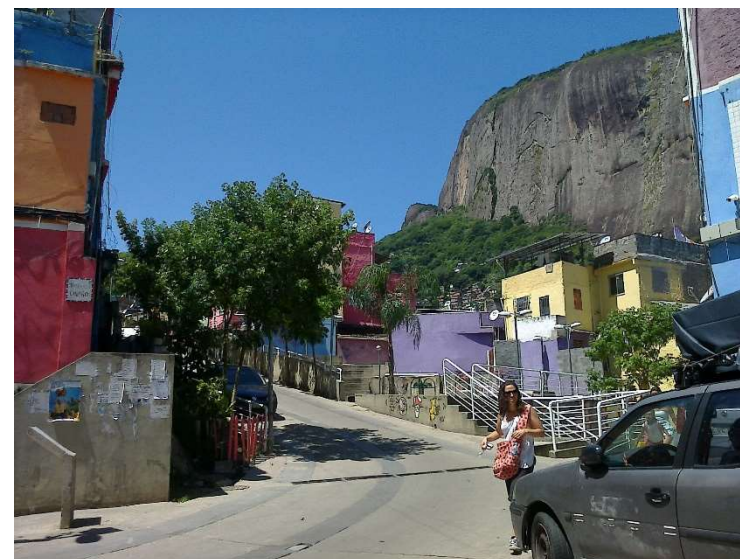


Figura 44: rua Quatro, antigo beco alargado e reurbanizado. março/2013. foto da autora.

e se haverá uma mudança no perfil de uso da rua.

Com relação aos becos³⁵, existem os que possuem saída, conectando-se às ruas principais, como na foto da Figura 46, ou a outros becos, e as sem saída, que terminam em casas. Esses becos também podem ser em escadarias, como na Figura 45, rampas ou planos, de acordo com a topografia. Podem ser em túnel ou descobertos. E podem ser uma conjugação de cada categoria: beco sem saída em escadaria, beco em rampa e em túnel.

Usos

As edificações da Rocinha não se diferenciam tanto daquelas do “asfalto” no tocante aos usos. A existência ou mesmo a frequência com que ocorrem determinados usos depende do setor, a exemplo da cidade dita formal. Os usos mais recorrentes são o habitacional e o comercial; mas também estão presentes edifícios institucionais e educacionais.

Nos becos predominam os imóveis de uso residencial, enquanto que os outros usos costumam se localizar nas vias

principais. Outro dado interessante é que o comércio costuma estar dentro de imóveis de uso misto, com atividade comercial no térreo e habitação nos andares superiores.



Figura 45: beco em escadaria, março/2013. foto da autora



Figura 46: Estrada da Gávea, na lateral da casa ao centro é o acesso a um beco. março/2013. foto da autora.

Para este trabalho, apenas os residenciais são analisados, embora entenda-se que o estudo daqueles de uso misto também seja de grande interesse para a formação de uma Gramática mais rica da Rocinha, pois trata de espaços de geração de renda dentro da própria favela e poderiam ser

³⁵ o emprego do termo “beco” nesta tese baseia-se nas definições dos dicionários Michaelis (“Rua estreita e curta, com ou sem saída; ruela”)

e Priberam (“Rua escura, estreita e curta, e às vezes sem saída”), e não no entendimento de que todo beco seja necessariamente sem saída.

objeto de um novo estudo no futuro.

Dentre as construções residenciais, existem as unifamiliares e as multifamiliares. O corpus de análise inclui os dois grupos, sendo duas casas unifamiliares e as demais, multifamiliares.

Gabaritos

O levantamento dos gabaritos pode ser uma tarefa difícil, pois em muitas das vezes conseguir localizar ou reconhecer as construções dentro das plantas existentes da Rocinha é complicado. Em alguns dos imóveis, em especial aqueles localizados em becos, é difícil distinguir os vizinhos, uma vez que a conformação por vezes caótica das construções dificulta a leitura da fachada. Há também casos de imóveis que não têm fachadas voltadas para os logradouros, como algumas casas que ficam em becos em túnel, que têm apenas pequenos espaços entre os vizinhos e só é possível saber o número de andares entrando-se na casa ou fazendo uma estimativa a partir de visão do alto.

O levantamento de gabaritos encontrado para o setor AI-2, já comentado anteriormente, foi publicado em 2015 por Toledo *et al.* e mostra uma prevalência de unidades de 3 e

4 pavimentos. Entretanto, estes dados são de 2013 e necessitam de atualização, uma vez que o ritmo e o volume de construções são muito grandes, fato observado nas visitas à Rocinha.



Figura 47: vista parcial da Rocinha. Construções de diversos gabaritos podem ser observados. março/2013. foto da autora.

2.3. Workshop “estudando a Rocinha”

O grupo Educação do Olhar, integrante do PROARQ/FAU-UFRJ, promoveu, entre os dias 4 e 15 de março de 2013 o workshop³⁶ “Estudando a Rocinha: uma abordagem em Gramática da Forma”. Este evento foi realizado com apoio do programa TOP-USA Massachusetts 2012 de intercâmbio entre a UFRJ e o MIT (Massachusetts Institute of Technology), que possibilitou a ida de dois membros do PROARQ ao instituto norte-americano: a docente Prof. Dra. Maria Angela Dias e a então doutoranda Prof. Danusa Chini Gani, e a vinda de dois membros daquela instituição, a Profa. Dra. Terry Knight e o doutorando Rizal Muslimin.

Durante o estágio de Knight e Muslimin à UFRJ foi realizado o workshop, que teve também a participação da Profa. Dra. Gabriela Celani, da UNICAMP. Abaixo, os participantes do evento:

Organização:

Maria Angela Dias	Coordenação	PROARQ/FAU-UFRJ
Terry Knight	Orientação	MIT
Rizal Muslimin	Co-orientação	MIT

³⁶ O relato da dinâmica deste workshop assim como os resultados obtidos foram publicados por Dias et al. na revista eletrônica ARQ.URB

Gabriela Celani	Co-orientação	FEC/UNICAMP
Participantes:		
Luc Adolphe	pesquisador	ENSAT (Toulouse/França)
Danusa Chini Gani	doutoranda	PROARQ/EBA-UFRJ
Margaret Chokyu	doutoranda	PROARQ/FAU-UFRJ
Gustavo Pimenta	doutorando	PROARQ/FAU-UFRJ
Raphael Marconi	doutorando	PROARQ/FAU-UFRJ
Lilian Soares	doutoranda	EBA/UFRJ
Cláudia Elias	mestranda	EBA/UFRJ
Alberto Fernandes	mestrando	PROARQ/FAU-UFRJ
Cristina Buery	mestranda	PROARQ/FAU-UFRJ
Luciano Monteiro	mestrando	PROARQ/FAU-UFRJ
Verônica Natividade	mestre	PUC-Rio
Pedro Raphael Valcarce	graduando	FAU/UFRJ

O workshop teve como finalidade a iniciação dos participantes na Gramática da Forma, através de palestras e exercícios práticos. A Rocinha foi escolhida como estudo de caso para um trabalho final conjunto.

2.3.1 Dinâmica do workshop

A primeira semana foi dedicada à apresentação da

10, de 2013, disponível em <http://www.usjt.br/arq.urb/numero-10/4-tematico-maria-angela-dias.pdf>

Gramática da Forma propriamente dita, sendo que nas palestras e aulas teóricas, as gramáticas elaboradas por Duarte e equipe para a Medina de Marrakech mereceram especial atenção, por tratar-se também de assentamento informal e que possui similaridades na formação dos espaços públicos. Assim, deveria servir de modelo para o desenvolvimento de Gramática para a Rocinha.

Os exercícios práticos tinham caráter introdutório e eram, na maior parte, baseados em Gramáticas já apresentadas nesta tese, como *Ice-Ray Chinese Lattice Design* e *Kindergarten Grammar*, além da gramática das mesas semi-hexagonais (MITCHELL, 1990). O objetivo era o aprendizado dos princípios de extração e aplicação de regras, emprego de marcadores e compreensão de raciocínio computacional. A abordagem dos exercícios foi basicamente gráfica, sem aplicação em programação de computadores, já que os participantes não possuíam conhecimento técnico na área.

Além dos estudos de Gramática da Forma foram feitas

investigações em bibliografia específica sobre favelas cariocas e a Rocinha, e assim conhecer brevemente o histórico da formação e as dimensões desta favela: população, número de construções, área ocupada. A maneira da ocupação da encosta dos morros é bastante característica, e percebeu-se, durante as pesquisas, que segue mais ou menos o mesmo modelo de outros agrupamentos cariocas em condições topográficas similares.

Houve também uma reunião informal com o arquiteto e urbanista Luiz Carlos Toledo, líder da equipe que venceu o concurso de ideias e elaborou o Plano Sócio-espacial da Rocinha. Toledo relatou os fatos que levaram à busca de um plano diretor para a Rocinha³⁷, que, como outras favelas de grande porte da cidade, ficara fora do programa Favela-Bairro³⁸. Ainda explicou parte da história e da dinâmica do projeto para o Plano Diretor e estratégias pretendidas.

Durante o workshop boa parte destes dados foi tratada de forma razoavelmente superficial, em razão da exiguidade do

³⁷ Essa narrativa também pode ser encontrada no livro “Repensando as Habitações de Interesse Social”, de que é coautor.

³⁸ Programa da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro de reurbanização de favelas iniciada em 1994 e que se estendeu até os

primeiros anos de 2000 e contemplou apenas as favelas consideradas de médio porte, entre 500 e 2500 domicílios.

tempo e do objetivo almejado, que era um estudo em gramática da forma, e não um aprofundamento na questão de HIS.

Como estratégia inicial de trabalho, houve a divisão dos participantes em três equipes, e cada uma deveria observar especificamente um dos seguintes elementos: (1) os arruamentos, (2) a volumetria das edificações e (3) a composição das fachadas. Cada um destes elementos deveria formar, a exemplo das Gramática de Marrakech, uma subgramática.

Assim, foi feita uma visita à Rocinha, num trajeto definido pelo arquiteto Marat Troina, que fez parte da equipe do projeto do Plano Sócio-espacial da Rocinha e guiou o grupo. O trajeto percorrido pode ser visto na Figura 48, em azul. Nesta ocasião foram percorridas diversas vias: carroçáveis ou não, em escadarias, rampas ou planas, cobertas ou abertas. Também foram visitadas algumas residências.

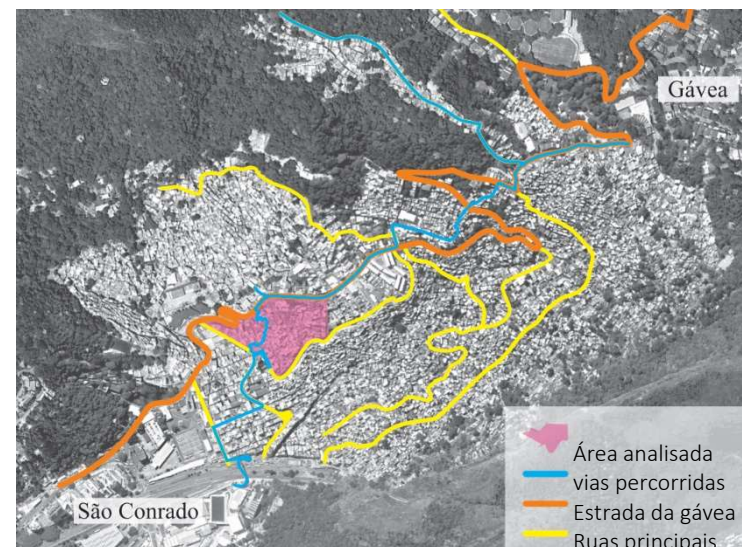


Figura 48: Em azul, caminho percorrido na visita durante o workshop. Área destacada: trecho analisado em atelier. Arte sobre imagem do Google Maps. fonte: acervo do grupo de pesquisa A Educação do Olhar.



Figura 49: Em meio à Floresta da Tijuca, à esquerda, localidade do Laboriaux, e à direita, o Colégio Americano, localizado no bairro da Gávea, março/2013.

O circuito iniciou-se pelo topo da Estrada da Gávea, na parte que divide as duas vertentes da montanha, uma voltada para a Gávea e a outra para São Conrado. Percorreu-se a via principal do Laboriaux³⁹, que fica na parte da Rocinha voltada para o Bairro da Gávea. Localiza-se próximo ao Colégio Americano, frequentado por alunos da classe média-alta e alta do Rio de Janeiro



Figura 49). Seguiu-se o resto do circuito a pé, em direção ao Bairro de São Conrado, alternando-se trechos da Estrada da Gávea e becos.

Após a visita, já em atelier, foram listadas as características consideradas importantes, e cada equipe apresentou suas observações em forma de tópicos (Figura 50) ou desenhos (Figura 51). Após debates, decidiu-se por reorganizar o grupo em duas equipes, uma encarregada do traçado dos arruamentos e outra da composição das construções

individuais, uma vez que se percebeu que a composição das fachadas estava fortemente atrelada à própria volumetria das edificações.

Os estudos para os arruamentos seguiram-se a partir de plantas da favela obtidas com a equipe de Toledo, mas a

³⁹ Trecho feito em “moto-taxi”.



Figura 50: debate de ideias e características relevantes. Foto da autora.



Figura 51: croqui de análise do desenho urbano. acervo do grupo de pesquisa.

visita *in loco* foi essencial para a compreensão da circulação, já que muitos dos becos em túnel não são facilmente percebidos nos desenhos. Seguiram-se análises gráficas que pudessem evidenciar padrões.

2.3.1. Resultados obtidos

O objetivo do exercício foi a determinação de um conjunto de regras que reflita a articulação entre os diversos elementos de composição da arquitetura e do traçado urbano, de caráter popular e informal. Este deve formar um modelo próprio de urbanização, que está em constante adaptação e transformação.

As regras, feitas a partir das observações, foram expressas através de desenhos, sem a utilização de textos para qualquer tipo explicação, apenas para colocação de dados eventuais: indicação de ruas principais, secundárias ou becos e parâmetros de quantidades, como por exemplo as regras em estudo na Figura 53.

Uma vez estabelecidas as regras, o passo seguinte foi a testagem ou a “computação das regras”, que consiste em aplicá-las em diversas possibilidades, com o fim de se detectar problemas como redundâncias, ambiguidades e

faltas. Também foram executados diagramas em árvore, que são esquemas gráficos que demonstram diversas alternativas de aplicação das regras, com os produtos possíveis.

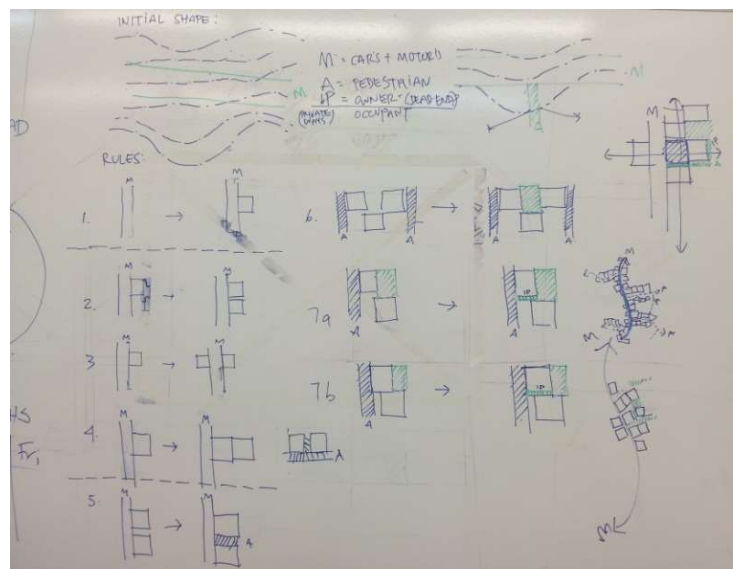


Figura 52: croquis de estudos para as regras. fonte: acervo do grupo de pesquisa

O Desenho Urbano

Durante a fase teórica do workshop foram apresentadas as formas de abordagem aventadas pela equipe de Duarte para a Gramática das Medinas de Marrakech (ver página 35): a *top-down*, a *bottom-up* e as duas soluções mistas, *top-down* seguida de *bottom-up* e finalmente a *bottom-up*

seguida de *top-down*. Nas discussões sobre a abordagem a ser empregada neste estudo para a Rocinha, ficou decidido por seguir o mesmo caminho para Marrakech, a solução mista *bottom-up* seguida de *top-down*, uma vez que se entendeu que o desenho urbano orgânico tanto da Rocinha quanto de Marrakech pareciam guardar semelhanças suficientes para o emprego da mesma abordagem.

Por intermédio da análise de aerofotos, levantamentos bibliográficos e da visita feita ao local, encontrou-se uma diversidade de padrões de configuração de circulação e os padrões de layout de construção, que se justifica em função das inúmeras variáveis envolvidas na ocupação do espaço analisado. Entre estas podemos citar questões econômicas, sociológicas, antropológicas e políticas, assim como as características naturais do sítio. Em razão do tempo disponível, optou-se por concentrar os esforços 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 das Companhias Castro Guidão, dos anos 1930 e Cristo Redentor, na década de 1940. As regras criadas são para inserção de lotes nas ruas preexistentes.

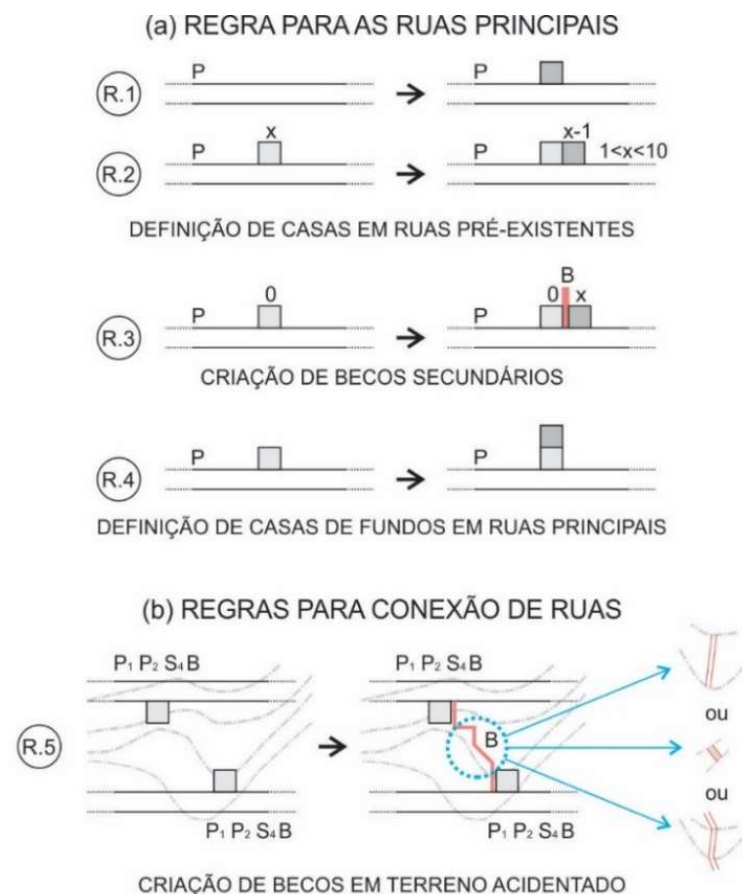


Figura 53: regras 1 a 5 para o desenho urbano, elaboradas durante o workshop. fonte: acervo do grupo de pesquisa.

Assim, as regras de assentamento foram divididas em dois tipos de ocupação: uma para as ruas principais e outra para os becos, que se proliferam nas áreas delimitadas por aquelas. Na Figura 53, as cinco primeiras regras definidas para o desenho urbano. 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 à direção deste caminho, assim como na ocorrência ou não de degraus.

Além das regras apresentadas na Figura anterior, foram elaboradas ainda outras para inserção de novos lotes em becos, assim como regras para inserção de novas casas construídas nos fundos dos lotes das vias principais. A partir de becos pode ainda surgir novos becos, ligando um beco a outro, ou ainda criação de becos sem saída.

Há, ainda, regras que determinam a união ou divisão de lotes, sendo a última mais recorrente, para abrigar novos núcleos familiares. Observou-se, igualmente, que havia casas de formas bastante irregulares, nas áreas internas do espaço estudado, localizadas nos fundos das casas de ruas principais, secundárias e becos, o que definiu regras para o preenchimento destes espaços com diferentes possibilidades de circulações.

A prof. Knight sugeriu a busca de levantamentos aerofotogramétricos de períodos variados para uma melhor compreensão do processo de ocupação dos terrenos e dessa forma facilitar o inferimento de regras.

Discussão:

A comparação da Favela da Rocinha com as medinas de Marrakech foi bem interessante para a elaboração desta gramática: arquiteturas e urbanismos “informais”, sobre um sítio de topografia acidentada, sendo que a da Rocinha possui trechos de declives muito maiores. Observando fotos da Medina, nota-se que os arruamentos nesta guardam semelhanças com os da favela. Os espaços públicos de ambos parecem surgir como resíduos da produção dos espaços privados, resultando numa configuração semelhante às de cidades europeias medievais: estreitas e tortuosas. Interessante também a noção de ocupação do terreno pelos novos núcleos surgidos dentro da mesma família, situação também não rara no Rio de Janeiro.

Enquanto a Gramática de Marrakech inicia-se pelo traçado do contorno do terreno a ser trabalhado, a forma inicial adotada neste trabalho considera preexistências, como a

Estrada da Gávea e algumas das ruas que, acredita-se, seriam dos loteamentos originais.

A limitação de tempo do workshop, entretanto, não permitiu um aprofundamento suficiente nos dois assuntos envolvidos para este trabalho: a Gramática de Marrakech e a favela da Rocinha. Por isso, houve alguns enganos na interpretação das plantas da Rocinha, que, aliados à falta de conhecimento da Gramática da Forma, produziu entendimentos equivocados e induziu alguns erros de definição de regras.

Entre eles estão a percepção errônea de que as ruas que fazem parte do desenho urbano dos loteamentos originais são ruas principais. Percebe-se que, na verdade, são vias razoavelmente longas que, pela intensa ocupação, têm características de beco, e que, por isso, não podem ter como regras de ocupação as mesmas que para a Estrada da Gávea.

Na verdade, esta gramática deveria ter se mantido na mesma linha da de Marrakech no que diz respeito à forma inicial, deveria ter começado com o traçado do sítio a ser trabalhado e eventualmente tomado apenas a Estrada da Gávea como preexistência para a Forma Inicial. Os becos

considerados preexistentes deveriam ter um conjunto de regras próprias que os descrevesse. Além disso, algumas regras de preenchimentos de espaços livres também estão pouco claras, carecem de mais trabalho para a definição.

Uma outra questão que não foi abordada é a formatação do lote, que simplesmente é inserido ao longo das ruas, sem estabelecimento de dimensões ou inserção de edificações. A forma dos lotes é essencial na formação das casas, que terão mais ou menos possibilidades dependendo justamente dessas dimensões.

As Edificações

Para inferir as regras que definem as edificações, assim como para aquelas dos arruamentos, foram observados padrões de ocorrências. A topografia acidentada da Rocinha torna muito visíveis 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.

Para a elaboração desta Gramática das edificações, não foi possível fazer um trabalho mais completo, a partir dos

interiores, pois para isso teria sido necessário entrar em uma amostragem mais significativa de residências do que a única casa a que se teve acesso. Por isso o trabalho desenvolvido neste momento contemplou apenas a parte externa das edificações.

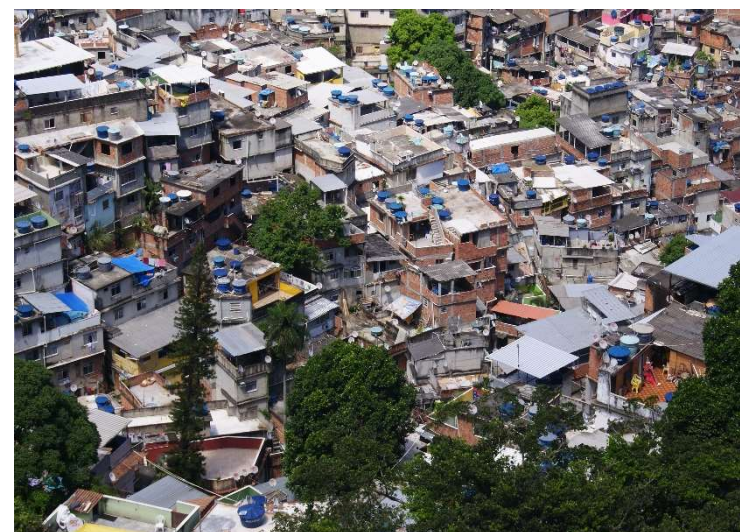


Figura 54: vista das lajes. março/2013. foto da autora.

As regras são apresentadas na Figura 55. Começam a ser aplicadas a partir de uma forma inicial, que corresponde à projeção em planta da edificação, que em muitos casos, ocupa todo o 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 avançar levemente além das alvenarias. A regra de

inserção da laje inclui a colocação de uma caixa d'água. Em razão da topografia, os elementos presentes nas coberturas desempenham um papel muito importante na composição visual das edificações. Na Figura 54 visão da favela a partir de uma casa.

A regra 5 contempla o uso da laje pelos habitantes, que fica caracterizada pela construção de uma mureta, geralmente em alvenaria. As regras 6 a 10 tratam de construções sobre a laje, que pode ser parcial (regra 6), colocação de uma cobertura leve (regras 7 e 8) ou construção do andar como um todo (regras 9 e 10). A etapa de colocação da cobertura foi fracionada pois percebeu-se que nem sempre a colocação da telha era imediata à colocação da estrutura. Da mesma forma, as alvenarias são normalmente feitas em etapas, uma primeira que corresponde à colocação da mureta e outra que vai até a altura da próxima laje. Esse fato foi deduzido observando-se que boa parte das alvenarias

têm aspecto mais desgastado na altura do parapeito das janelas.

Uma questão que deve ser destacada é o fato de que essas regras não representam, necessariamente, a ordem cronológica dos acontecimentos, mas viabilizam um resultado a ser obtido em um processo computacional. Assim, as regras 9 e 10 não apenas inserem as alvenarias como também faz subir a caixa d'água para o topo, mesmo que não haja a colocação ainda da laje. A laje é inserida com as regras 2 a 4, que também inserem mais uma caixa d'água, uma vez que, de forma geral, o número destes elementos é equivalente ao de pavimentos. A ideia faz parte da tática para diminuir a quantidade de regras e descomplicar a aplicação da Gramática - ainda que cause estranheza.

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..

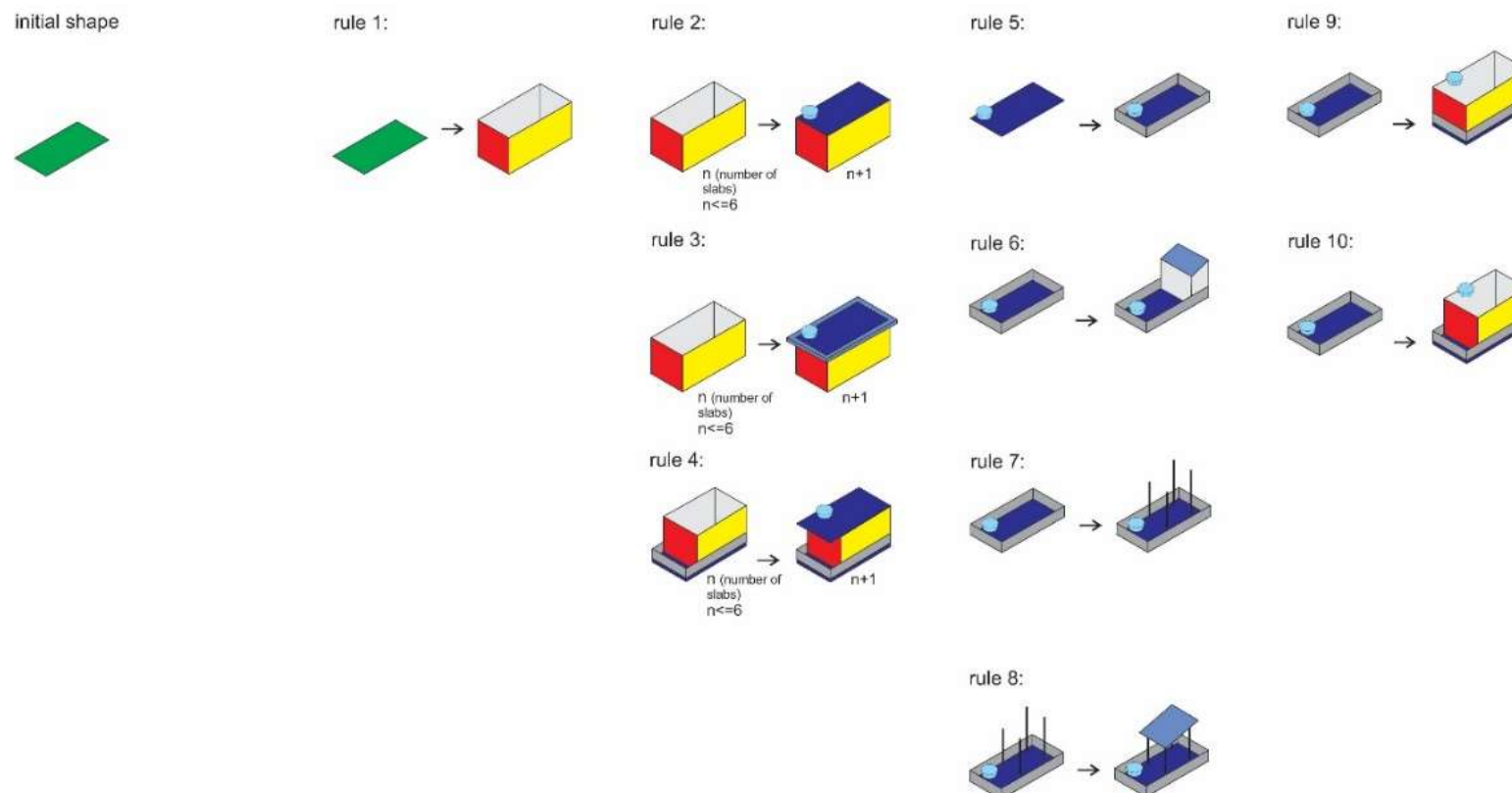


Figura 55: regras para os volumes dos edifícios. As regras 2 a 4 apresenta parâmetros que limitam o crescimento vertical das construções. Fonte: acervo do grupo de pesquisa.

É interessante observar que as regras podem ser combinadas de maneiras variadas, conforme demonstrado no diagrama em árvore na Figura 56. Buscou-se elaborar uma gramática com a menor quantidade de regras possível, eliminando-se redundâncias e princípios repetidos. Para facilitar a redução de regras, recorreu-se à Gramática de

Cores, desenvolvida por Terry Knight em 1989. Esta metodologia consiste em definir cores para os elementos utilizados, de maneira que se possa atribuir características às figuras. Estas podem ser finalidade ou materialidade do elemento. Para a forma inicial (o terreno) empregou-se a cor verde, para diferenciar esta da representação das lajes,

que podem ter a mesma forma. Essa distinção é importante no momento da aplicação das regras, já que o desenho pode ser idêntico, mas não se deseja que as regras possam ser aplicadas para um ou outro elemento de forma indiferenciada.

Também se usou cor diferente para a parte da laje que extravasa o alinhamento das paredes, para não haver a aplicação de paredes desalinhadas daquelas do andar inferior. Assim, a cor evita a criação de regras iguais para situações distintas. Além disso, as cores são usadas também nas fachadas, diferenciando a fachada frontal das laterais, o que influencia também no momento de se aplicar as regras de composição de fachadas.

No diagrama em árvore, embora não estejam expressas todas as opções possíveis, vê-se várias possibilidades que as regras proporcionam. 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.

Na Figura 57, 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.

É importante ressaltar que a ordem de aplicação das regras não tem necessariamente relação com a ordem cronológica com que se dão os acontecimentos reais, partem da observação da relação entre os elementos e da melhor maneira de otimizar as regras. Da mesma forma, nem todos os elementos seguem as regras, elaboradas a partir das recorrências mais comuns, mas que num universo tão grande como a Rocinha, de dezenas de milhares de construções, há sempre exceções e que não se encaixarão em nenhuma das regras estabelecidas.

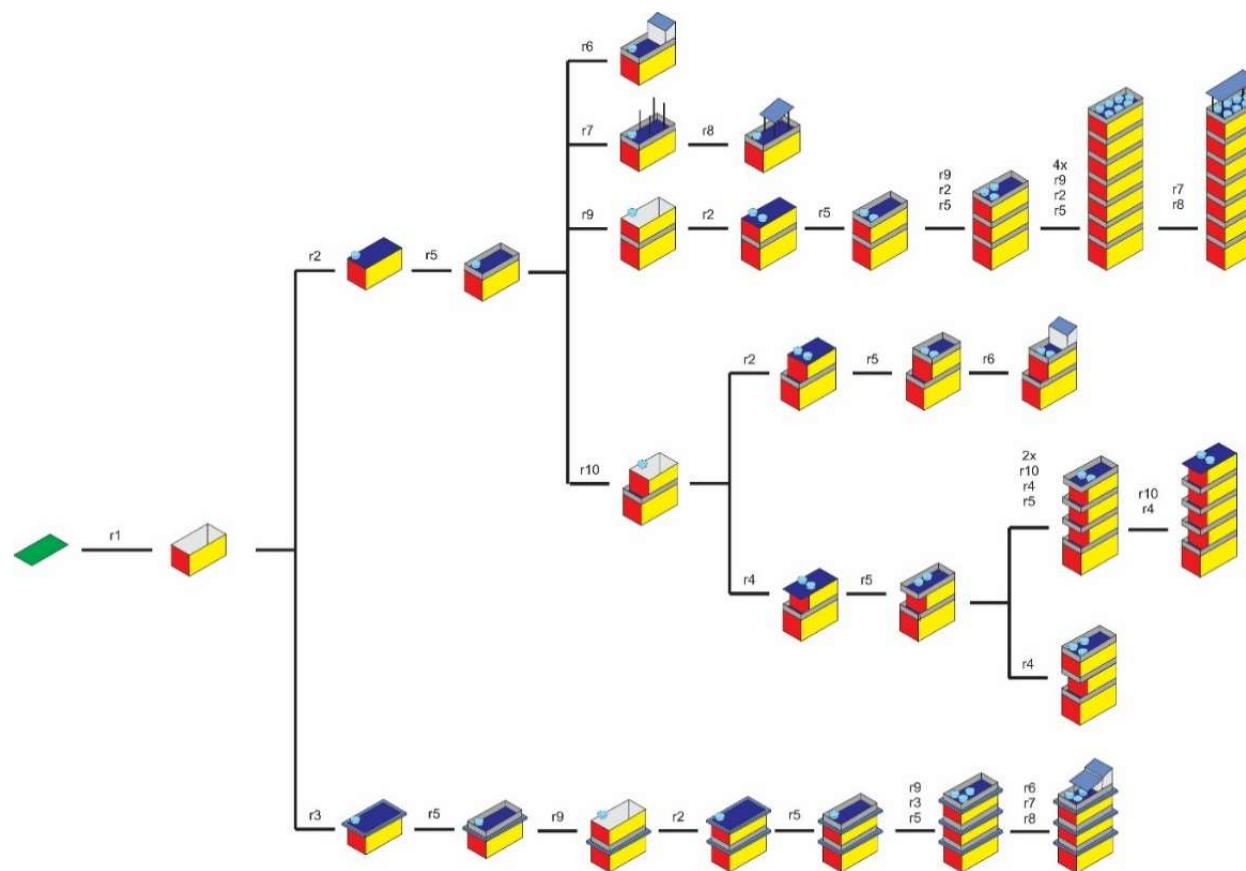


Figura 56: diagrama em árvore, demonstrando as várias possibilidades de composição a partir de regras da Gramática. Fonte: acervo do grupo de pesquisa.

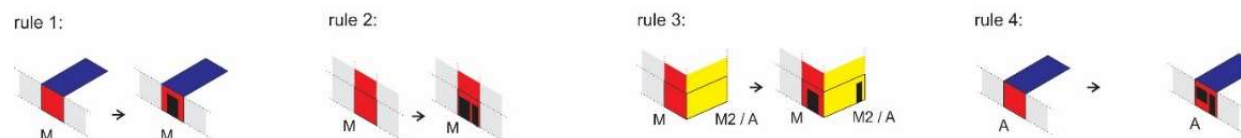
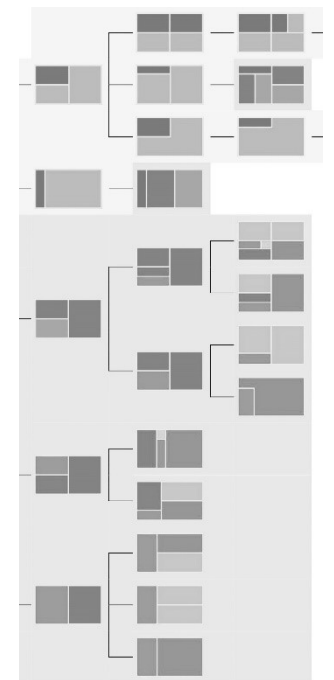


Figura 57: regras para composição das fachadas. fonte: acervo do grupo de pesquisa

3. A GRAMÁTICA NA ROCINHA



3.1. Dados do levantamento

O *corpus* de análise é constituído de nove residências localizadas em cinco edificações. Da mesma maneira que nas gramáticas apresentadas no segundo capítulo desta tese e na metodologia aprendida durante o workshop, o trabalho de definição da Gramática inicia-se com uma descrição dos elementos característicos encontrados no

corpus de análise.

As residências foram medidas, fotografadas e desenhadas.

As análises se deram a partir da observação dos elementos visíveis *in loco*, como composição volumétrica, proporções, distâncias, ou nos desenhos das plantas baixas.

Das cinco edificações estudadas, três foram levantados na sua totalidade e dois parcialmente. Foram nove unidades residenciais, distribuídas conforme a tabela abaixo.

edificação	localização	gabarito	uso	N° de unidades residenciais	N° cômodos de longa permanência	Área por unidade (m²)	N° banheiros
1. D. Dina	beco	4	unifamiliar	1	5	100	2
2. Liliana	beco	6	multifamiliar	4	Casa 1: 3 Casa 2: 2 Casa 3: 2 Casa 4: 3	Casa 1: 37,9 Casa 2: 27,3 Casa 3: 30,6 Casa 4: 87,5	Casa 1: 1 Casa 2: 1 Casa 3: 1 Casa 4: 2
3. D. Creuza	principal	5	misto/unifamiliar	1	5	182,5	2
4. kitinete	beco	(*)	multifamiliar	(*)	1	24,9	1
5. Esquina	beco	5	multifamiliar	6	Casa 1: 4 Casa 2: 2	Casa 1: 57,0 Casa 2: 32,7	Casa 1: 2 Casa 2: 1

Tabela 1: quadro resumo das construções levantadas.

(*) não foi possível determinar.

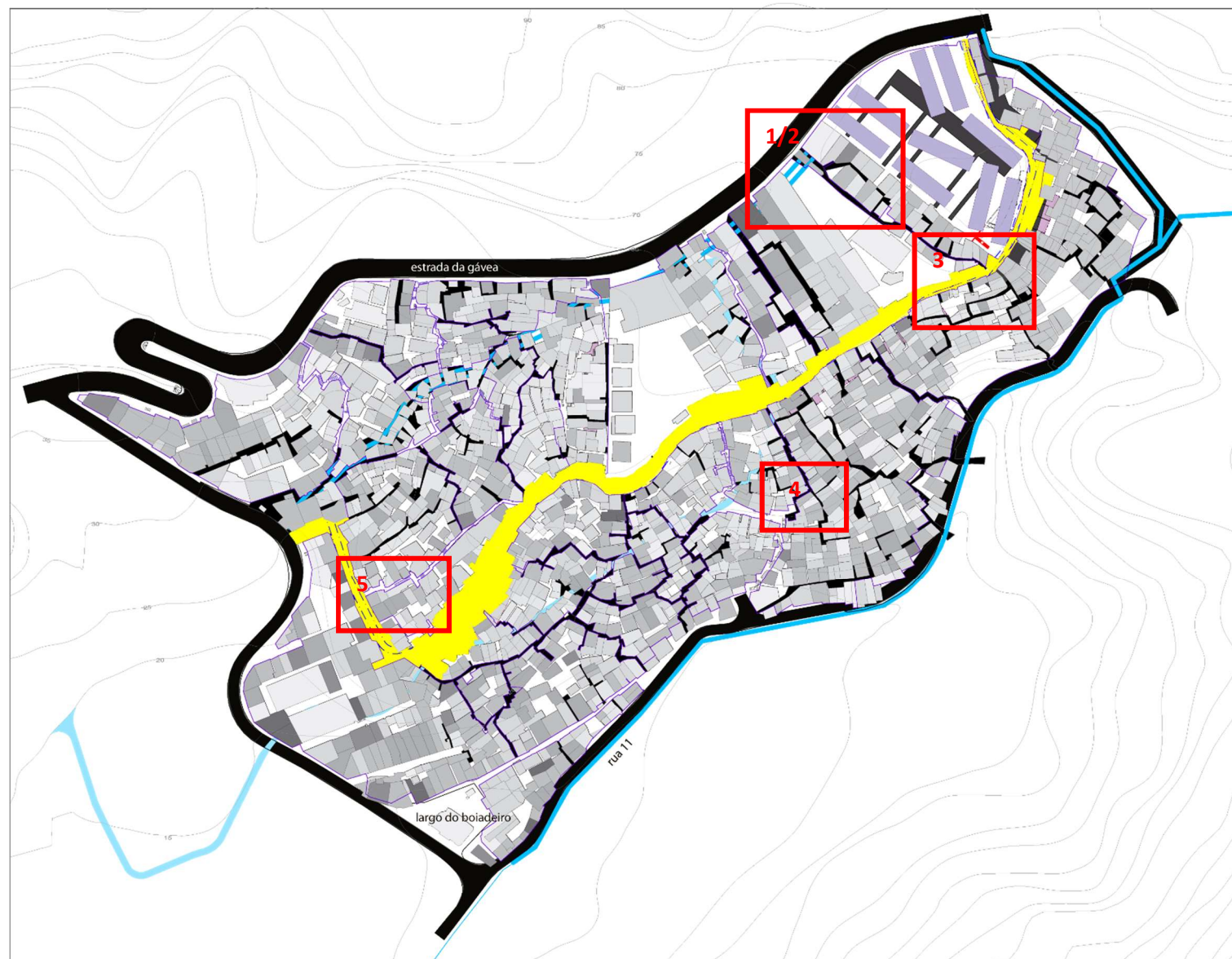


Figura 58: Setor AI-2 da Rocinha. Em amarelo, rua Quatro já alargada. Em vermelho, a localização das casas levantadas. fonte: acervo do grupo de pesquisa.

1. Casa d. Dina

Trata-se de uma construção de uso residencial unifamiliar de dimensões reduzidas, num lote estreito de aproximadamente 3m x 8m, com área total edificada de aproximadamente 100 m², distribuídos em quatro pavimentos. Localiza-se no Beco do Rato, uma das vias que liga a Rua Quatro à Estrada da Gávea (Figura 60).

Este beco é, em boa parte, plano ou em rampa suave, sem escadarias, com largura que varia entre aproximadamente um a dois metros. Alguns trechos da via são cobertos pelas construções, formando um túnel, e o trecho final, ligado à rua Quatro é uma pequena praça, reurbanizada durante o alargamento da via e acessada por uma escadaria. A outra ponta do beco é uma entrada bem estreita entre duas edificações da estrada da Gávea.

A casa localiza-se, na verdade, em uma ramificação sem nome do Beco do Rato, uma espécie de vila próxima à Estrada da Gávea, com cinco construções que têm os acessos voltados para este, todos do mesmo lado da via.

Trata-se de uma residência unifamiliar com 4 quartos de dormir, sendo que um dos quartos é uma pequena área

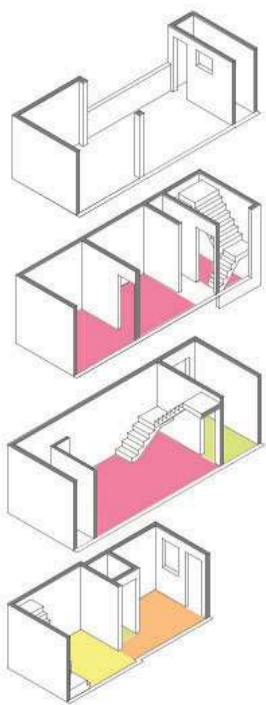


Figura 59: perspectiva. fonte: acervo da autora.

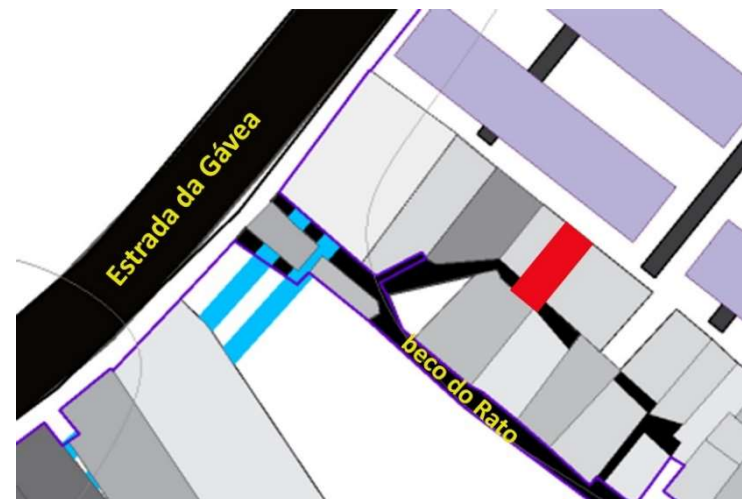


Figura 60: localização casa D. Dina. fonte: acervo do grupo de pesquisa

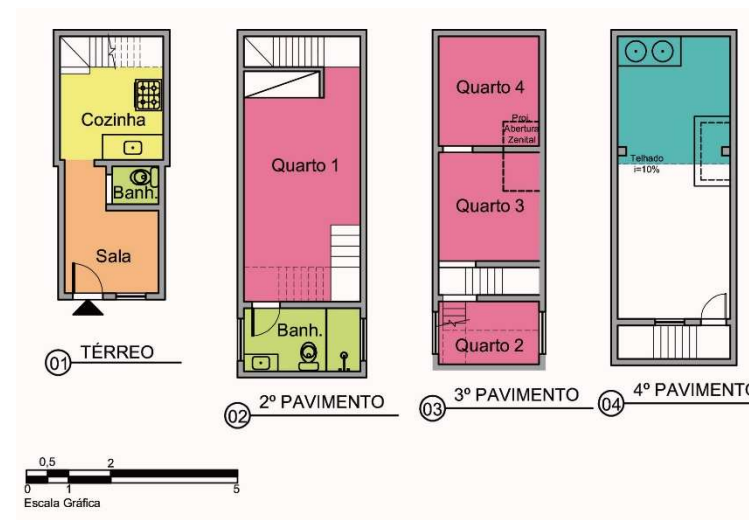


Figura 61: plantas da casa d. Dina. fonte: acervo da autora.

residual sob uma das escadas (Figura 64). A partir do segundo andar, a casa avança sobre o beco, tocando a construção em frente, como se pode ver na Figura 62.

Há uma pequena variação na largura da casa entre os andares, sendo que o térreo é o mais estreito de todos, e acredita-se que a alvenaria das paredes externas seja mais espessa neste pavimento. Há algumas janelas que permanecem o tempo inteiro fechadas e que são voltadas para um vão muito estreito, de aproximadamente 25 centímetros, entre esta casa e a casa vizinha, que também se estendeu sobre a via pública. Não se identificou a casa

que foi estendida antes, se a janela foi aberta propositalmente para o vão ou se ela antes tinha visão para a rua e foi posteriormente bloqueada. De qualquer maneira, é comum a existência de vãos do tipo entre as casas na Rocinha, e são por estes que se passam normalmente as tubulações hidro sanitárias das casas.

A residência possui um único acesso, que dá na área social da casa, a sala de estar. O térreo conta ainda com um pequeno banheiro, a cozinha e a escada de acesso ao segundo pavimento, no fundo (Figura 67). Essa é a única escada relativamente bem dimensionada. Embora bastante



Figura 62: casa d. Dina ao centro. Andares superiores se sobrepõem sobre a rua. out/2016. foto da autora.



Figura 63: escada, com quarto embaixo. Falta de planejamento prévio gera espaços inusitados. jul/2016. Foto da autora.



Figura 64: visão do quarto. Janela ao fundo dá para vão de menos de 25cm entre esta casa e a vizinha.



Figura 65: vista do acesso à laje e as caixas d'água da residência. jul/2016. foto da autora.

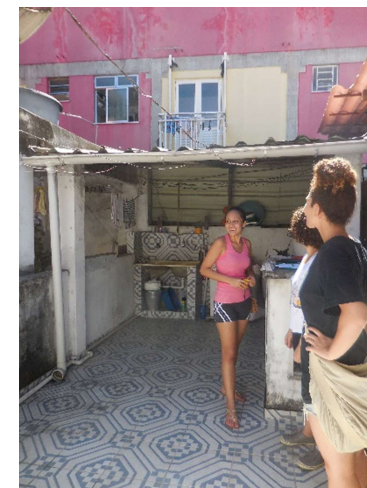


Figura 66: a "laje", que funciona como o quintal da casa. Ao fundo, edifícios do PAC. jul/2016. foto da autora.

Íngreme, o vão da laje é adequado. Nas demais, o espaço de passagem entre a laje e o degrau obriga o usuário a abaixar a cabeça ou o corpo para conseguir passar. Não se sabe se é uma questão de economia de espaço ou erro na execução. No segundo piso está um dos quartos de dormir, o maior cômodo da casa e outro banheiro, construído sobre a via pública, além da escada que vai para o terceiro piso. Esta não se desenvolve na projeção da outra e não há circulação em separado. Portanto, a ligação entre estas escadas é feita por dentro do quarto, que não tem janela ou outro tipo ligação com o exterior, a única janela fica no banheiro.

E é mais ou menos assim que ocorre no terceiro pavimento. O acesso ao quarto 4 é feito através do quarto 3, estes dois quartos configuram-se como alcovas, sem janelas voltadas para o exterior, apenas uma abertura na laje. O único cômodo com janela é um pequeno quarto improvisado sob a escada de acesso à laje (Figura 63).

A área de serviço localiza-se na laje, que serve também de espaço de secagem de roupas (Figura 65 e Figura 66).

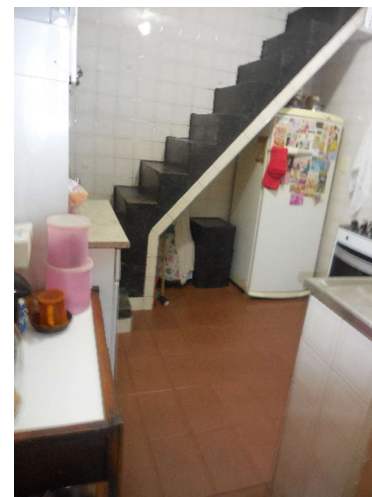


Figura 67: cozinha da casa, com escada ao fundo. Apesar de íngreme, tem degraus regulares. jul/2016. Foto da autora.



Figura 68: solução de ventilação e iluminação para quarto sem janela. jul/2016. foto da autora.

2. Casa Liliana

Construída também no mesmo trecho do Beco do Rato que a casa da D. Dina. Pertence a uma única família, mas é dividida em quatro unidades distribuídas em 6 pavimentos. O lote tem forma trapezoidal, de profundidade variada, com área de aproximadamente 60 m². O primeiro andar corresponde ao núcleo inicial da casa enquanto que os dois andares intermediários, de plantas semelhantes, foram feitos para aluguel e o último, de dois andares, para um novo núcleo da mesma família, ainda em obras. Há ainda a laje, que se configura no sexto pavimento.

Esta casa possui um pequeno quintal na parte frontal do terreno, que tem o espaço aéreo invadido por uma escada do vizinho (Figura 73). No térreo há uma unidade residencial, cujo acesso é feito através do pequeno quintal já citado, e entrada é feita através da sala. Além deste cômodo, existem ainda um banheiro, uma cozinha, e dois quartos, um deles chamado de “sala de costura”.

O acesso aos pavimentos superiores é feito através de uma escada que se inicia no quintal e chega ao segundo pavimento. Deste piso em diante, foram feitas escadas

internas. Essas escadas não apresentam grandes problemas de dimensionamento.

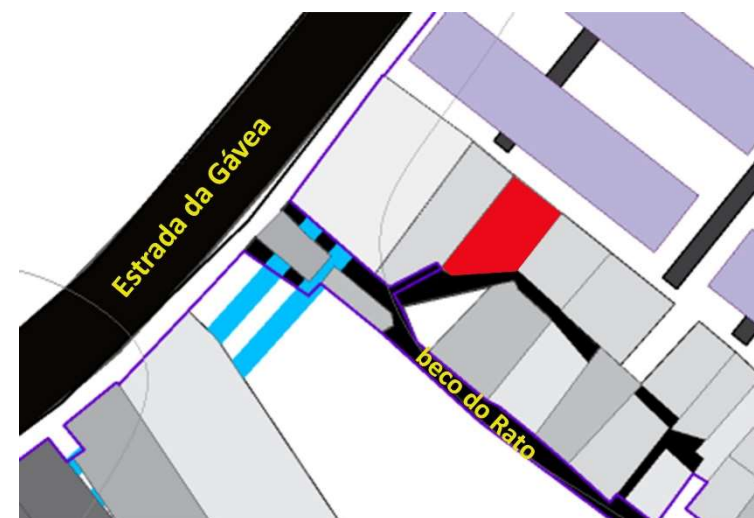


Figura 70: localização da Casa Liliana no Beco do Rato. fonte: acervo da pesquisa

O segundo e o terceiro pavimentos, de plantas semelhantes, têm a entrada da casa pela sala, que não possui janela, assim como a área de serviço, que fica numa parte isolada do pavimento. O terceiro pavimento é um pouco maior que o segundo, graças a um desalinhamento da fachada, outro evento razoavelmente comum na Rocinha. São apartamentos “quarto-e-sala”, feitos para aluguel.

O quarto e quinto pavimentos, ainda em obras, são parte de um mesmo imóvel, que servirá de moradia para a filha da

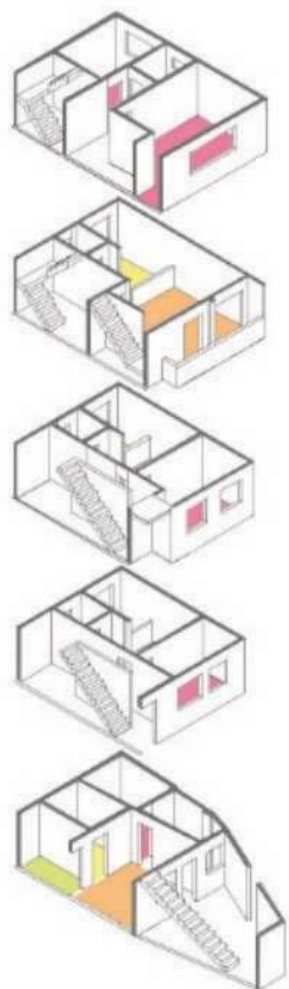


Figura 69: perspectivas. fonte: acervo da autora.

família, que já constituiu a própria. Possui dois quartos e dois banheiros, sala com varanda e cozinha. Não possui área de serviço, que se supõe na laje, cujo acesso é feito por uma escada exclusiva para este fim, que se inicia no quarto pavimento. A planta desta laje não está apresentada nos desenhos porque na época dos levantamentos não era possível acessá-la.

A construção dos quatro pavimentos superiores foi feita por pedreiros contratados pela filha que habitará a unidade, mas sem nenhum projeto formal, e percebe-se algumas questões de racionalização dos espaços, que poderiam ter sido mais bem resolvidas, como a existência de duas escadas de ligação entre o quarto e o quinto pavimentos, que formam uma única unidade.

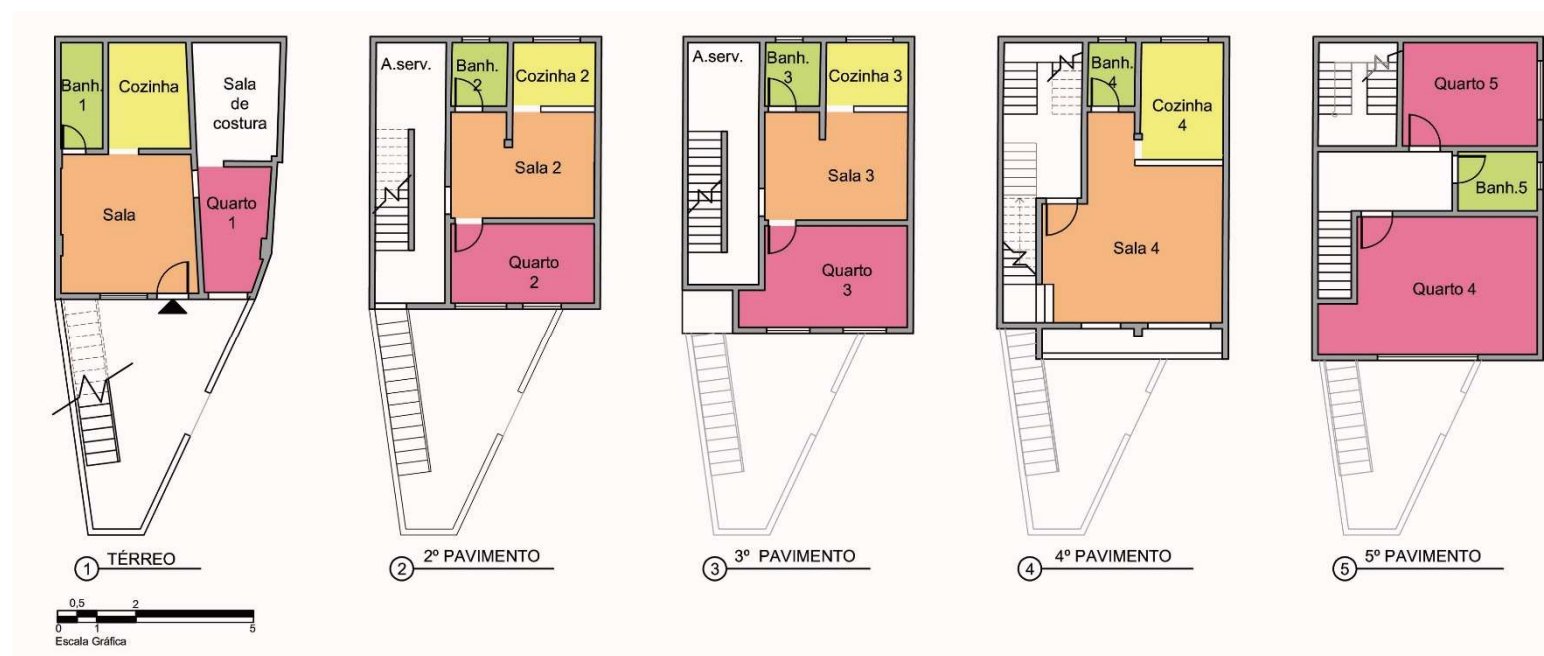


Figura 71: plantas casa Liliana. fonte: acervo da autora

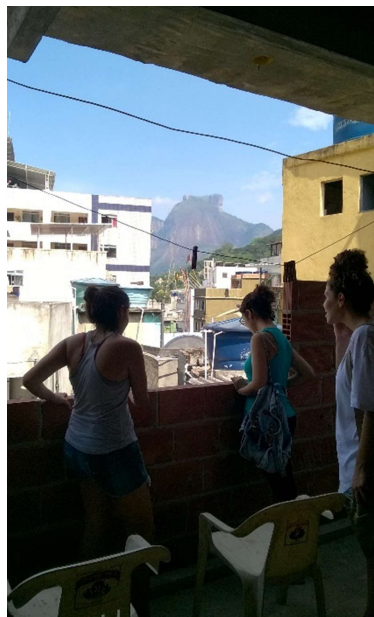


Figura 72: vista da varanda do quarto pavimento. jul/2016. foto da autora.



Figura 73: fachada frontal. out/2016. foto da autora.

Duas escadas: a de baixo serve de acesso para o segundo pavimento da casa. A escada de cima, por outro lado, pertence ao vizinho.

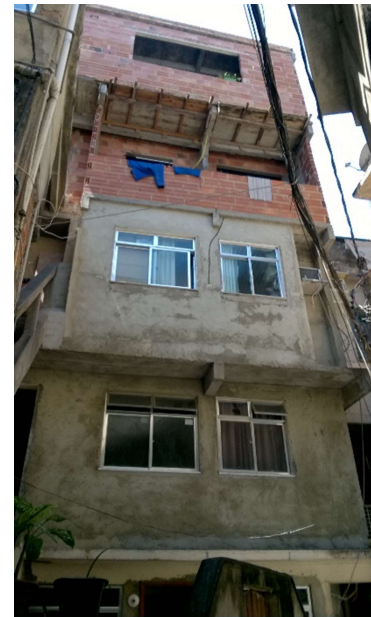


Figura 74: fachada frontal. out/2016. foto da autora.

Os dois pavimentos revestidos são para aluguel. Os dois superiores, em obras, servirão à família da filha.



Figura 75: quarto pavimento ainda em obras. set/2016. foto de Raizza Talon.

“Cozinha americana” vista a partir da sala, mureta faz a divisão dos espaços.

Casa d. Creuza

Esta é uma edificação de 5 pavimentos, localizada na Rua Quatro. Um dos pavimentos é o subsolo, mas como trata-se de um terreno em declive, esse subsolo encontra-se abaixo do nível da rua e não é enterrado. Tem uso misto, os dois primeiros pavimentos de uso comercial e os três restantes para residência unifamiliar, incluindo a laje.

Esta é a única de uso misto dentre as visitadas e difere-se das demais em vários outros aspectos: não foi construída em etapas, está sendo construída de uma única vez e, embora não tenha um projeto arquitetônico formalizado, foi concebida pelo filho da proprietária, que tem curso superior em Design. A área total é de aproximadamente 182m², sendo 120m² de área residencial. A oficina do primeiro piso é para uso deste designer, que será o único habitante da residência e que pretende abrir uma marcenaria no local. O acabamento e os materiais têm padrão bem superior aos demais exemplos apresentados nessa tese ou conhecidos. Percebe-se também não haver grandes problemas ergonômicos nas escadas ou outros espaços.

Embora aparente, em muitos aspectos, uma casa diferenciada da maior parte das outras da Rocinha, a produção dos espaços, que é o aspecto que interessa a esta tese, não se diferencia tanto das demais. O uso da laje como área de lazer, o pequeno espaço de separação entre esta construção e a vizinha, o arranjo da setorização dos espaços.

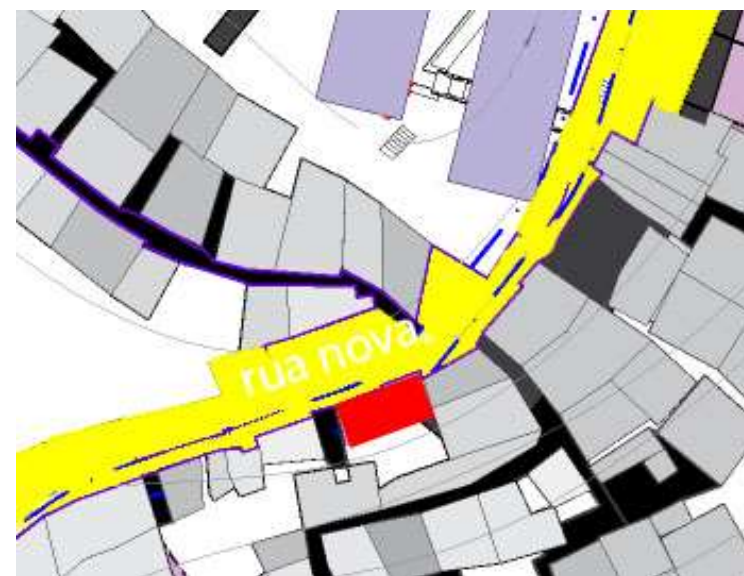


Figura 76: localização casa Creuza. Fonte: acervo da pesquisa.

Como já mencionado anteriormente, a Rua Quatro era um beco estreito que tinha como característica ser razoavelmente longo e ter um trajeto mais ou menos paralelo à Estrada da Gávea. Essas duas últimas características levaram à opção pelo alargamento, de

maneira a possibilitar a circulação de carros e auxiliar no trânsito do Bairro. Por ter sido um beco até poucos anos, as construções nesta não correspondem ao esperado de uma via principal, mas esta casa está sendo construída depois do alargamento, e provavelmente por isso também não tem características da maior parte das demais nesta rua.

O primeiro pavimento tem na fachada uma porta de ferro que se abre para a rua e serve a loja. Há ainda outras duas portas menores, uma delas que se abre para um pequeno hall que permite subir para a residência enquanto a outra também dá acesso à loja. Este desenho segue o padrão de fachada iniciado durante o workshop, casas em rua principal possuem uma porta de loja e uma de acesso à casa.

A escada que interliga os andares é bem dimensionada e tem todos os lances se projetando exatamente sobre os inferiores, o que não ocorre nas outras, que têm escadas irregulares e posicionadas em diferentes locais nas construções.



Figura 77: interiores com acabamento diferenciado. set/2016. foto de Raizza Talon.



Figura 78: quarto. set/2016. foto de Raizza Talon.



Figura 79: fachada. Out/2016. Foto da autora.



Figura 80: padrão construtivo da escada acima da média na Rocinha. set/2016. foto de Raizza Talon.



Figura 81: plantas casa D. Creuza.

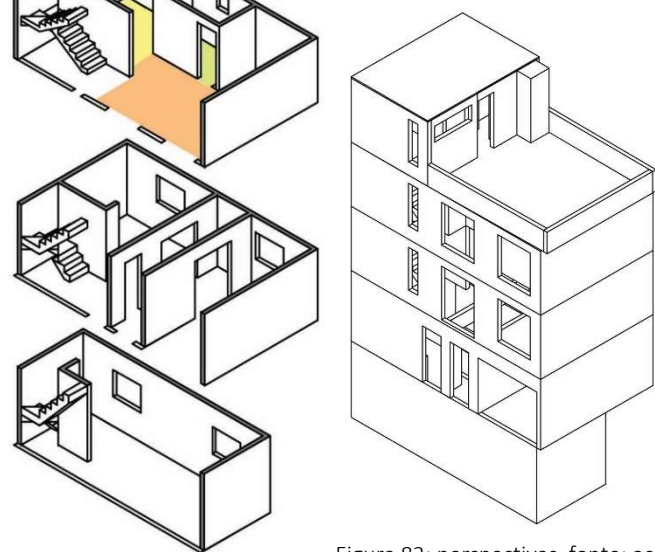


Figura 82: perspectivas. fonte: acervo da autora.



Figura 83: localização. fonte: acervo da autora.

“Kitinete”

Pequeno apartamento tipo *Studio*, composto de um cômodo único e um banheiro, normalmente chamado de *kitinete* (*sic*). Não há um levantamento da quantidade de moradias deste tipo dentro da Rocinha, sabe-se apenas que ocorre com alguma frequência, normalmente construídos por donos dos imóveis, sejam o terreno todo ou apenas de uma laje (ver reportagem de jornal no anexo). Foram visitados alguns *kitinetes* durante a pesquisa, mas apenas um destes foi efetivamente levantado.

Os dois *kitinetes* fazem parte de uma construção em um beco estreito em declive, muito adensado. Visto apenas a partir do beco, a compreensão do imóvel é bastante comprometida. Como localiza-se num trecho em curva no beco, o imóvel vizinho se confunde com este, tornando impossível a compreensão pelo lado de fora, dos limites entre as duas construções, seria necessário entrar nas demais unidades para se fazer um mapeamento de dentro para fora. Como não foi possível, não se sabe a área construída ou a forma aproximada do terreno, tampouco quantos apartamentos existem dentro. Não foi possível

nem mesmo se determinar de forma segura o gabarito do imóvel, sabe-se apenas que tem pelo menos 3 pavimentos. Este é o levantamento de uma única unidade tipo *studio*, de pouco menos de 17 m² de área útil, constituída apenas de um banheiro e um único cômodo de longa permanência. O acesso é feito já de dentro da construção, através de uma escada íngreme e estreita.

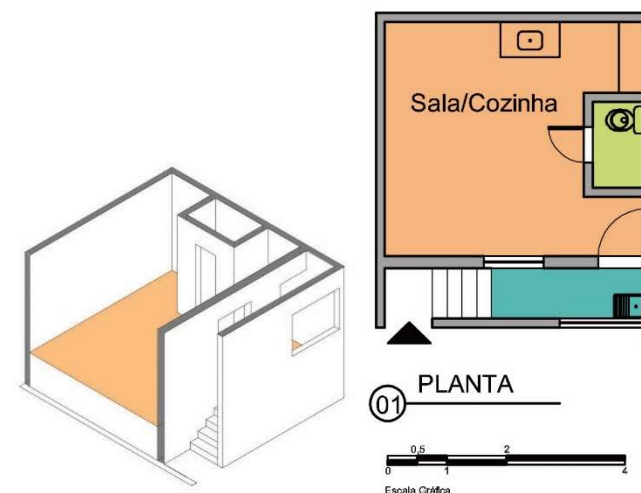


Figura 84: perspectiva e planta. fonte: acervo da autora.

Casa de esquina

Edificação multifamiliar de cinco unidades localizada em um beco tortuoso que se inicia na Rua Quatro e termina no mesmo logradouro, numa parte que faz quase noventa graus com o trecho maior. Não se pesquisou o nome desta via, que possui trechos em escada e outros em rampa. O gabarito médio é de 4 pavimentos e a largura é de aproximadamente um metro, que prejudica muito a iluminação solar e a ventilação – a exemplo de várias outras vielas na Rocinha.

A casa em questão localiza-se não exatamente numa esquina, mas num trecho onde o traçado da rua sofre uma quebra para continuar descendo, o que faz com que a construção tenha duas fachadas voltadas para a via pública. Este trecho do beco é mais íngreme e é percorrido por escadarias, o que permite o acesso pela rua a dois pavimentos distintos.

Das duas unidades levantadas, uma delas ocupa toda a projeção da construção e pode ser acessada tanto do beco quanto de um pequeno quintal, aos fundos. Trata-se do núcleo original da edificação e foi construída, segundo

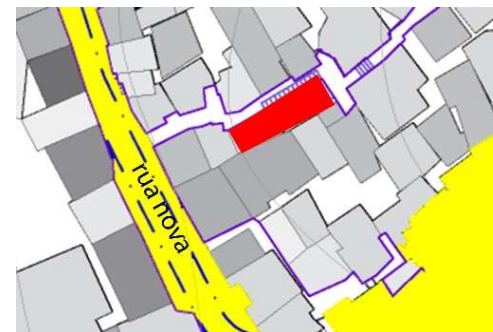


Figura 85: localização. fonte: acervo da autora.

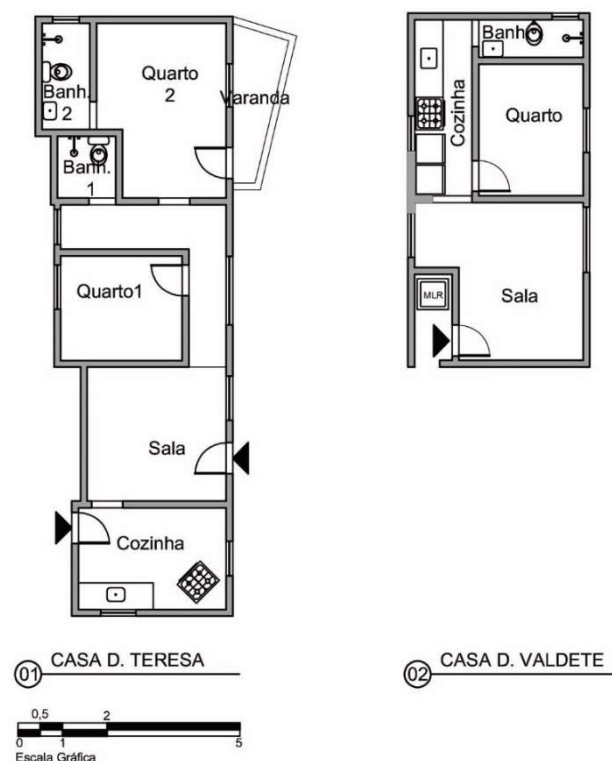


Figura 86: plantas casa de esquina. fonte: acervo da autora.

relato da proprietária, na década de 1960, época em que se mudou para a Rocinha.

Na parte mais baixa do terreno, sob esta casa, localiza-se uma das unidades, não visitada⁴⁰, onde reside uma das filhas da proprietária. No andar logo acima da casa original, a outra filha reside num apartamento quarto-e-sala que ocupa metade do andar, a outra metade não foi acessada e é ocupada por outra família. Entre essas duas unidades há uma escada que dá acesso ao piso superior.

Embora essa casa, a exemplo de muitas outras na Rocinha, tenha sido feita a partir de cessão da “laje” para os filhos construírem as próprias casas, a família não mantém relações com os moradores das demais unidades, o que demonstra que não se trata de um condomínio, mas de unidades mais ou menos autônomas.

A unidade do térreo foi a única das casas desta tese que possui duas portas de acesso, uma que entra pela sala de estar e sai direto na via pública e outra pela cozinha, que sai num pequeno quintal. Entrando pela sala, a parte de serviço se dá para a esquerda e a íntima, para a direita.

⁴⁰ Não se conseguiu conciliar horários com a moradora para uma visita.

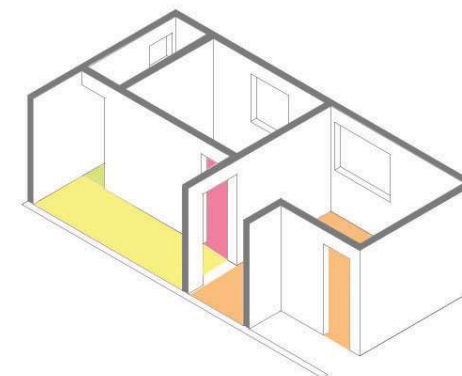


Figura 87: perspectiva casa d. Valdete. fonte: acervo da autora.

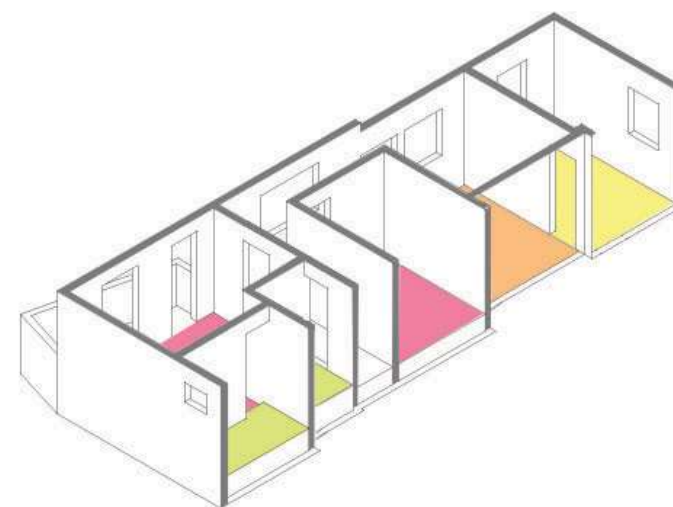


Figura 88: perspectiva casa d. Teresa. fonte: acervo da autora.

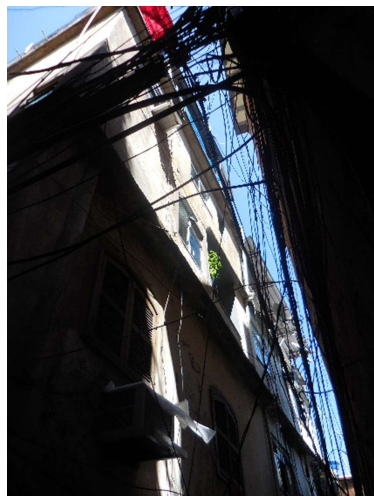


Figura 89: fachada da casa. jul/2016. foto da autora.

O beco estreito e a altura do imóvel dificulta a apreensão da fachada.



Figura 90: cozinha da casa no térreo. jul/2016. foto da autora.



Figura 91: visão da escada de acesso ao segundo pavimento. jul/2016. foto da autora.

Ao fundo, o pequeno quintal murado e a porta de entrada ao terreno.



Figura 92: vista da sala da casa do segundo pavimento. jul/2016. foto da autora.

Esse pequeno pátio tem uma porta que serve de acesso também para as unidades dos andares superiores. A casa levantada no segundo pavimento tem o acesso feito através dessa escada e ocupa pouco mais da metade da área de projeção da anterior. Logo ao lado da porta de entrada está a máquina de lavar roupas, mas ainda no lado externo da residência. A entrada da casa também se dá pela sala, e o quarto de dormir é feito pela cozinha.

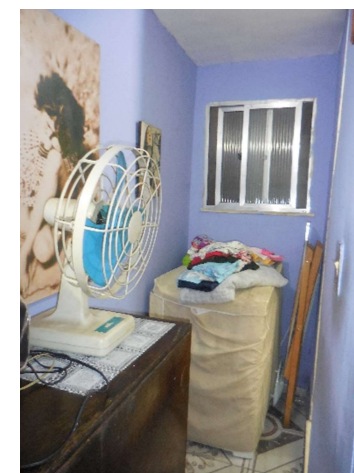


Figura 93: casa D. Teresa. março/2016. foto da autora.

Seguem alguns comentários sobre as observações feitas durante as análises de dados coletados.

Taxa de ocupação dos terrenos

A taxa de ocupação, como se pode ver em uma visita à Rocinha ou em aerofotos e fotos de satélite, é extremamente alta, com poucos espaços livres, sejam estes públicos ou privados. Portanto, a maior parte das casas da Rocinha ocupam praticamente todo o terreno e muitas vezes tem projeção que extrapola os limites. Entretanto, como se vê dentro do corpus de análise, nem todos ocupam toda a área do terreno.

Nos croquis da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, os arranjos destacados. Em (1), ocupação total do terreno; (2), casa com quintal frontal; (3), casa com quintal de largura menor que a do terreno; (4), avanço da construção sobre a totalidade da largura da via pública, (5) avanço da casa sobre parte da largura da via pública; (6) avanço da construção sobre parte do terreno do vizinho; (7) pequeno afastamento das divisas, de cerca de 25 centímetros.

Nas duas construções onde se evidenciou a presença do quintal também se notou que a escada de acesso aos

andares superiores se desenvolve neste espaço.

Estas características listadas foram observadas não apenas no corpus do análise apresentado como em outras construções, já que faz parte da volumetria e que pode ser observada sem adentrar as construções.

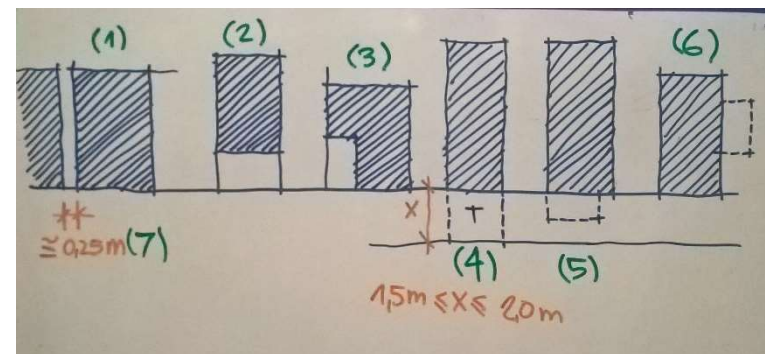


Figura 94: croquis de características de ocupação do solo. Croqui da autora.

Acessos:

Apenas uma das casas apresenta duas portas de acesso, e não por acaso é a que tem a maior área de fachada. Cem por cento destas unidades visitadas tem a porta de entrada da casa localizada na sala de estar. A localização dos acessos da casa, Figura 95 portanto, tem relação direta com a compartimentação e localização da sala de estar dentro da unidade.

Compartimentos / setorização

Fora o *kitinete*, todos os demais imóveis possuem cozinha e sala distintos, e há sempre pelo menos um banheiro, não importa o tamanho da habitação, e não é raro haver mais de um. Das nove residências levantadas, quatro possuem dois banheiros, o segundo próximo aos quartos. Os quartos de dormir configuram-se quase sempre como um setor oposto à cozinha, separados pela sala. À exceção de uma unidade, em todas as residências banheiro e cozinha aparecem juntos.

É interessante a comparação com outros apartamentos localizados da Cidade do Rio de Janeiro, na chamada “cidade formal”, onde banheiros junto à cozinha são os chamados “banheiros de empregada”. O banheiro destinado ao uso da família fica junto aos quartos de dormir. Há também uma outra diferença no setor de serviço: enquanto que na maior parte dos apartamentos no Rio de Janeiro a área de serviço e a cozinha são normalmente espaços contíguos, nas casas da Rocinha isso não costuma ocorrer. Nas unidades com acesso à laje ou que possuem quintal, a lavagem e secagem de roupas ocorre nestes locais. Nas demais, não há um padrão muito claro para a localização de equipamentos de

lavagem de roupa, seja tanque ou máquina, que parecem ser colocados em espaços residuais das casas.



Figura 96: escada em uma das casas visitadas, mau dimensionamento de vãos e degraus. foto de Raizza Talon.

Outro fato comum é a falta de relação entre plantas dos pavimentos de uma mesma construção. Muitas das vezes o único elemento comum na planta de dois pavimentos é a escada. Estas são normalmente mal construídas em termos de execução e de dimensionamento: muito estreitas e com tamanhos irregulares. Não há qualquer relação com a fórmula de Blondel, os pisos são curtos e os espelhos muito altos. No caso de escadas internas, o vão na laje também costuma ser mal dimensionado, como pode se ver na Figura 95: escada e vão de laje mal dimensionados. set/2016. foto

de Raizza Talon.. As escadas nem sempre se projetam umas sobre as outras, talvez até pelo mal dimensionamento da inferior, que impossibilitaria uma outra escada construída sobre a primeira.

A “laje”⁴¹ é um elemento diferencial da unidade que tem acesso a ela, funciona como um quintal, suprimindo uma eventual falta de espaço ao ar livre das casas. E por isso, é o local onde se desenvolve a lavagem de roupa e é também a área de lazer da residência. Atividades sociais podem ocorrer também na laje.

Volume / Fachadas

A maior parte das construções do setor AI-2 da Rocinha possui mais de 3 pavimentos, como já citado no capítulo que descreve a Rocinha.

Em uma boa parte das fachadas da Rocinha não se percebe uma preocupação com a composição da fachada, que parece muito mais o resultado do arranjo interno dos espaços, em acordo com as necessidades e possibilidades dos habitantes. Muitas das casas apresentam uma extensão da laje, que extrapola das paredes das fachadas em faixas

de aproximadamente 35 centímetros (Figura 98). Não se

⁴¹ Ver sobre laje no anexo.



Figura 97: vão estreito existente entre as construções. Março/2013. foto da autora.



Figura 98: extensões de laje nas fachadas. Março/2013. foto da autora.



Figura 99: na visão do alto. março/2013. foto da autora.

acabamento ou de proteção da alvenaria contra chuva ou mesmo um misto dos dois.

Outro fato é a existência de pequenos vãos entre as casas (Figura 97), por onde passam as tubulações hidro-sanitárias. Mas não se trata de um espaço técnico de manutenção, uma vez que o espaço resultante deste afastamento normalmente não permite o acesso de uma pessoa e tampouco existem acessos dispostos na alvenaria que permitam reparos dessas tubulações por dentro da construção. Acreditamos que surge apenas do não embutimento destas tubulações na alvenaria, que teria que ser cortada. Não é incomum se ver também cabeamento de TV e telefonia passando pelo mesmo espaço.

Algumas casas possuem varandas e as caixas d'água são elementos muito visíveis quando se vê as casas da favela do alto.

sabe a razão desta extensão, se é um elemento de

3.2. Regras

As regras apresentadas a seguir partem da subgramática residencial desenvolvida durante o workshop e dos levantamentos e estudos realizados durante a fase de pesquisa. O que se pretendeu no momento foi a mesclagem dos resultados obtidos durante o workshop com os novos elementos agregados nesta tese. Os interiores, não analisados no workshop foram incorporados e as regras para a composição dos volumes e fachadas foram readequadas de acordo com novos elementos obtidos.

A forma inicial continua sendo o lote, que deverá ter contorno e dimensões produzidos na subgramática do desenho urbano, uma vez que se entende que as dimensões e forma dos lotes dependerá do tipo de logradouro e da topografia do sítio. O desenho urbano, por outro lado, pode ser alterado em razão do crescimento das construções, que muitas vezes extrapolam os limites iniciais e avançam sobre as vias públicas ou dos lotes vizinhos, como se verá nas regras descritas a seguir.

Os croquis de análise foram essenciais para a definição das regras. Foram realizados com o uso de cores para a diferenciação dos espaços, e esta estratégia foi essencial

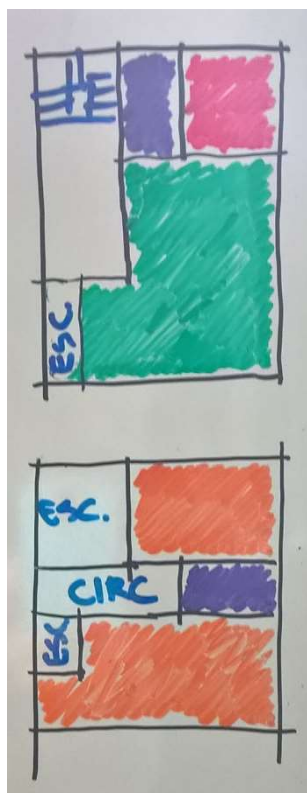


Figura 100: croquis de setorização de casas. Desenho da autora.

para a percepção de padrões de composição das plantas. Percebeu-se, por exemplo, que as cozinhas, marcadas em rosa, estão sempre acompanhadas do banheiro, em roxo. As regras baseiam-se nas gramáticas apresentadas no capítulo dois, em especial a da Malagueira (DUARTE, 2001, 2003, 2005) e a das casas de pradaria de Frank L. Wright (KONING & EIZENBERG, 1981). Partiu-se da subdivisão recursiva dos espaços, fazendo-se inicialmente uma setorização e subsequente especialização dos ambientes obtidos. Cores e marcadores são conjugados.

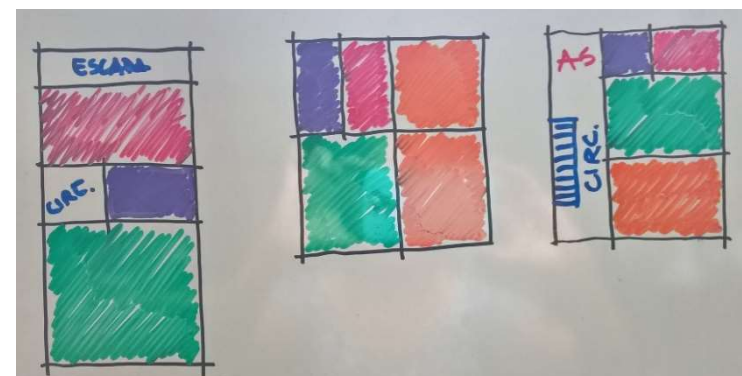


Figura 102: croquis de análise da setorização das casas. Desenho da autora.

As regras inferidas, a exemplo das referências, dividem-se em estágios, e cada um destes se especializa em determinados elementos. Os estágios se dividem em:

- Estágio 1: ocupação do lote;
- Estágio 2: compartimentação dos espaços;

- Estágio 3: realinhamento das paredes;
- Estágio 4: abertura de vãos;
- Estágio 5: inserção de novos pavimentos;
- Estágio 6: fim.

Para fins de simplificação dos desenhos, a forma inicial é apresentada como um retângulo (Tabela 2), mas deverá ter o desenho, assim como as dimensões, definidos pelo traçado urbano, como mencionado. Pelo que se observou, a maior parte dos lotes tem forma de quadrilátero e as regras nesta gramática podem, a princípio, ser aplicadas a qualquer forma que este lote venha a assumir. A cor marrom é o indicador para a aplicação das regras do estágio 1 sobre o lote.

O estágio 1 (Tabela 3) insere a laje de piso da construção e delimita a ocupação do solo. Na R1, a laje ocupa todo o terreno, enquanto que na R2, apenas parcialmente, deixando um marcador (•) que possibilitará o controle do número de vezes que a regra é aplicada na área livre.

É importante notar que as duas primeiras regras são aplicáveis num polígono de cor marrom, o que significa que podem ser aplicadas na área residual marrom da R2.

Tabela 2: forma inicial.

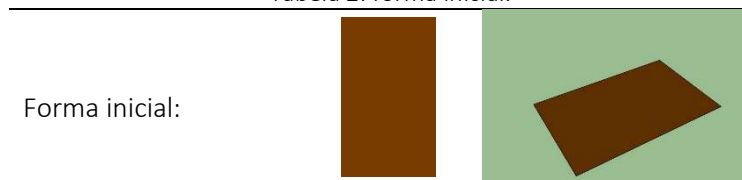


Tabela 3: estágio 1.

ESTÁGIO 1: OCUPAÇÃO DO SOLO

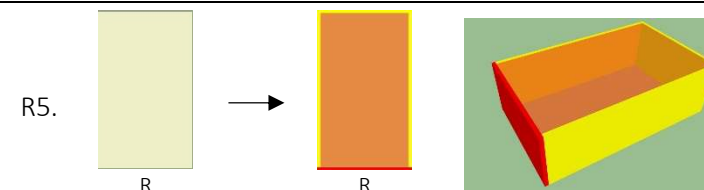
	REGRAS	perspectiva
R1.		
Inserção de laje de piso – s/ quintal		
R2.		
Inserção de laje de piso – c/ quintal		
R3.		
Não subdividir o pátio		
R4.		
Parar subdivisão do pátio.		

Tabela 4: estágio 2 (parte 1/4).

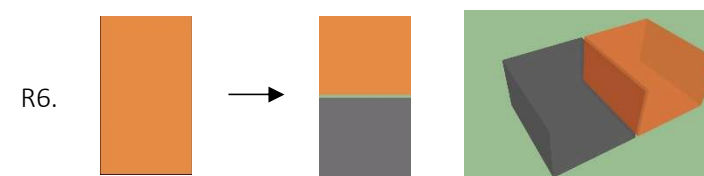
ESTÁGIO 2: COMPARTIMENTAÇÃO DA UNIDADE

A princípio, a R1 poderia ser aplicada após a R2, mas não faz sentido, uma vez que o resultado final seria o mesmo que se a R1 fosse aplicada no início. E para evitar aplicação recursiva da R2, o marcador só pode ser inserido duas vezes. Assim, para se ter um quintal da largura do terreno, aplica-se a R2 uma vez e na sequência a R3, que substitui o marrom por verde, impedindo uma nova divisão. Para um quintal mais estreito, aplica-se a R2 mais uma vez, desta vez sobre a faixa marrom restante e finalmente, a R4, que faz um processo similar ao da R3: substitui o marrom por verde quando encontra dois marcadores pretos e assim encerra o estágio 1.

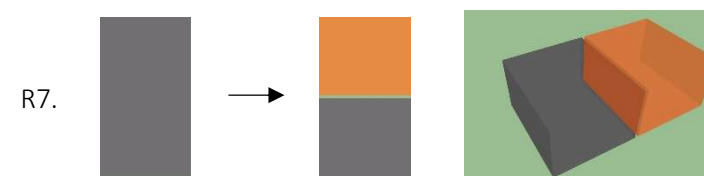
Uma vez estabelecida a laje de piso, inicia-se o estágio 2 (tabelas 4 a 7) com a R5, que faz a inserção das alvenarias no perímetro da laje. Esta regra é obrigatória, uma vez que é a única possível de se aplicar sobre o elemento obtido no estágio 1. A diferenciação das cores das alvenarias se refere a fachadas voltadas para a rua ou com pelo menos afastamento mínimo, representadas em vermelho e que podem receber vãos de portas ou janelas ou as alvenarias em amarelo, coladas na divisa e cegas.



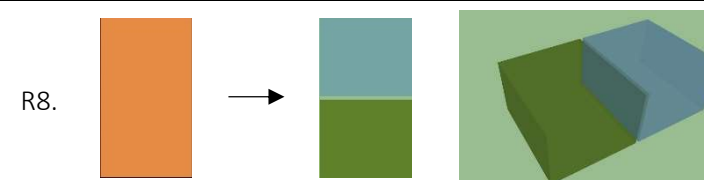
Inserção de paredes no perímetro da construção



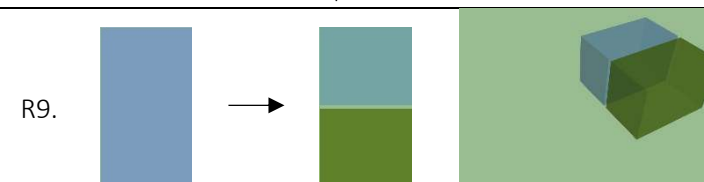
Inserção de área comum (cinza).



subdivisão da área comum.



subdivisão de área privativa em dois setores.



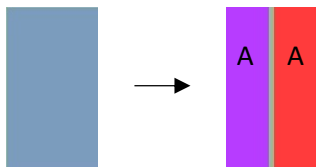
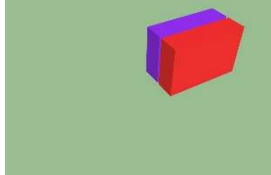
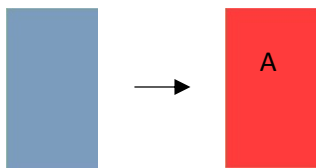
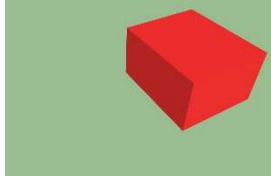
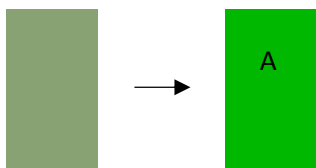
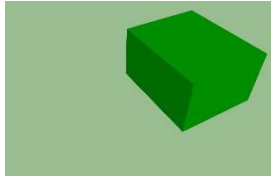
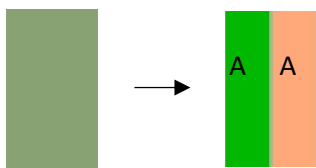
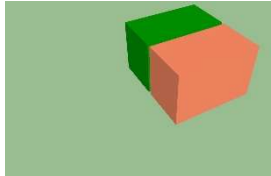
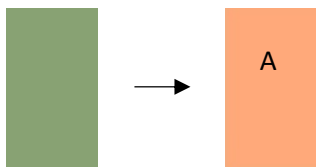
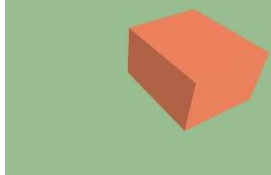
Subdivisão do setor azul

Ainda na regra 5, ocorre, no interior das alvenarias, a inserção de um prisma laranja, que representa o volume de uso privado do pavimento, sobre o qual incidirão as demais regras do estágio, que fazem seccionamentos sucessivos e que darão origem aos compartimentos internos.

A R6 insere um espaço de uso comum, necessário em edificações multifamiliares e não é obrigatória, visto que para a mesma forma pode ser usada a R8. A R7 subdivide este espaço público mais uma vez. Na verdade, esta pode ser aplicada diversas vezes seguidas e pode ter dois objetivos diferentes: devolver parte da área à unidade privativa ou produzir uma nova unidade. Para se obter um determinado número de unidades num pavimento, a R7 é aplicada até obter-se tal número.

As regras 8 a 17 tratam da compartimentação das áreas privativas, fazendo a compartimentação funcional das áreas. Estas regras são aplicadas tanto para o prisma laranja que representa a totalidade da residência, como quando representa apenas um dos pavimentos de uma unidade residencial. A R8 inicia este processo de especialização dos espaços internos e faz a substituição do prisma da área privativa por outros dois, um azul, que abriga as áreas

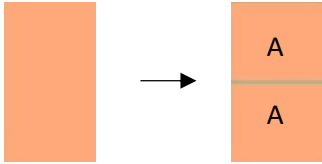
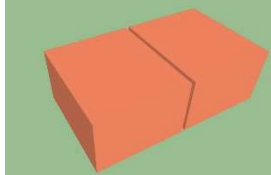
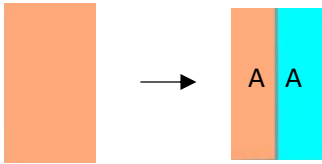
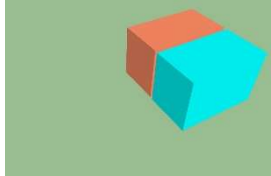
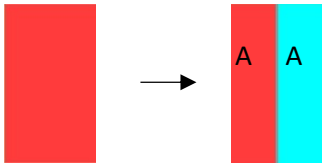
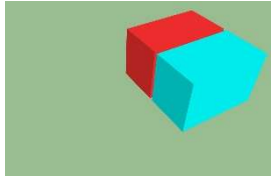
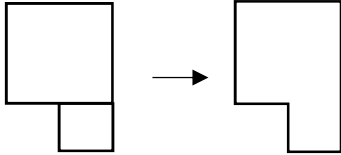
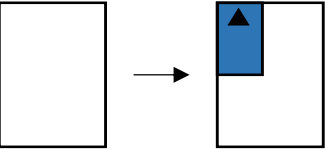
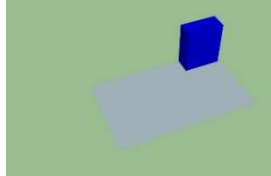
Tabela 5: estágio 2 (parte 2/4).

R10.		
Divisão do setor azul em cozinha e banheiro.		
R11.		
Insere circulação ao lado do banheiro.		
R12.		
Conversão do setor verde em sala.		
R13.		
Divisão do setor verde em estar e quarto.		
R14.		
Conversão do setor verde como estar e quarto.		

molhadas e o verde que abrigará o restante. O setor azul pode ser compartimentado da mesma forma, na R9, de maneira a reequilibrar a disposição dos setores. No azul serão localizados o banheiro e cozinha, e deverá ser localizado preferencialmente na área oposta à rua ou não poderão ocupar completamente a fachada frontal. Uma vez definidos os setores azul e verde, segue-se com o seccionamento destes dois setores, como se pode observar mais adiante no diagrama em árvore dos pavimentos (Figura 103).

Entre a R10 e a R17 (Tabelas 5 e 6) novos seccionamentos podem ocorrer e são definidos os usos dos compartimentos obtidos e em cada um destes aplica-se um marcador “A”, necessário para o início da etapa seguinte. Assim, a R10 secciona o setor azul, formando o banheiro e a cozinha, enquanto que a R11 transforma todo o setor azul em banheiro, sem a colocação da cozinha. Esta opção ocorre em unidades tipo kitinete (sic), que não dispõem de espaço exclusivo para esta função. Outra situação para esta mesma regra é quando se trata de um dos pavimentos de uma residência. No setor verde, a R12 define o uso de sala, enquanto que a R14, quarto. R13 e R15 fazem

Tabela 6: estágio 2 (parte 3/4).

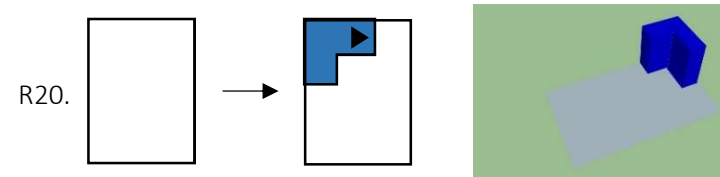
R15.		
subdivisão do quarto em dois.		
R16.		
Insere circulação ao lado do quarto.		
R17.		
Insere circulação ao lado do banheiro.		
R18.		
Eliminação da linha entre dois polígonos para a formação de um único.		
R19.		
Inserção de escada reta		

seccionamentos, formando sala e quarto ou dois quartos.

R16 e R17 acrescentam eventuais espaços de circulação ao lado de quarto ou de banheiro. A R18 faz a união de dois ambientes contíguos, tornando-os um único espaço. Esta regra também pode vir após aplicações sucessivas da R2, para unir os dois espaços construídos no lote. Há também regras de inserção de escada, que pode ser reta (R19) ou em “L” (R20). Há aqui um marcador (▲) que indica a posição do topo da escada.

As regras da etapa 2 servem tanto para o térreo quanto para os demais. E diferentemente da gramática da Malagueira, onde há marcadores que disciplinarão a colocação das alvenarias dos andares superiores, nesta gramática o único elemento que se repete de um andar para o outro é a escada, uma vez que não se observa obrigatoriedade de alinhamento das alvenarias, nem mesmo nas de perímetro. No Estágio 3 é definido o layout final do pavimento. É feito o realinhamento das alvenarias pelo redimensionamento dos ambientes. As duas primeiras regras, R21 e R22, são aplicadas nas paredes de perímetro coladas nas divisas, indicadas em amarelo, e que sejam de fechamento de cozinha ou de banheiro. Estes compartimentos deverão

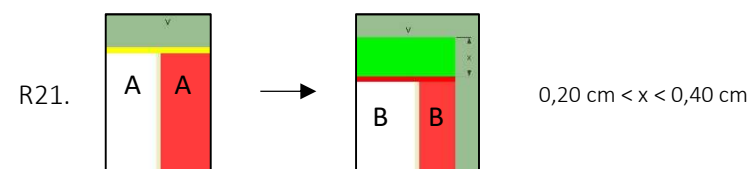
Tabela 7: estágio 2 (parte 4/4).



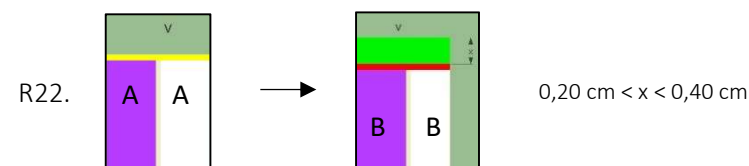
Inserção de escada em “L”.

Tabela 8: estágio 3 (parte 1/2).

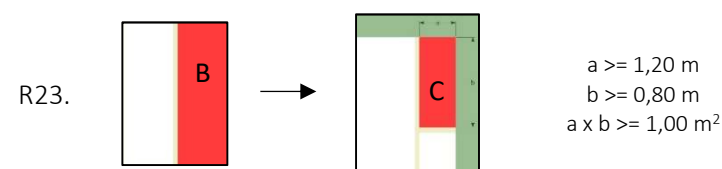
ESTÁGIO 3: REALINHAMENTO DAS PAREDES



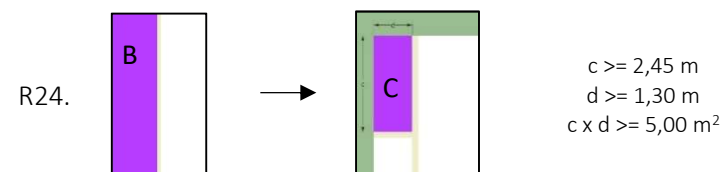
Afastamento da divisa – parede de banheiro



Afastamento da divisa – parede de cozinha



Redimensionamento de banheiro



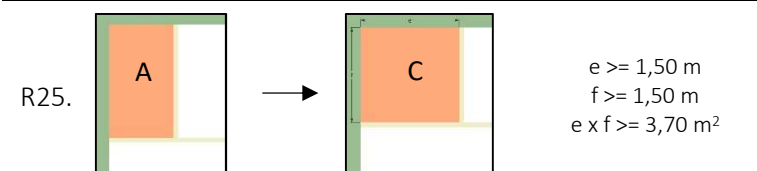
Redimensionamento da cozinha

conter o marcador “A”, que indica que nenhuma alteração ocorreu ainda. As regras deste estágio são parametrizadas, com medidas mínimas a

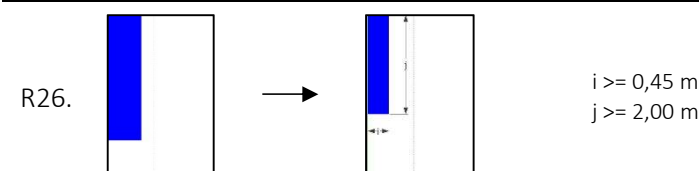
Estas regras afastam as alvenarias dos limites do lote numa faixa entre 20 e 40 centímetros, por onde passam as instalações hidro-sanitárias. As regras também trocam os marcadores “A” por “B” e alteram a cor de marcação da alvenaria, de amarelo para vermelho, uma vez que passam a ser deslocadas das divisas e então regras de fenestração poderão ser aplicadas. Uma vez finalizados os eventuais afastamentos de divisa, os marcadores “B” possibilitam a aplicação das regras R23 e R24, que redimensionam banheiro e cozinha. A R25 modifica o tamanho dos quartos, trocando o marcador “A” pelo “C”. As regras R26 e R27 tratam das escadas, que são normalmente bastante estreitas e íngremes.

Os parâmetros apresentados para estes procedimentos vêm das observações feitas durante os levantamentos e dizem respeito a valores mínimos de medidas e de áreas. Não há regra de redimensionamento específico da sala, que se entendeu como sendo o espaço que resta dos realinhamentos realizados.

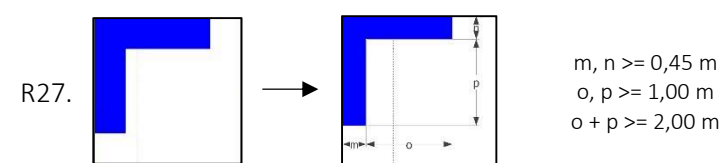
Tabela 9 estágio 3 (parte 2/2).



Redimensionamento de quartos



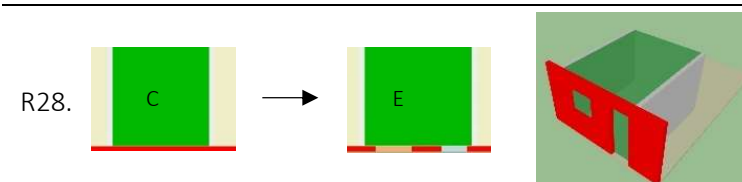
Redimensionamento de escada reta



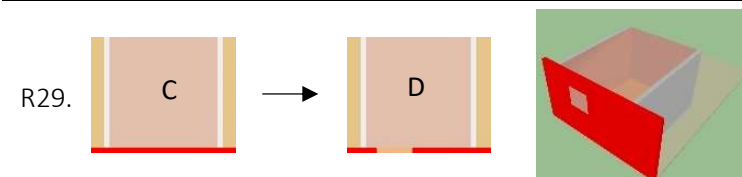
Redimensionamento de escada reta

Tabela 10: estágio 4 (parte 1/3).

ESTÁGIO 4: ABERTURA DE VÃOS



Inserção de porta e janela na fachada da frente (sala)



Inserção de janela na fachada (quarto)

Tabela 11: estágio 4 (parte 2/3).

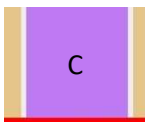
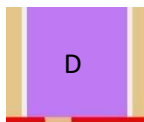
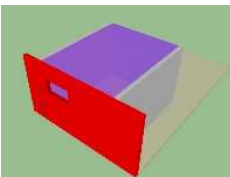
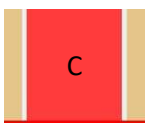
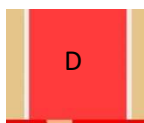
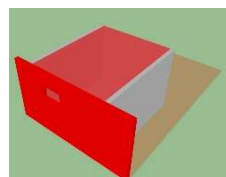
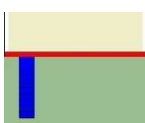
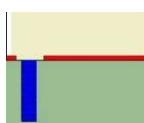
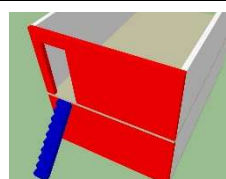
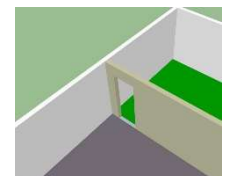
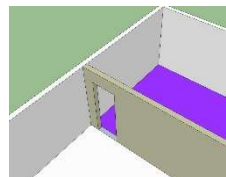
As regras do estágio 4 dizem respeito à abertura de vãos de portas e janelas, tanto internos quanto os voltados para o exterior. O emprego do marcador “C” indica que o ambiente já está com as alvenarias nos locais definitivos e podem receber os vãos.

As regras da R28 até R32 são para abertura de vãos de fachadas, identificadas pela cor vermelha. A primeira destas insere porta e janela na sala, e a R29, janela no quarto. As regras R30 e R31 inserem janelas altas em paredes de fachadas de banheiros e cozinhas.

A R32 permite a abertura de portas na fachada em andares superiores onde houver uma escada de acesso. Todas estas regras descritas permitem a inserção de vãos nas fachadas que sejam voltadas para a via pública ou com algum afastamento.

Da R33 até a R36, abertura de portas internas. A primeira destas faz a porta de acesso ao imóvel onde o acesso só é possível a partir de uma área de uso comum.

As outras regras de portas referem-se às portas de banheiro, cozinha e de quartos. Todas estas regras também provocarão uma mudança nos marcadores, para evitar que mais vãos sejam abertos.

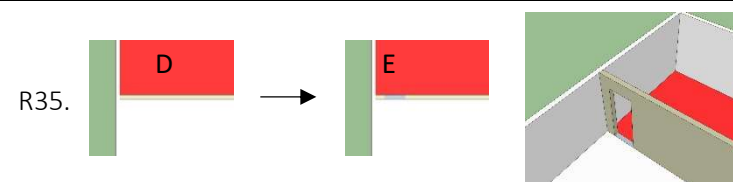
R30.		→		
Inserção de janela na cozinha				
R31.		→		
Inserção de janela de banheiro				
R32.		→		
Inserção de porta de acesso aos andares superiores em caso de escada externa				
R33.		→		
R34.		→		
Inserção de porta de cozinha				

O estágio 5 contém regras para inserção de novos pavimentos. Baseia-se nas regras obtidas durante o workshop, com algumas pequenas revisões. Inicia-se com a colocação de laje e caixa d'água sobre as paredes do perímetro da construção.

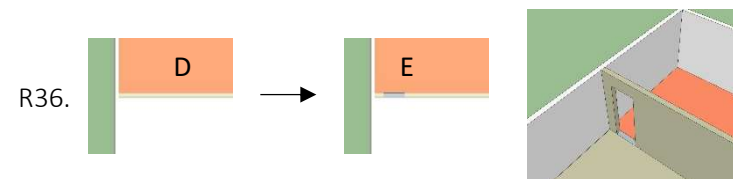
As dimensões da laje podem seguir o alinhamento da alvenaria (R37), pode ter o contorno em balanço (R38) ou pode acompanhar a profundidade da varanda (R39). Há ainda a possibilidade de avançar sobre o quintal ou mesmo a via pública, mantendo este avanço em até 2 metros (R40). Na regra R38 houve a preocupação em se fazer o trecho em balanço em outra cor, de maneira que as regras seguintes, que tratam da ocupação laje, respeitem este trecho em balanço, não avançando a alvenaria sobre este. Em todas estas regras há o acréscimo de uma caixa d'água sobre a laje, pois, como observado em campo, o número de caixas d'água sobre uma construção tende a ser um valor bastante aproximado no número de pavimentos. Acredita-se que correspondem, na verdade, ao número de unidades existentes dentro de cada edificação, mas essa afirmação precisa ser confirmada.

Como mencionado, as regras R41 a R46 (Tabela 14) fazem a

Tabela 12: estágio 4 (parte 3/3).



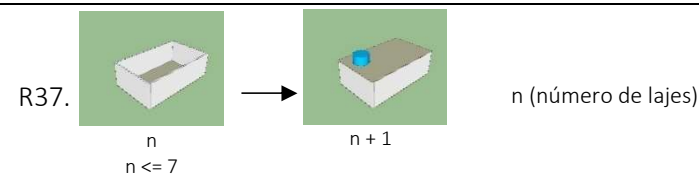
Inserção de porta de banheiro



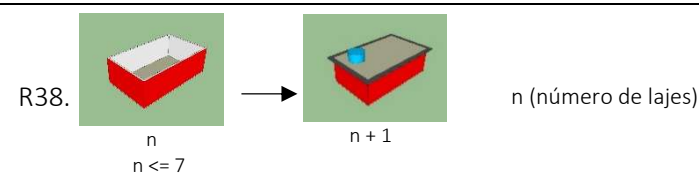
Inserção de porta no quarto

Tabela 13: estágio 5 (parte 1/2).

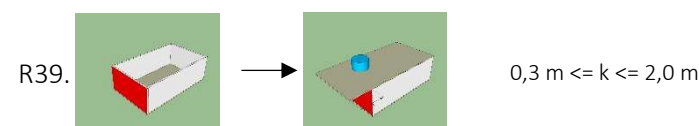
ESTÁGIO 5: INSERÇÃO DE NOVOS PAVIMENTOS



Inserção de nova laje



Inserção de laje com balanço

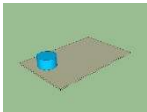
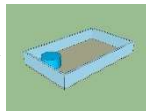
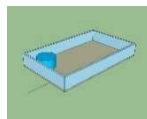
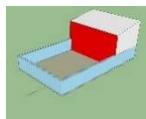
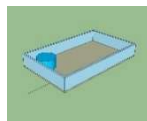
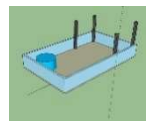
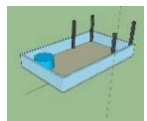
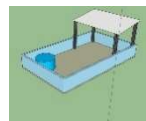
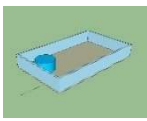
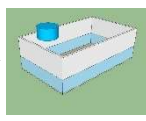
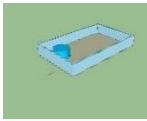
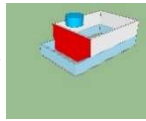


Extensão da laje sobre área livre (beco ou terreno).

ocupação da laje, que pode evoluir para um andar inteiro ou pode ter apenas a função de terraço, seja este com o espaço todo livre, seja parcialmente ocupado. Como já informado anteriormente, estas regras basearam-se no conjunto elaborado anteriormente, portanto, não tem as regras baseadas apenas no corpus de análise apresentado nesta tese, mas na favela como um todo.

Observou-se, durante os levantamentos, que há, em diversas construções, uma faixa de alvenaria que vai até a altura dos parapeitos das janelas, mais desgastada que a parte acima, demonstrando que foram construídas em dois momentos. Assim a R45 tanto apresenta uma situação encontrada, que é a de uma mureta em torno da laje, que poderá ter a inserção dos demais elementos. A R42 insere uma construção parcial, que pode ser um cômodo da casa como sala ou quarto. A R43 apresenta uma estrutura metálica, vista com uma certa frequência, que parece evoluir para a R44, que é a colocação de uma cobertura leve. A R45 implanta alvenaria em torno de toda a mureta, na altura de um pé-direito, o que permite a colocação de nova laje, assim como o retorno ao estágio 2 de compartimentação.

Tabela 14: estágio 5 (parte 2/2).

R40.		→	
Inserção de mureta sobre a laje			
R41.		→	
Construção parcial sobre a laje.			
R42.			
Colocação de coluna para cobertura			
R43.			
Colocação de cobertura			
R44.		→	
Aumento da alvenaria até altura do pé-direito do pavimento			
R45.		→	
Aumento de parte da alvenaria, com criação de varanda.			

O que se demonstra uma certa independência dos estágios 2 e 4, que podem ser feitos em paralelo: a partir da colocação das alvenarias do térreo, pode-se tanto já seguir com o restante da volumetria quanto seguir com a compartimentação, e os diagramas em árvore apresentados a seguir comprovam esta afirmação.

3.2.1. Computação das regras

Uma etapa do trabalho muito importante na elaboração de uma gramática é a computação das regras obtidas. Esse processo tem a finalidade de analisar o produto do ponto de vista da eficácia das regras inferidas. Trata-se da execução da gramática, processando algoritmos que formem exemplares, que pode ser a reprodução de um dos membros do corpus de análise ou também um novo. Estes testes são essenciais para a detecção de erros e/ou redundâncias. Uma característica desejável é um conjunto de regras reduzido, o que aumenta a efetividade e evita problemas.

Para auxiliar nesta análise, foram feitos dois diagramas em árvore que abordam de aspectos diferentes, apresentados nas figuras 103 e 104. O primeiro destes (Figura 103) é

desenvolvido a partir dos volumes. No topo do diagrama aparece a forma inicial que desencadeia os algoritmos. As três derivações representam as três formas de ocupação do lote possíveis, onde a primeira apresenta a aplicação da R1, ocupação total do lote. Na seguinte houve a aplicação das regras R2 e R3, que insere a laje e define o quintal, respectivamente. A última opção é para o quintal de largura menor que a do terreno, obtida com a aplicação da R2 duas vezes e a R4, que impede nova subdivisão. Para fins de simplificação do desenho, apenas o ramo onde se aplicou a R1 foi desenvolvido, mas o que se sugere é que os mesmos procedimentos que ocorrem neste podem ser aplicados nos outros dois.

No nível seguinte, indica-se a aplicação da R5, que insere as paredes e volume interior nos 3 ramos, e para cada um destes, uma das regras de colocação de laje e caixa d'água do estágio 5 (R37, R38 ou R39). A R41, aplicada em seguida, insere as muretas em alvenaria. O que se observou é que esse guarda-corpo é quase sempre feito em alvenaria, que servirá mais tarde para se erguer uma nova parede para o novo pavimento.

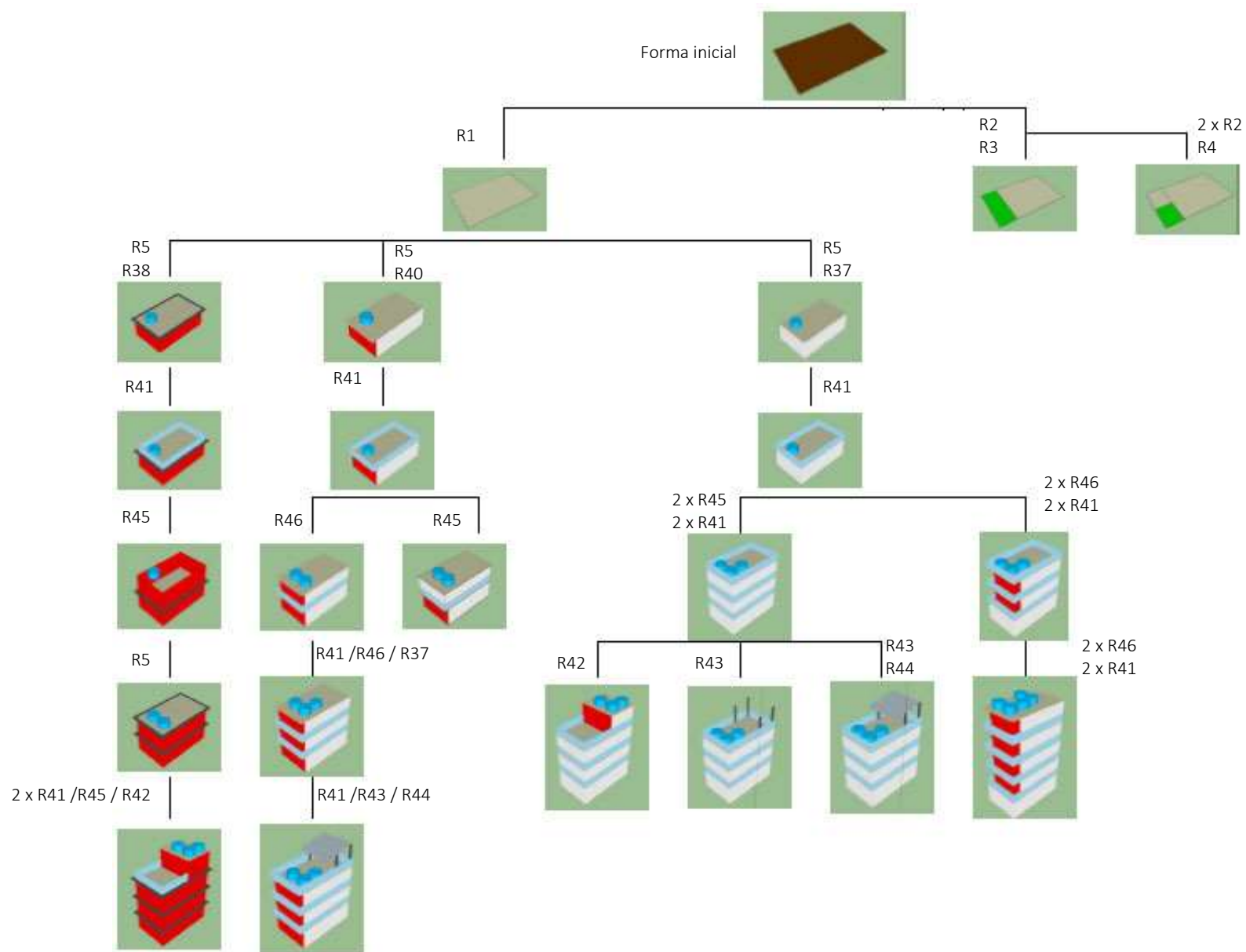


Figura 103: diagrama em árvore - volumetrias. Acervo da autora.

Assim, pode-se encerrar o processo com as regras dos elementos típicos de laje, como telheiro (R43 e R44) ou pequena área construída (R42). Ou então, seguir com elevação das alvenarias que darão origem a outros pavimentos, com a aplicação recursiva das regras para laje, muretas e/ou alvenarias.

O segundo diagrama em árvore (Figura 104: diagrama em árvore. fonte: acervo da autora) mostra arranjos de layout. É um esquema simplificado, apenas com a intenção de se visualizar possibilidades de soluções para plantas baixas. O plano inicial é o mesmo: a partir do lote são aplicadas as regras do primeiro estágio.

Depois, os seccionamentos se sucedem, mostrando as possibilidades a partir de cada situação. Para facilitar a leitura, os fundos dos ramos foram coloridos. O ramo em amarelo mostra o esquema para obtenção de subdivisão em edificações multifamiliares, com arranjos com uma, duas ou três unidades.

Inicia-se com a inserção de uma área comum cinza, que depois pode ser novamente seccionada ou então, redimensionada e a área privativa torna-se uma única unidade e começa a se subdividir nos ambientes da

residência. Na outra opção, vários caminhos podem ser seguidos: realizar seccionamentos e redimensionamentos sucessivos ou mesmo regras de união de espaços, de maneira a obter novas áreas privativas ou de fazer a circulação em formato mais conveniente. Em todos os casos, segue-se para definição de espaços que darão origem às diferentes unidades de uma edificação multifamiliar. E para cada uma delas pode-se aplicar as regras encontradas no ramo azul – que não chegam a esgotar as possibilidades. Nesta outra área do diagrama, são apresentadas soluções para um pavimento, que na maior parte dos casos estudados, sempre possui ao menos uma área molhada: cozinha e/ou banheiro. Assim como ocorreu no ramo amarelo, algumas possibilidades se colocam: seccionamentos recursivos ou diretamente para a especialização dos espaços. Apenas parte das regras de redimensionamentos foram contempladas nesta árvore, aquelas que produzem afastamentos de divisa não são apresentados, assim como inserção de escadas.

O trecho mais à direita do esquema indica o início da derivação para terrenos com quintal, mas que não foram derivados, mas repetiriam os esquemas já contemplados.

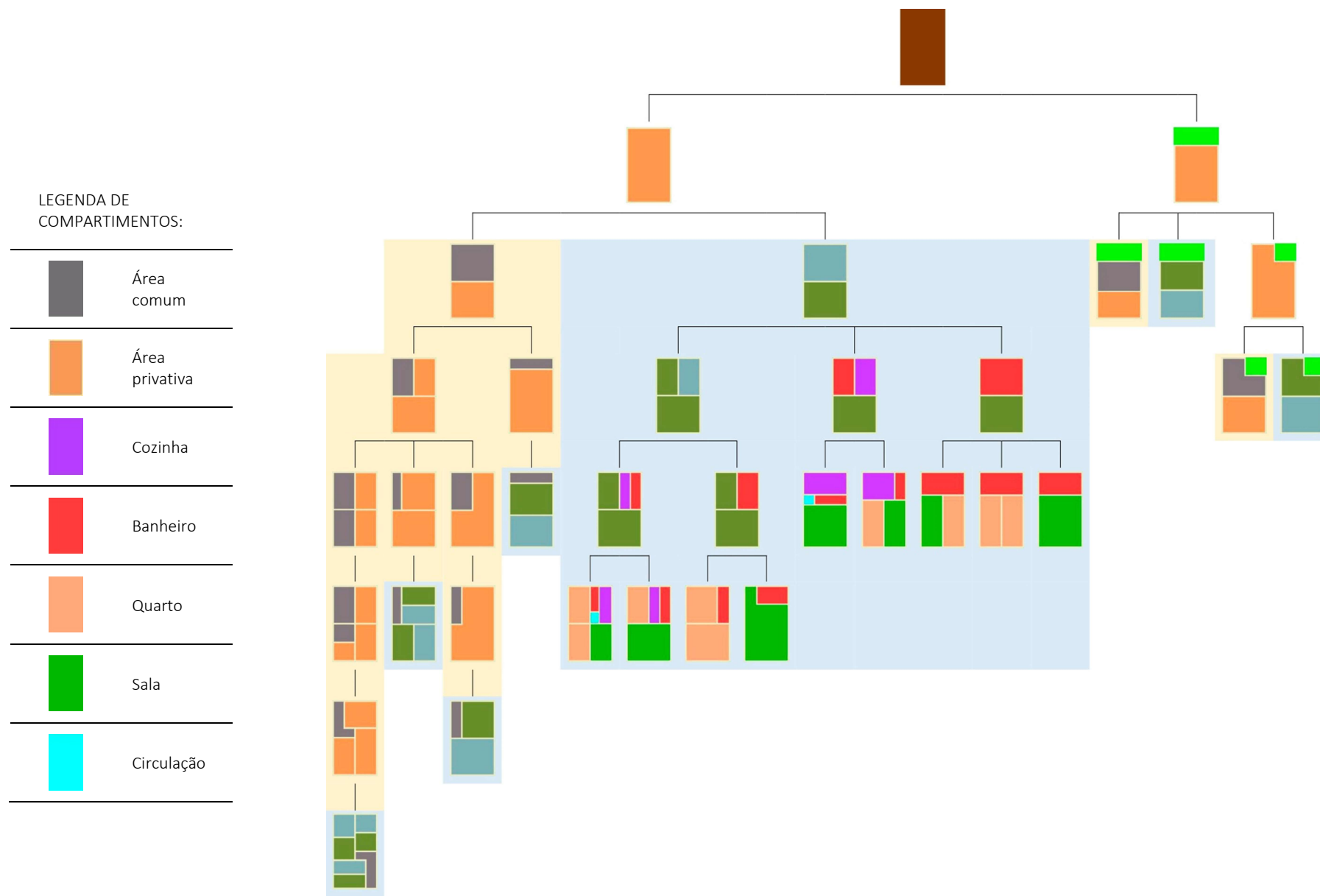


Figura 104: diagrama em árvore. fonte: acervo da autora

Por fim, foi feita uma simulação de montagem dos 2 vãos.

primeiros pavimentos da casa da Liliana, que comprova a eficácia de pelo menos boa parte das regras e (principalmente) do esquema básico concebido.

Sobre a forma inicial, o terreno, é aplicada R2, que indica que parte do terreno será livre. A R3 transforma a área marrom em quintal e a R5 insere as paredes externas assim como define a área interna a ser subdividida. Este espaço é subdividido 2 vezes, pela R8 e R9, para se localizar as áreas molhadas da residência. Em seguida, um dos blocos verdes é seccionado mais uma vez pela R10 e os espaços têm os usos definidos pelas regras 13 e 14. Seguem-se os redimensionamentos dos compartimentos e a colocação dos vãos de portas e janelas.

Uma vez definido o primeiro pavimento, acontece a colocação da laje, que permite, por sua vez, que as regras de construção voltem a ocorrer, com a inserção de novas alvenarias de perímetro e, desta vez, com a subdivisão dos espaços criando uma área de uso comum, onde será colocada a escada de acesso ao outro pavimento.

Neste novo pavimento, novamente as etapas de subdivisão e redimensionamentos, seguidos do estágio de abertura de

A computação apresentada só vai até a inserção da terceira laje, pois os andares acima não difere muito deste em termos de layout.

Computação de regras: casa Liliana – 1º e 2º pavimentos

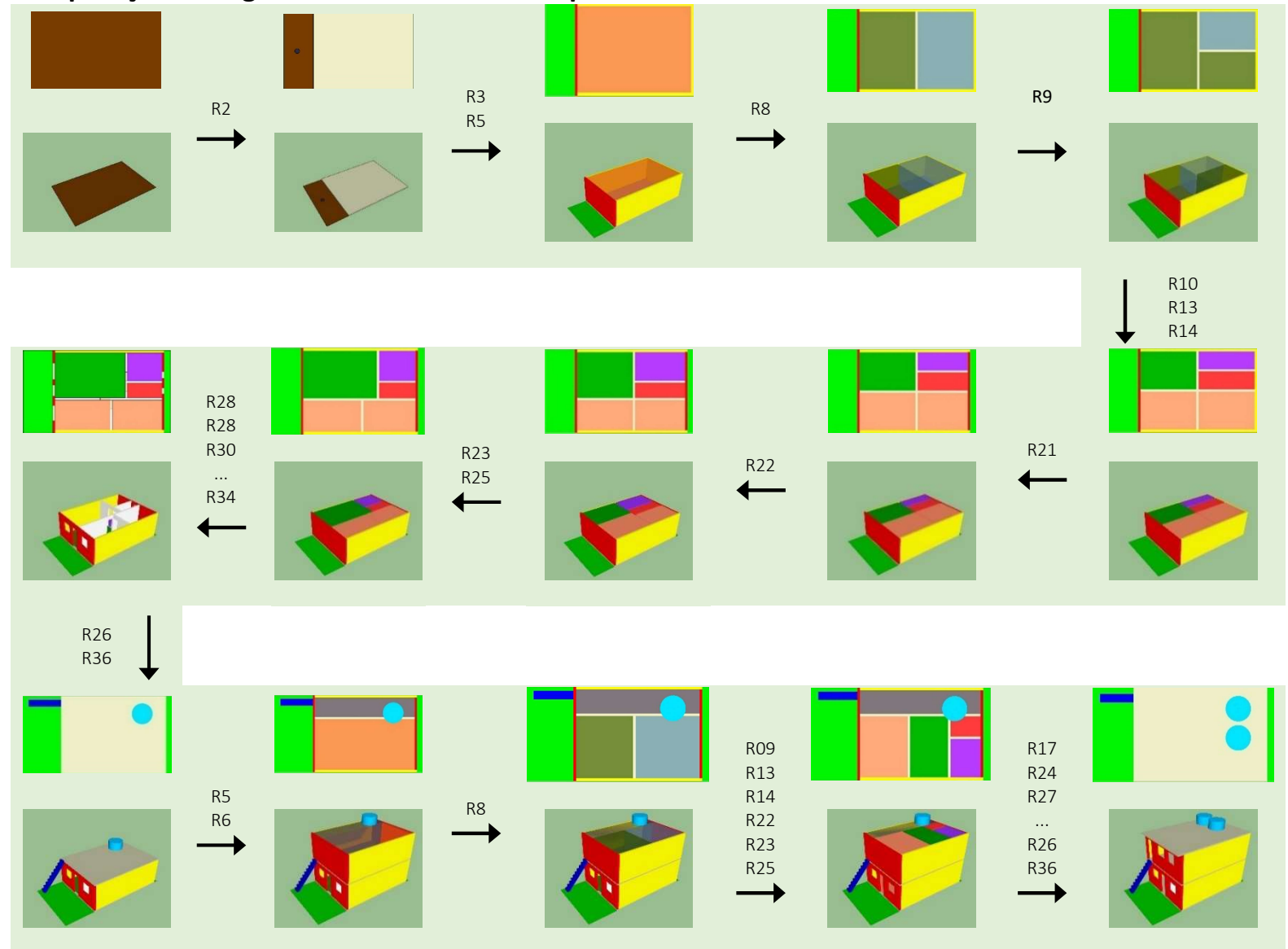


Figura 105: computação das regras. acervo da autora.

3.3. Discussão

Todas as regras apresentadas baseiam-se nas ocorrências observadas. Algumas destas produzem situações pouco desejáveis, como a abertura de janelas que se voltam para espaços muito pequenos, não permitindo iluminação ou ventilação efetivas. As escadas têm, de uma forma geral, dimensionamento fora dos parâmetros estabelecidos pela fórmula de Blondel, pequena equação para cálculo de dimensionamento de escadas⁴². Na maior parte das vezes, são bastante estreitas e excessivamente íngremes. Os vãos nas lajes, também frequentemente mal dimensionados, muitas vezes obrigam o usuário a abaixar-se para não se ferir. No entanto, há que se admitir que resolvem a questão da circulação vertical em ambientes de dimensões reduzidas.

Outra característica relevante são a falta de relação entre as plantas dos diversos andares de uma mesma construção, diferente da Gramática da Malagueira ou das casas de

pradaria, que guardam relações entre os pavimentos. O que se percebe é que as estruturas das casas executadas são superdimensionadas e capazes suportar alvenarias colocadas em pontos da laje diferentes do pavimento imediatamente inferior.

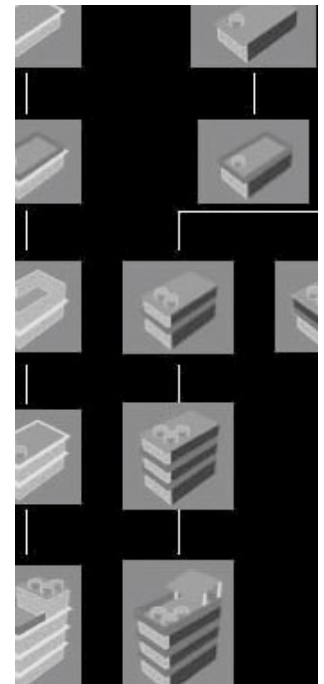
Algumas questões importantes acabaram não sendo contempladas e deveriam ser perseguidas futuramente, como a elaboração dos espaços em imóveis de uso misto, uma vez que apenas um caso não permite qualquer análise de padrão. O mesmo ocorre com a topografia, apenas uma das construções visitadas localiza-se em terreno em declive. Os diagramas em árvore mostram uma certa independência entre as soluções volumétricas e as de plantas. Entretanto, o fechamento final da volumetria depende do que ocorre nos interiores, em especial nas áreas molhadas. Além disso, as fenestrações têm relação direta com os interiores.

Outra conclusão importante que se extrai dos diagramas em árvore é a percepção de um sem-número de combinações possíveis a partir das 46 regras elaboradas. Visto que as

⁴² A Fórmula de Blondel é $[2h + p = 0,64m]$, onde h corresponde à altura do degrau e p , à largura. É amplamente usada por projetistas para o dimensionamento de escadas.

regras foram obtidas de observação de padrões, essa conclusão vem a comprovar a afirmação de Alexander citada no capítulo 2 a respeito soluções a partir de padrões. Problemas semelhantes são resolvidos de maneira também semelhantes e acabam por produzir padrões e composição.

CONSIDERAÇÕES FINAIS



As tecnologias digitais têm ampliado os horizontes de possibilidades em vários aspectos da vida do homem, inclusive na Arquitetura. E dentro deste campo de conhecimento, ainda pode se apresentar de várias maneiras diferentes: novos materiais, desenvolvimento de geometrias complexas, projetos personalizados, enfim, alternativas que podem trazer, inclusive, mudanças nos paradigmas no design das habitações.

O uso do computador por parte dos arquitetos vem deixando de ser, cada dia mais, um uso “computerizado”, onde é empregado como ferramenta de desenho em papel secundário e basicamente de produção de desenhos, para projetos efetivamente auxiliados por computadores, onde se busca empregar ao máximo as potencialidades destas máquinas. Esta modalidade de trabalho traz consigo mudanças de paradigmas no projetar, onde o processo do projeto ganha mais destaque, uma vez que pode ser de alguma forma automatizado, permitindo uma produção “em série” de projetos individualizados.

Neste sentido, projetos de HIS também podem se beneficiar e casas personalizadas como solução de provimento de habitação popular poderão ser viabilizadas através de

programas e equipamentos espacialmente criados para este fim. Podem ser estabelecidos algoritmos parametrizados que produzirão projetos baseados em regras, como o programa de Duarte para as casas de Malagueira. A Gramática da Forma é uma grande ferramenta para estas rotinas, pois estabelece uma linguagem de formas que pode ser traduzida em linguagens de programas de computadores.

Entretanto, como bem lembra Terry Knight, a grande dificuldade para a formação de uma gramática generativa é justamente a criação de tais regras: quais fatores devem balizá-las? Quais os elementos do vocabulário de formas e como se relacionam? A própria autora indica o uso de gramáticas da forma analíticas para esse fim, pois regras que exprimem um corpus de análise sempre podem produzir novos exemplares.

Neste sentido, a presente tese analisou arquiteturas informais sob a ótica da Gramática da Forma, tendo casas da Rocinha como estudo de caso. Buscaram-se padrões que permitiram inferir regras e traduzir o modo de fazer casas local em uma linguagem própria. Para se atingir os objetivos da tese, foram estudados trabalhos anteriores que

pudessem auxiliar na formação da metodologia de trabalho para esta análise e realizados levantamentos *in loco* de algumas das residências no setor AI2 da Rocinha.

O retrospecto histórico de gramáticas foi importante para a compreensão do conceito da Gramática da Forma e da evolução das metodologias de trabalho. Para o entendimento de como novas sistemáticas foram absorvidas permitindo que, de um conjunto de regras para uma pintura abstrata chegou-se à análise de conjuntos urbanos tão complexos quanto a medina de Marrakech.

A gramática da forma já tinha sido empregada anteriormente em projetos para a análise de conjuntos arquitetônicos como as casas de pradaria de Frank Lloyd Wright e do Conjunto da Malagueira de Siza, entre outros. Apesar das grandes diferenças entre as casas da Pradaria de e as da Rocinha, aquelas também sofriam com a falta de foco nos espaços nas análises realizadas por pesquisadores. Na gramática de Wright, o problema não era falta de crença na qualidade do projeto, mas a dificuldade na apreensão da composição dos espaços. No caso da Rocinha, a baixa qualidade construtiva e o problema de insalubridade, que de fato é gerado pela forma de se ocupar o solo, geram

reservas com relação às características das casas e dificultam a aceitação de que os espaços produzidos possam servir como modelos de projetos.

O workshop realizado pelo grupo Educação do Olhar foi apresentado por ter sido fundamental para a compreensão da dinâmica de atelier, que não é evidenciado nos artigos lidos. Foram desenvolvidas ferramentas mentais que permitissem o trabalho de análise objetiva e apreensão das formas a partir de observação e reprodução gráfica das situações encontradas em campo.

Os levantamentos realizados nas residências selecionadas possibilitaram perceber como são articulados os espaços e os volumes das edificações. Essa forma de compor os espaços vem da realidade de orçamento familiar e atende às necessidades dos moradores. Além disso, determinados padrões parecem ser fruto também das concepções que os moradores têm com relação ao espaço específico da casa, na maneira de habitar.

Estes padrões puderam ser evidenciados com o desenvolvimento de uma metodologia de trabalho computacional, caracterizada pela objetividade e busca modelos lógicos e eficientes de análise e produção de

projeto. Foram transformados em regras de uma gramática e foram empregadas em algoritmos de produção de projetos, reproduzindo soluções encontradas na Rocinha, comprovando a hipótese levantada para a tese.

Houve complicações para o levantamento em campo, entre elas dificuldades em travar contato com moradores que permitissem acesso às residências e mesmo problemas de segurança, uma vez que certas áreas da Rocinha – como em outras favelas da Cidade – são domínios de grupos criminosos. Assim, não foi possível contemplar algumas questões importantes para uma Gramática completa, que pudesse ainda abarcar construções de usos misto e comercial, edificações em terrenos acidentados e ainda interferir sobre o espaço público. Entretanto, acredita-se que a metodologia desenvolvida a partir dos dados obtidos permitirá que uma coleta de dados futura possa se dar de forma ainda mais objetiva e focada, e consequentemente mais eficiente. As regras já obtidas permitirão um delineamento mais claro das características para uma complementação futura do corpus de análise. De qualquer forma, a computação das regras permitiu observar que as casas visitadas poderiam, em sua maioria, fazer parte do

conjunto das soluções obtidas nos diagramas em árvore apresentados.

Este trabalho aponta para desdobramentos futuros, como a já citada ampliação do corpus de análise, inclusive para edificações de uso comercial ou de uso misto ou ainda em terrenos acidentados. Pode-se também seguir para trabalhos em outras favelas na cidade, a princípio exemplares em encosta e em momento futuro outras que se desenvolvem sobre terreno plano. Um dos objetivos é saber se seguem o mesmo padrão da Rocinha. No caso das favelas planas, que têm normalmente traçado urbano mais ortogonal, o fato de terem ou não o mesmo padrão deve levar à compreensão do impacto da topografia na elaboração dos espaços residenciais.

Um emprego possível para a Gramática desenvolvida nesta tese é a criação de ambientes similares aos de favela para usos como simulações de estudos de conforto ambiental.

Um outro caminho possível é um desenvolvimento efetivo programas parametrizados de projetos de HIS customizados, baseados nas regras extraídas na tese. Entretanto, diferentemente da gramática da Malagueira, a que foi ora desenvolvida para a Rocinha não está “pronta

para uso”. Na Malagueira, o corpus de análise era constituído por um conjunto de casas de reconhecida qualidade arquitetônica, projetadas por Siza Vieira e equipe. No caso da gramática apresentada nesta tese, as regras descrevem as características espaciais que permitem a reprodução das residências na Rocinha, e buscou-se não fazer qualquer juízo de valor a respeito de tais características.

Para a produção efetiva de projetos de arquitetura baseados nesta gramática, é necessário que os problemas das casas sejam efetivamente diagnosticados para a adequação das regras. Os diagnósticos devem seguir padrões de análise de conforto ambiental e de ergonomia, assim como de eficiência energética, qualidade de construção e de salubridade. Há ainda que se equacionar a questão da legalidade das construções, uma vez que grande parte destas, além de não ter projeto de arquitetura devidamente apresentado nos órgãos competentes, não cumprem com as normas do código de obras da cidade.

Questões construtivas parecem apontar mais para problemas estéticos e eventuais desperdícios de material,

do que efetivamente de segurança, uma vez que não é recorrente o desmoronamento de construções na Rocinha. Como comentado, a estabilidade destas construções parece ser uma conjugação de fatores: estruturas de concreto armado superdimensionadas, escoramento mútuo das edificações, construídas praticamente sem espaços livre entre estas, e situação geológica favorável, com solo firme não suscetível a deslizamentos de terra.

O trabalho em Gramática da forma dentro do grupo de pesquisa está em andamento por uma parte dos membros, enquanto que outros investigam o uso das tecnologias digitais no desenvolvimento de formas geométricas no ensino de arquitetura. Há a intenção de implantação de disciplinas na graduação e na pós-graduação de geometria e mídias digitais, onde a gramática da forma seria um dos tópicos de trabalho.

Estão em fase de conversações um acordo de cooperação entre o PROARQ/FAU-UFRJ e a Stuckeman School of Architecture and Landscape Architecture da Pennsylvania State University, para uma disciplina colaborativa remota. Entre os docentes já envolvidos estão Maria Angela Dias (PROARQ), José Duarte (PSU) e Tim Baird (PSU).

Comentários finais

Os problemas de uma favela são de vários tipos, que incluem temas como as de infraestrutura urbana e de habitação, que, embora não sejam os únicos, são provavelmente os mais visíveis. Entre as demais questões, estão a falta de acesso à educação, à saúde e aos programas de geração de renda, que acabam resultando na continuidade da população na pobreza ou no ingresso de jovens no tráfico de drogas. A carência e a violência perpetuam os estigmas em torno da população favelada, que sofre, além de tudo isso, com o preconceito por parte dos demais habitantes da cidade.

Assim, programas de urbanização de favelas e de provimento de habitação estão longe de resolver os problemas dos favelados no Rio de Janeiro ou em qualquer outro lugar do Brasil. A implantação de infraestrutura urbana e habitações em áreas de risco têm impacto na qualidade de vida e na segurança dos moradores, mas não dão soluções efetivas para todas as questões.

Portanto, esta tese não pretende propor soluções para a favela com um gesto projetual. Entretanto, entendemos

que é possível melhorar a qualidade de vida e aumentar a autoestima da população da favela, provendo projetos adequados de espaços públicos e de habitações.

Acima de tudo, é necessário entender as características e as soluções encontradas pelos próprios moradores para resolver a questão da moradia, pois este pode ser o caminho mais adequado para o desenvolvimento de projetos de habitação de interesse social com qualidade no Rio de Janeiro. Por isso, é preciso lançar um olhar objetivo, sem preconceitos, que permita compreender a raiz das soluções nas moradias existentes, produzidas informalmente pelos moradores.

Neste sentido, a Gramática da Forma demonstrou-se bastante vantajosa, uma vez que partiu da busca de padrões de composição existentes e criadas pelos próprios usuários e permitiu a percepção de soluções recorrentes.

Referências bibliográficas

ABREU, Mauricio de Almeida. **A Evolução Urbana do Rio de Janeiro**. 4. ed. Rio de Janeiro: Instituto Pereira Passos, 2013. 155 p.

ALEXANDER, Christopher *et al.* **A Pattern Language**: Towns, building, construction. New York: Oxford University Press, 1977. 1171 p.

ALEXANDER, Christopher. **Notes on the Synthesis of Form**. Cambridge: Harvard University Press, 1964.

ALEXANDER, Christopher. A City is not a Tree: part I. **Architectural Forum**, Boston, v. 1, n. 122, p.58-62, abr. 1965. Disponível em: <<https://www.patternlanguage.com/archive/cityisnotatree.html>>. Acesso em: 11 nov. 2016.

ALEXANDER, Christopher. A City is not a Tree: part II. **Architectural Forum**, Boston, v. 2, n. 123, p.58-62, maio 1965. Disponível em: <<https://www.patternlanguage.com/archive/cityisnotatree.html>>. Acesso em: 11 nov. 2016.

CAU-BR/DATAFOLHA. Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil. **COMO O BRASILEIRO CONSTROI**. 2015. Pesquisa realizada pelo Datafolha Instituto de Pesquisas. Disponível em: <<http://www.caubr.gov.br/pesquisa2015/index.php/como-o-brasileiro-constroi/>>. Acesso em: 21 fev. 2017.

CAVALLIERI, Fernando; VIAL, Adriana. **Favelas na Cidade do Rio de Janeiro**: o quadro populacional com base no Censo 2010. 2012. Coleção Estudos Cariocas. Disponível em: <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/estudoscariocas/download\3190_FavelasnacidadedoRiodeJaneiro_Censo_2010.PDF>. Acesso em: 4 nov. 2016.

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.

CHAKRABARTY, B K. Models for the Optimal Design of Housing Development Systems. **Environment And Planning B: Planning and Design**, [s.l.], v. 17, n. 3, p.331-340, set. 1990. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1068/b170331>.

CHOKYU, Margaret L.; DIAS, Maria Angela. A Gramática do Parque Guinle: Uma análise gráfica das fachadas. In: PROJETAR 2015, 7., 2015, Natal. **Anais...** . Natal: Editora Firenze, 2015. v. 1, p. 36 - 36. CD-ROM.

CHOKYU, Margaret L.; DIAS, Maria Angela. Gramática da Forma: expressão gráfica dos métodos computacionais. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE EXPRESIÓN GRÁFICA, 6., 2016, Córdoba. **Caderno de Resumos**. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2016. v. 1, p. 148 - 148.

CHOMSKY, Noam. **Syntactic Structures**. Berlin, N. York: Mouton de Gruyter, 2002. Primeira edição de 1957. Várias reimpressões.

COUTINHO, Davison. Roupas Sujas: a Rocinha que não aparece nos comerciais do governo. **Jornal do Brasil**. Rio de Janeiro, p. 1-1. 14 ago. 2014. Disponível em: <<http://www.jb.com.br/comunidade-em-pauta/noticias/2014/08/29/roupa-suja-a-rocinha-que-nao-aparece-no>>. Acesso em: 29 out. 2016.

DIAS, Maria Angela. Informal Settlements: a shape grammar approach. **Journal of Civil Engineering And Architecture**, (s.l.), v. 8, n. 11, p.1389-1395, nov. 2014.

DIAS, Maria Angela; GANI, Danusa Chini; CHOKYU, Margaret L. A lógica da favela pela gramática da forma. **Arq.urb**, (s.l.), v. 10, p.23-40, 2013. Disponível em: <<http://www.usjt.br/arq.urb/numero-10/4-tematico-maria-angela-dias.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2014.

DUARTE, José Pinto. **Customizing mass housing: a discursive for Siza's Malagueira Housing**. 2001. 536f. Tese (doutorado). Department of Architecture. Massachusetts Institute of Technology.

DUARTE, José Pinto. Towards the mass customization of housing: the grammar of Siza's houses at Malagueira. **Environment And Planning B: Planning and Design**, [s.l.], v. 32, n. 3, p.347-380, 2005. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1068/b31124>.

DUARTE, José. A Discursive Grammar for Customizing Mass Housing: The case of Siza's houses at Malagueira. In: DIGITAL DESIGN: 21TH ECAADE CONFERENCE, 21., 2003, Graz. **Proceedings...**. Graz: Ecaade Conferences, 2003. p. 489 - 496. Disponível em: <http://cuminad.architexturez.net/system/files/pdf/ecaade03_665_181_duarte.content.pdf>. Acesso em: 19 set. 2016.

DUARTE, José; ROCHA, João. A Grammar for the Patio Houses of the Medina of Marrakech: Towards a Tool for Housing Design in Islamic Contexts. In: HOME COMMUNICATING SPACE(S): 24TH ECAADE CONFERENCE, 24., 2006, Volos. **Proceedings...**. Volos: University Of Thessaly, 2006. p. 860 - 866. Disponível em: <http://cuminad.architexturez.net/documents/series/24th_eCAADe>. Acesso em: 19 set. 2016.

DUARTE, José P.; ROCHA, João M.; SOARES, Gonçalo Ducla. Unveiling the structure of the Marrakech Medina: A shape grammar and an interpreter for generating urban form. **Ai Edam**, [s.l.], v. 21, n. 04, p.317-349, 19 set. 2007. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s0890060407000315>.

FARIAS, Jacira Saavedra. **A forma da informalidade**: uma análise da morfologia urbana da Rocinha. 2009. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-graduação em Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://objdig.ufrj.br/21/teses/773938.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

GAMMA, Erich *et al.* **Design Patterns**: Elements of Reusable Object-oriented Software. Massachusetts: Addison Wesley Longman, Inc., 1995. 395 p.

GIPS, James. Computer Implementation of Shape Grammar. Invited paper in Workshop on Shape Computation. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 1999.

IBGE. **Aglomerados Subnormais**: primeiros resultados. 2010. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/92/cd_2010_aglomerados_subnormais.pdf>. Acesso em: 24 set. 2015.

IBGE Comunicação Social. **Contas Regionais: de 2010 a 2013, PIB do Mato Grosso acumula a maior alta (21,9%) entre todos os est.** 2015. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=3038>>. Acesso em: 30 out. 2016.

KNIGHT, T Weissman. The forty-one steps. **Environment And Planning B: Planning and Design**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.97-114, 1981. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1068/b080097>.

KNIGHT, Terry. Languages of Designs: from known to new. **Environment and Planning B**, Londres, v. 8, p.213-238, 1981.

KNIGHT, Terry. **Shape Grammars in Education and Practice**: history and prospectives. 2000. Elaborada por Gabriela Celani. Disponível em: <<http://www.mit.edu/~tknight/IJDC/>>. Acesso em: 1 nov. 2013.

KNIGHT, Terry. Color grammars: designing with lines and colors. **Environment and Planning B: Planning and Design**, (s.l.), v. 16, n. 4, p.417-449, 1989.

- KNIGHT, Terry. Mughul gardens revisited. *Environment and Planning B: Planning and Design*, (s.l.), v. 17, n. 1, p.73-84, 1990.
- KNIGHT, T. Applications in Architectural Design, and Education and Practice. Relatório, Workshop on Shape Computation. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 1999.
- KONING, H; EIZENBERG, J. The language of the prairie: Frank Lloyd Wright's prairie houses. **Environment And Planning B: Planning and Design**, [s.l.], v. 8, n. 3, p.295-323, 1981. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1068/b080295>.
- MITCHELL, William J. **The Logic of Architecture**: Design, computation and cognition. Cambridge, London: The Mit Press, 1990.
- MT Arquitetura - Concurso Público Nacional de Ideias para Reurbanização do Complexo da Favela da Rocinha- RJ, 2006.
- SCHLEE, Mônica Bahia. **A ocupação das encostas no Rio de Janeiro: morfologia, legislação e processos sócio-ambientais**. 2011. 330 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://objdig.ufrj.br/21/teses/773842.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2016
- SIMON, Herbert A. **The Sciences of the Artificial**. 3. ed. Cambridge, London: The Mit Press, 1996.
- STINY, George, & GIPS, James. (1972). "Shape Grammars and the Generative Specification of Painting and Sculpture". **Proceedings. IFIP CONGRESS**, 1971, Ljubljana. Amsterdam: North Holland, 1972. v. 2, p. 1460 - 1465.
- STINY, George; GIPS, James. **Algorithmic Aesthetics**: Computer Models for Criticism and Design in the Arts. Berkeley Los Angeles London: University of California Press, 1978. Disponível em: <<http://www.algorithmicaesthetics.org/AlgorithmicAesthetics.pdf>><http://www.algorithmicaesthetics.org/AlgorithmicAesthetics.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2012.
- STINY, George. Ice-Ray: a note on the generation of chinese lattice designs. **Environment and Planning B: Planning and Design**, (s.l.), vol.4, pp. 89-98, 1977.
- STINY, George. Kindergarten grammars: designing with Froebel's building gifts. **Environment and Planning B: Planning and Design**, (s.l.), v. 4, n. 7, p.409-462, 1980.

STINY, George, & MITCHELL, William. J. The Palladian Grammar. **Environment and Planning B: Planning and Design**, (s.l.), v. 6, p. 5-18, 1978.

STINY, George, & MITCHELL, William. J. The grammar of paradise: on the generation of Mughul gardens. **Environment and Planning B: Planning and Design**, (s.l.), v. 7, p. 209-226, 1980.

TOLEDO, Luiz Carlos, NATIVIDADE, Verônica, VRCIBRADIC, Petar. **Repensando as Habitações de Interesse Social**. Rio de Janeiro: Letra Capital Editora, 2015.

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

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENT PROGRAMME. **The challeng of slums**: global report on human settlements 2003. London And Sterling: Earthscan Publications Ltd., 2003. 310 p. Disponível em: <mirror.unhabitat.org/pmss/getElectronicVersion.aspx?nr=1156&alt=1>. Acesso em: 30 nov. 2016.

Dicionários:

WEISZFLOG, Walter *et al* (Ed.). **Michaelis Moderno Dicionário Inglês & Português**. (s.l.): Editora Melhoramentos Ltda., 2010-2016. 1 p. 01 v. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno-ingles/>>.

CROWTHER, Jonathan *et al* (ed.). **Oxford Advanced Learner's Dictionary**: of Current English. 5. ed. Oxford: Oxford University Press, 1995. 1428 p.

Sites:

www.shapegrammars.org

<http://portalgeo.rio.rj.gov.br/>

Artigos em jornais

JANOT, Luiz Fernando. O crescimento vertical das favelas. **O Globo**. Rio de Janeiro, p. 0-0. 26 fev. 2017.

OLIVEIRA, Eliane. Regularização beneficiará quem ganha até dez salários mínimos: Medida permitirá tirar escritura sem ônus e prevê 'direito de laje'. **O Globo**. Rio de Janeiro, p. 22-22. 28 jan. 2017.

COELHO, Alexandra Lucas. Na Rocinha, “a polícia perdeu o crédito” e “o tráfico está dando cartas de novo”: A morte de Amarildo, às mãos da polícia, fez com que os traficantes voltassem a ter poder na Rocinha, favela emblemática do Rio de Janeiro. **Público**. Lisboa, p. 48-49. 5 mar. 2014. Disponível em: <<https://www.publico.pt/2014/03/05/mundo/noticia/o-trafico-esta-dando-cartas-de-novo-1627002>>. Acesso em: 26 fev. 2017.

Anexo 1:

Gramáticas-referência - resumos

Ice-Ray: a note on the generation of Chinese lattice designs (George Stiny, 1977)⁴³

Este é a primeira Gramática analítica publicada na área de arquitetura, em 1977, e parte de uma publicação de 1949 de Daniel Sheets Dye, *A Grammar of Chinese Lattice*, sobre janelas chinesas construídas no período entre 1000 a.C e 1900 d.C.

O objetivo do trabalho foi de inferir regras a partir de observação de padrões visuais que possam demonstrar como são compostas tais janelas, em especial as do tipo *Ice-ray*. Stiny (1977) observa que alguns modelos, como os da **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresentam repetição de módulos e por isso têm regras facilmente definíveis. Os modelos *Ice-ray*, entretanto, apresentam aspecto aleatório, como se pode observar na Imagem 1. Para descrever estas janelas, Stiny (op.cit) cita Dye, que as compara à camada gelo formada sobre um espelho d'água:

a maneira como os desenhos destas treliças são realizados assemelham-se à forma como essa camada de gelo racha.

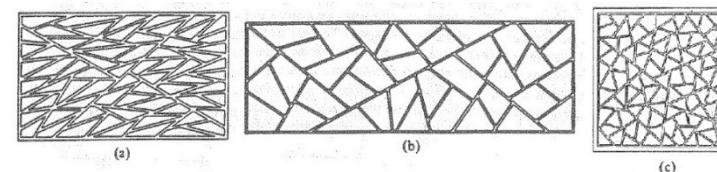


Imagem 1 : três janelas do tipo Ice-ray, em Chengtu, Szechwan. (a) 1850 d.C., (b) 1800 d.C. e (c) 1880 d.C. fonte: EPB, 1977 vol 4, p.92.

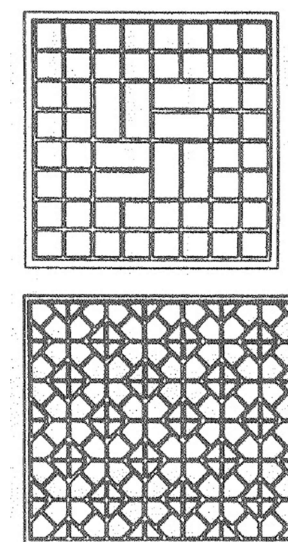


Imagem 2: janelas chinesas. Próximo a Kwangyüan - Szechwan, 1875 d.C.
Direita: Chengtu – Szechwan, 1825 d.C.

Stiny emprega nesta gramática marcadores, que balizarão a aplicação das regras. Outra questão importante é a apresentação da Gramática da Forma Paramétrica

⁴³ In *Environment and Planning B*, 1977, vol. 4, pp. 89-98.

(*Parametric Shape Grammar*), que deverá auxiliar na produção de desenhos em proporções desejadas. A maior parte dos trabalhos que se seguiram empregaram a parametrização, como forma de controle do desenho. Segundo Stiny, uma Gramática Paramétrica possui 5 partes:

- (1) S , um conjunto finito de formas;
- (2) L , um conjunto finito de conjuntos não-ordenados de pontos com marcadores;
- (3) R , um conjunto finito de regras, sob a forma $\alpha \rightarrow \beta$, onde α e β são formas parametrizadas com marcadores;
- (4) I , uma forma com marcador tal que a forma pertença a S e o marcador, a L . A forma marcada I é chamada de forma Inicial.
- (5) T , um conjunto de transformações.

Nesta gramática foram definidas cinco regras, apresentadas na Imagem 3. As quatro primeiras regras definem a subdivisão das figuras e a quinta define o fim da aplicação das regras. É apresentada também a forma inicial (I).

As coordenadas dos pontos servem para parametrizar as subdivisões, de forma que as áreas resultantes sejam proporcionais, evitando desenhos desequilibrados.

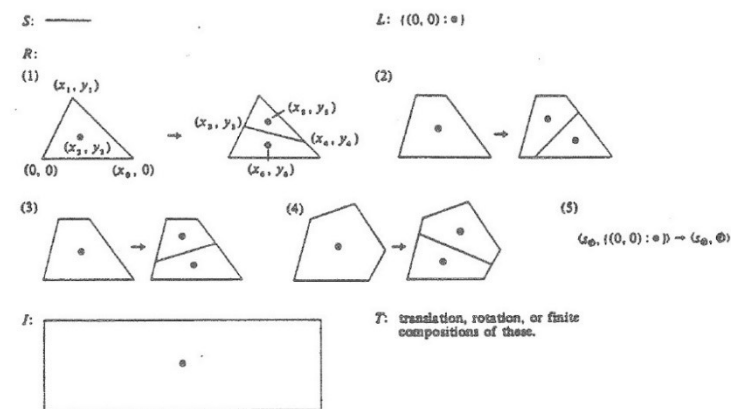


Imagem 3: regras. fonte: EPB, 1977 vol 4, p.94

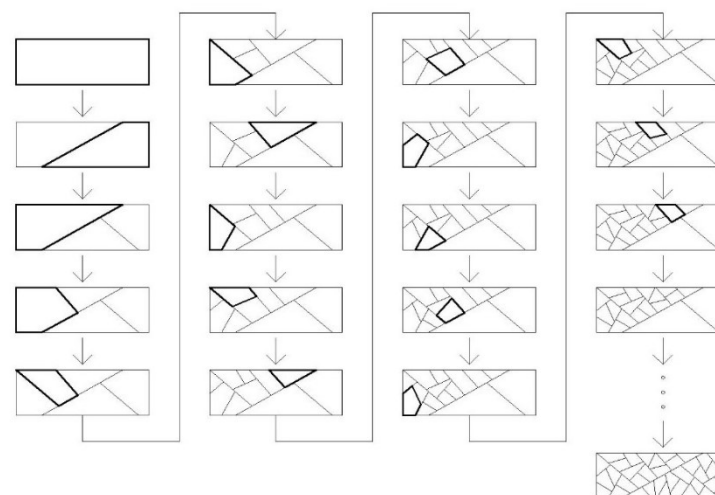


Imagem 4: preenchimento de um painel através da aplicação recursiva das regras. Fonte: acervo do grupo de pesquisa.

É importante ressaltar que a forma apresentada na regra não define de maneira categórica o formato ou proporções. A segunda e a terceira regras, por exemplo, referem-se a qualquer polígono de quatro lados, independente das proporções dos lados ou dos ângulos internos. Se a intenção é de limitar a um caso específico de quadrilátero, esta especificidade deve ser informada na regra, normalmente sob a forma de parâmetros. Por fim, para que as regras apresentem resultados com aspecto desejado, o autor empregou marcadores e parâmetros, que faz com que as subdivisões propostas gerem desenhos com espaçamentos proporcionais.

Na Imagem 4, observa-se a aplicação recursiva das regras até a obtenção do painel completo. Na imagem, o retângulo no canto superior esquerdo é a forma inicial (Initial Shape), elemento a partir do qual começam a ser aplicadas as regras. A primeira regra aplicada é a (3), o retângulo é subdividido em 2 trapézios. A seguir, foi aplicada a regra (2), obtendo-se um triângulo e um pentágono.

Os parâmetros servem para definir o posicionamento dos novos pontos obtidos nas transformações da forma (no caso, divisão) com a aplicação das regras. Esse

posicionamento de pontos também é determinado por uma constante que regula o valor das áreas obtidas nessa transformação. O valor dessa constante não é informado por Stiny no artigo.

Esta Gramática é analítica e paramétrica, mas não é predefinida: além de haver duas regras diferentes para um mesmo elemento, não há restrição com relação à posição da linha que fará repartição, desde que se respeite o parâmetro estabelecido. Assim, há uma infinidade de algoritmos possíveis com as mesmas cinco regras.



Imagem 5: capa de I Quattro Libri dell'Architettura. fonte: Di Andrea Palladio - Houghton Library, domínio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=34510954>

The Palladian Grammar (George Stiny e William Mitchell, 1978)

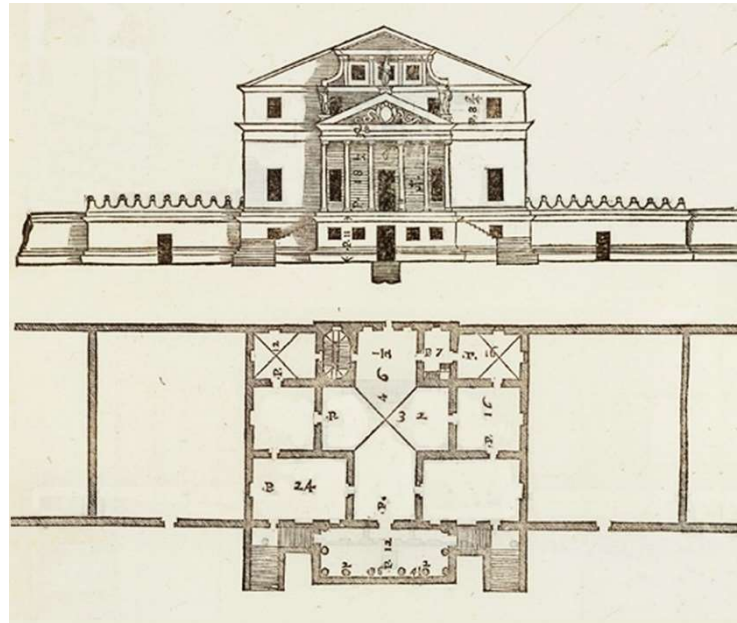


Imagem 6: Vila Malcontenta, elevação e planta. fonte: www.malcontenta.com

Esta publicação de Stiny e Mitchell (1978), traz pela primeira vez uma análise de edifícios. Trata-se de um estudo paramétrico das vilas projetadas pelo arquiteto renascentista italiano Andrea Palladio (1508 – 1580), apresentadas em *I Quattro Libri dell'Architettura* (1570).

Foram percebidos padrões na composição da maior parte das plantas destas vilas, entre eles, a simetria uniaxial. Os autores observam que apenas duas vilas não seguem esse

modelo de simetria, entre elas, a Villa Rotonda, que possui simetria biaxial.

A observação destes padrões definiu regras que geram desde a formação de uma malha para distribuição dos espaços até o posicionamento de portas e janelas e formação de pórticos. Trata-se de uma gramática bem mais extensa e complexa, com mais de setenta regras subdivididas em oito estágios, onde cada um destes serve para definir um tipo distinto de elemento. Este artigo apresenta a Villa Malcontenta (Imagem 6) para demonstração da aplicação das regras. Na apresentação de cada grupo de regras segue uma ilustração das regras aplicadas para a montagem desta vila.

Stiny e Mitchell observam logo no início do artigo que nos livros de Palladio, as instruções dadas já se configuram como um conjunto de regras para composição de edifícios. Os textos de Palladio citados servem, portanto, para apoiar a Gramática inferida no artigo.

O primeiro estágio (Imagem 7) define o grid sobre o qual serão distribuídos os ambientes. Este estágio é constituído por 10 regras, sendo a primeira delas aplicada sobre a forma inicial, o eixo de simetria da vila, uma forma com um

marcador. As vilas de Palladio são comumente arranjadas sobre uma malha de 5x3 módulos.

Importante observar que em todos os estágios há letras que funcionam como marcadores, e a aplicação de regras em estágios posteriores dependem da existência de determinados marcadores. Na primeira regra, por exemplo, insere não apenas um módulo como também letras *A* e *A'*. Há um grupo de regras que eliminam os marcadores *A* e *A'* e inserem traços nas laterais dos módulos.

O segundo estágio é constituído de uma única regra (Imagem 8) e define as paredes externas. Para a aplicação desta regra a condição são os traços laterais inseridos no estágio anterior. São inseridos os marcadores *P* nos vértices e *B* no eixo.

O estágio 3 define o layout dos cômodos, que podem ter quatro formas: retângulo, cruz, “H” e “T”. As regras fazem a concatenação recursiva dos módulos até a obtenção dos formatos listados. As quatro primeiras regras mantêm o marcador *B* e as demais o substituem pelo marcador *C*, condição necessária para a aplicação de regras do próximo estágio, mas que ao mesmo tempo, impede aplicação das regras dos posteriores ou reaplicação dos anteriores.

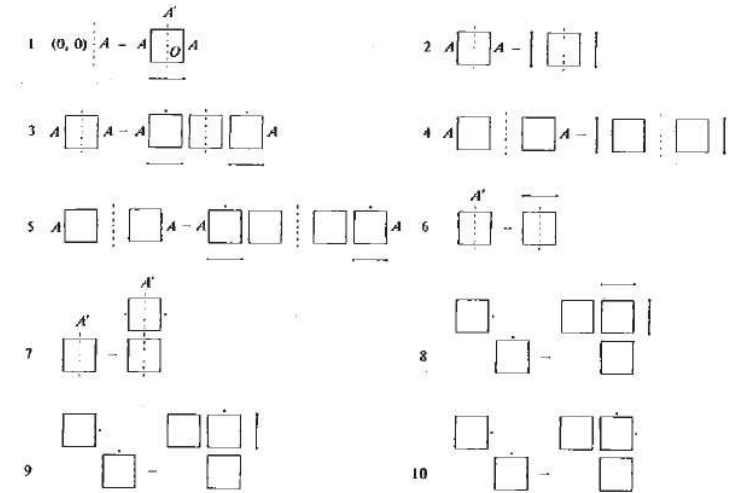


Imagem 7: estágio 1 - regras de montagem de grid. fonte: EPB 1978 vol 5 p. 7.

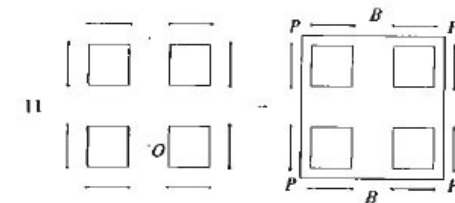


Imagem 8: estágio 2 - definição das paredes externas, com a inserção dos marcadores “B” e “P”. fonte: EPB 1978 vol 5 p. 8.

O quarto estágio faz o realinhamento das paredes internas, de forma a ajustar o tamanho dos cômodos.

As regras do estágio 5 são responsáveis pelo arranjo das entradas, com a abertura do vão da porta, inserção de pórtico e/ou de desalinhamento de paredes externas. Estas regras são aplicadas sempre nas fachadas perpendiculares ao eixo, seja na posição norte ou sul da vila, de forma a

tratar tanto da fachada frontal quando da de fundos e impedir a criação de entrada pelas laterais.

O estágio 6 faz a ornamentação dos exteriores e é constituído de sete regras que definem pórticos nas entradas com a adição de colunatas. A inserção ocorre com a detecção do marcador “Q” no esquema, e a subsequente inserção das colunatas e eliminação do marcador.

O estágio 7 acrescenta portas e janelas. Os autores citam as instruções do próprio Palladio para a composição dos vãos de abertura: as janelas à direita deveriam ter um correspondente à esquerda, as de cima, embaixo. Enquanto que portas deveriam ficar de frente para portas, paredes para paredes.

O uso dos marcadores na composição das regras é essencial, pois permite o ordenamento de regras e etapas, e impedem que uma etapa seja iniciada sem a finalização da anterior. Esse cuidado é tomado também na elaboração do último conjunto, a oitava etapa, onde as regras servem para terminar o processo quando, e apenas quando, as condições necessárias para a produção completa da vila estejam satisfeitas.

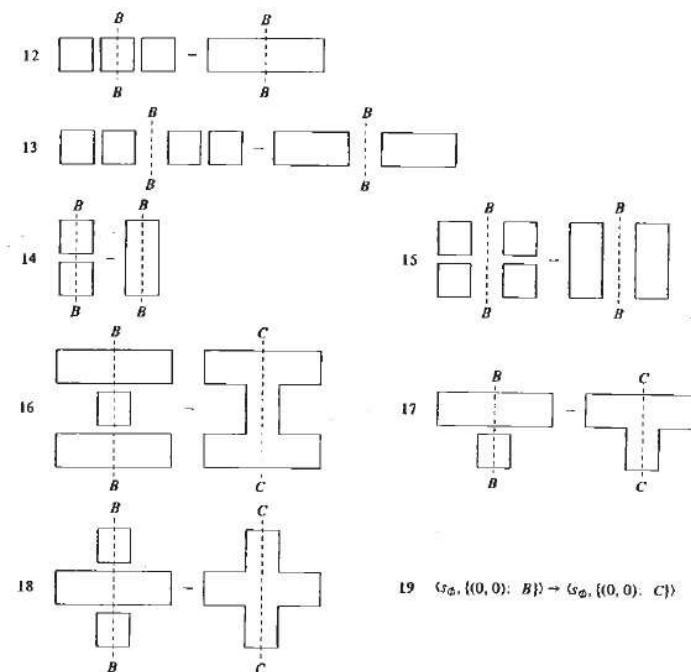


Imagem 9: estágio 4. Realinhamento dos cômodos. Presença do eixo de simetria em todas as regras. fonte: op.cit. p.10

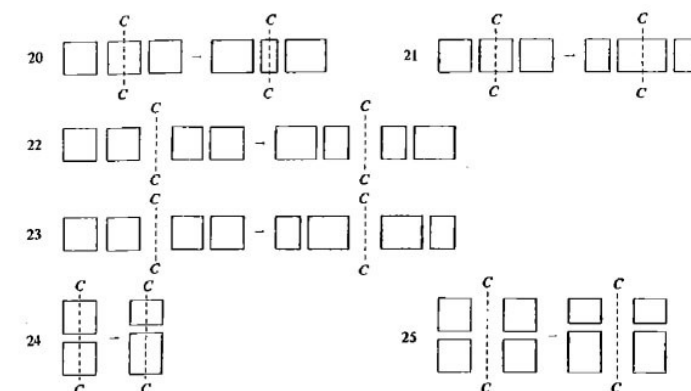


Imagem 10: estágio 4. Realinhamento dos cômodos. Presença do eixo de simetria em todas as regras. fonte: op.cit. p.10.

Esta Gramática é capaz de reproduzir a maior parte das vilas uniaxiais projetadas por Andrea Palladio ou de reconhecer uma dada obra como sendo ou não pertencente a esta família de edifícios (1978, p. 18). As regras podem ser também utilizadas na formação de novas plantas, que pertencerão igualmente a esta mesma família em razão das características.

Para as vilas biaxiais, como a Villa Rotonda, os autores fazem sugestões de regras a serem incluídas em determinadas etapas para a adequação desta gramática, sem chegar a realmente defini-la. Esta Gramática também não é predefinida, pode-se obter diversos resultados diferentes com este, dependendo do algoritmo que venha a ser com estas regras.

Muitos outros trabalhos semelhantes a esse se seguiram, como a Gramática das Casas de Chá Japonesas, de Terry Knight, e os jardins Mughul, também de Stiny e Mitchell. Neste último, visto a seguir, os autores tratam de plantas biaxiais, de certa forma completando este trabalho das vilas. Uma questão interessante é que na maior parte das Gramáticas, principalmente as mais complexas, essa definição de estágios organiza e facilita a definição das

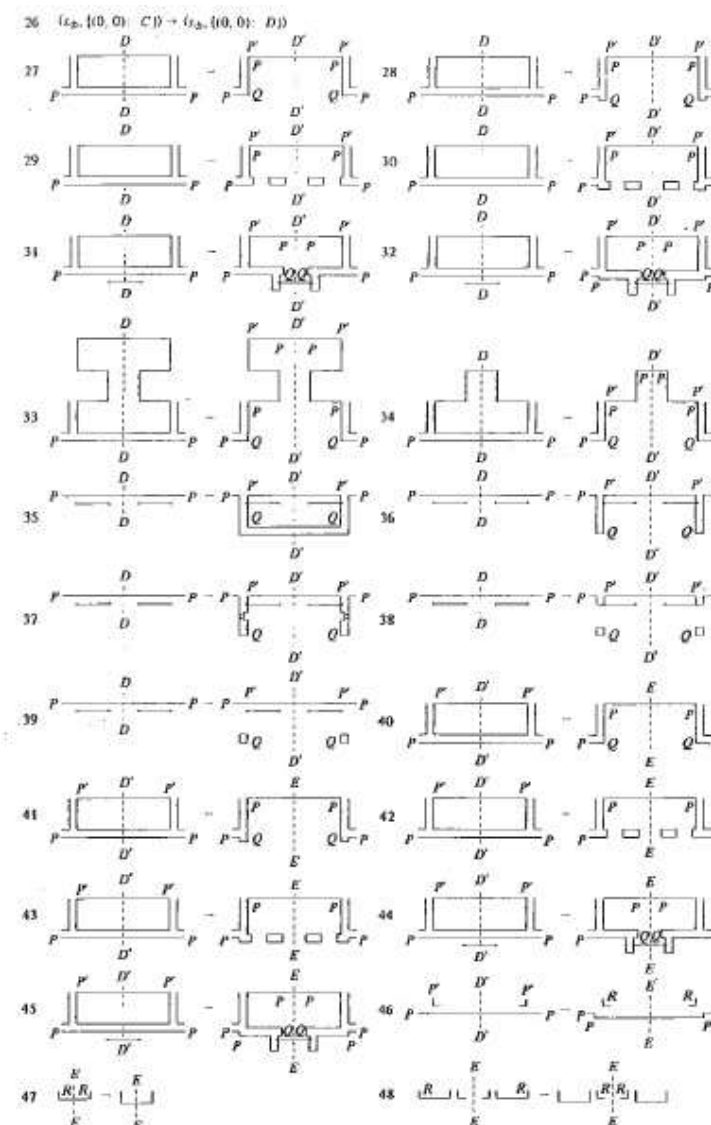


Imagem 11: estágio 5. Regras para formação das entradas principais. fonte: op.cit. p.11.

regras. E em Gramáticas ainda mais complexas, formam-se subgramáticas, mais ou menos independentes entre si e que formam um conjunto maior, como no caso da Gramática das Medinas de Marrakech.

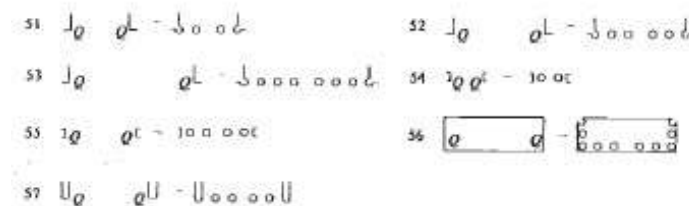


Imagem 12: estágio 6. Regras para adição de pórticos. fonte: op.cit. p.13.

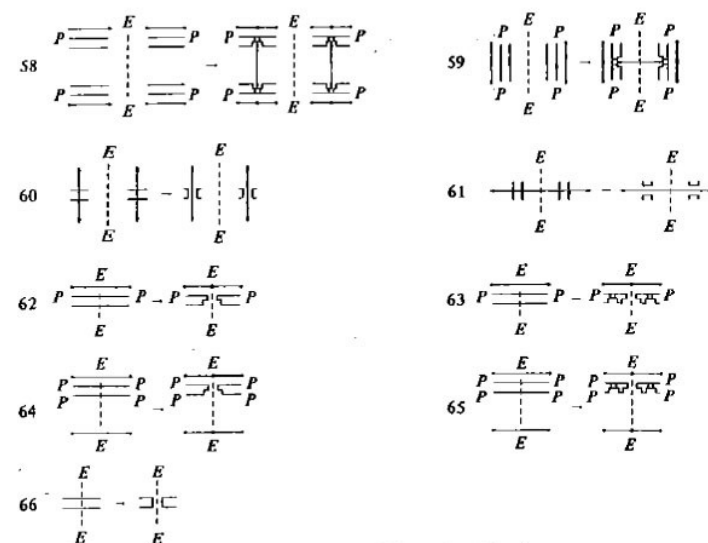


Imagem 13: estágio 7 - regras para inserção de janelas e portas. fonte: op.cit. p.14.

The Grammar of Paradise

(George Stiny e William Mitchell, 1980)

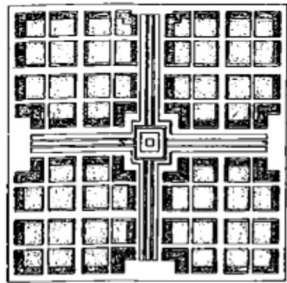


Imagem 14: planta dos jardins do Taj Mahal, em Agra.

Fonte: EPB 1980 vol.7. p.210

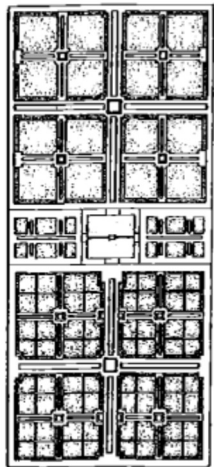


Imagem 15: planta do jardim de Shalamar Bagh, em Lahore.
fonte: EPB 1980 vo.7. p.210.

Esta gramática refere-se aos jardins do estilo *char-bagh*, de origem persa. Para o estudo, os autores recorrem a um pequeno corpus de análise, de apenas três exemplares (imagens 14 a 16), todos do século XVII, existentes na Índia e no Paquistão. Entre estes está o jardim do Taj Mahal, o mais conhecido.

O traçado destes jardins, tradicionalmente em áreas desérticas, é regulado pelo desenho dado aos canais d'água, que formam dois eixos perpendiculares e que, no esquema mais básico, divide o jardim em quatro – *char-bagh* significa, literalmente, quatro jardins.

O trabalho inicia-se por uma descrição criteriosa e objetiva dos elementos característicos dos jardins, como a forma da fonte d'água central, a subdivisão dos canteiros, os terminais para os canais. Já são apresentadas as relações matemáticas contendo as proporções das bordas e possibilidades compositivas. Todos estes elementos são elencados graficamente.

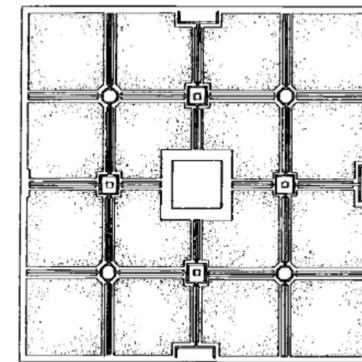


Imagem 16: planta dos jardins da tumba de Jahangir, em Shahdara. fonte: EPB 1980 vol 7. p. 210.



Imagem 17: visão aérea do complexo do Taj Mahal. No centro, a fonte de água e o sistema de canais que divide o jardim em quatro. fonte: <https://masbadar.com/the-taj-mahal-and-its-gardens/>

As regras são divididas em estágios distintos, para a definição de diferentes elementos: o primeiro trata da subdivisão dos módulos, o segundo, do arranjo dos canais e o terceiro, das formas dos canteiros e o último termina o processo. Trata-se também de uma gramática paramétrica, onde a recorrência das subdivisões deve obedecer a uma determinada razão.

A forma inicial, a exemplo da gramática de Palladio, é o eixo de simetria, que neste caso é biaxial e segue não apenas a direção norte-sul mas também a Leste-Oeste.

Na Imagem 18, as cinco primeiras regras do primeiro estágio. A regra 1 faz a inserção dos quatro jardins, cada um deles com um rótulo “A”, separados entre si por um sistema de canais perpendiculares, simbolizados pelas setas. As regras 2 a 5, tratam da subdivisão de cada um destes quatro jardins, com a possibilidade inserção de bordas, canais, bordas e canais ou simplesmente a subdivisão sem acréscimo de elementos. Cada uma das regras vai também acrescentar um novo marcador, “B”, “C” ou “D”, em cada um dos quatro jardins obtidos, que podem novamente ser divididos de acordo com as regras 6 a 10. As bordas inseridas têm a largura parametrizada.

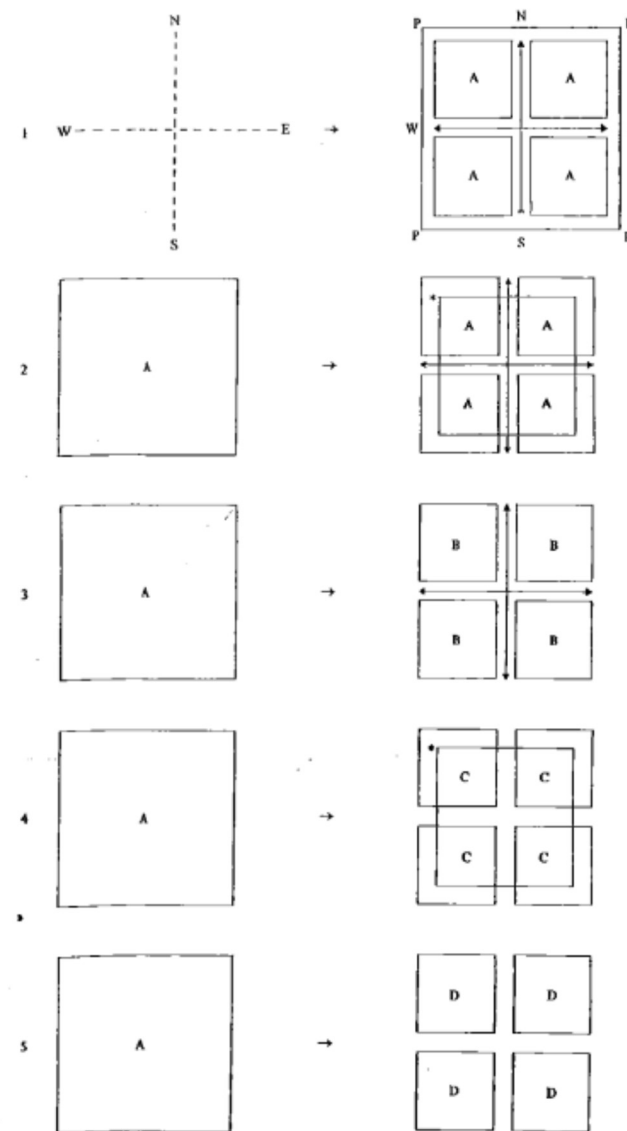


Imagem 18: regras 1 a 5 do estágio 1. Subdivisão dos quadros formados na regra 1 em outros 4 quadros. Fonte: EPB 1980 vol.7. p.218.

Os autores observam que as regras desta etapa apresentadas até então não asseguram que o conjunto dos painéis seja preenchido de maneira simétrica. Para isso, é apresentada uma redefinição do esquema, com o acréscimo de um marcador “Z” no canto dos módulos, conforme a. Este esquema deve ser aplicado durante o processo da primeira etapa, mas não é ilustrado no artigo pelos autores, que apenas deixam a explicação de como funcionaria. O estágio é finalizado com a substituição dos marcadores de letra por um ponto no centro juntamente com as diagonais em cada um dos painéis.

A segunda etapa substitui as setas pelos desenhos do sistema de canais, incluindo as formas das fontes e das terminações. Tanto no caso dos canais principais, que derivam da fonte central, quanto dos conjuntos secundários. Estas terminações podem produzir alterações nos desenhos dos jardins, que terão recortes parametrizados e bordas rearranjadas para acompanhar os novos desenhos.

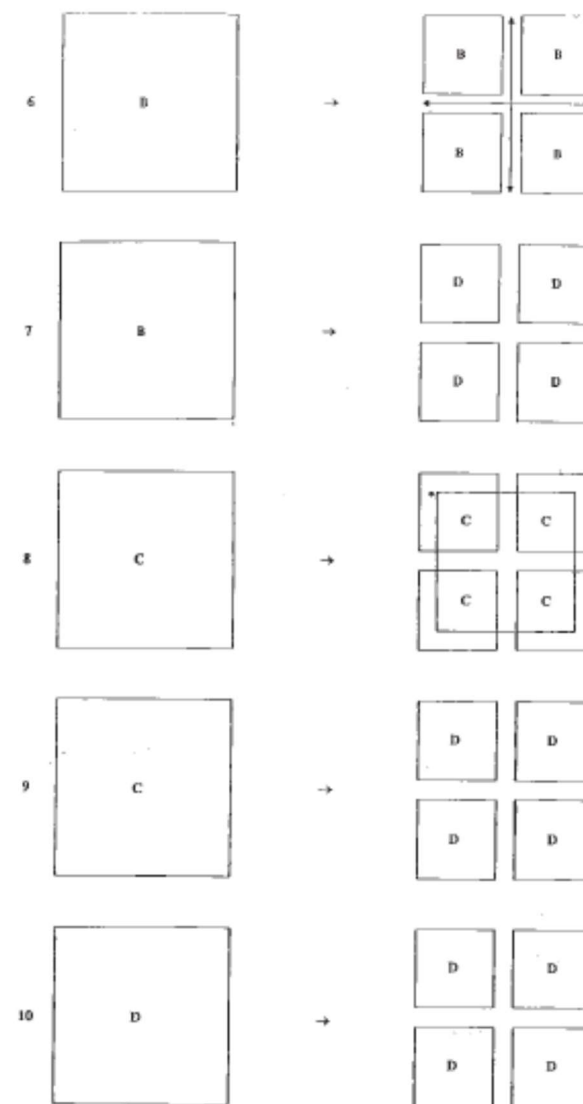


Imagem 19: regras 6 a 10 do estágio 1. fonte: op.cit. p.219.

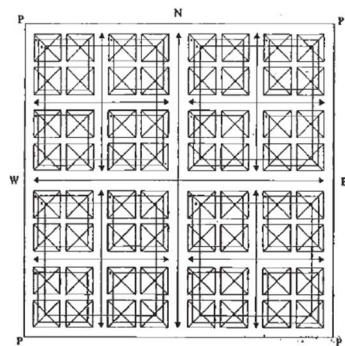


Imagem 22: arranjo possível após a etapa 1. fonte: op.cit.,p.221

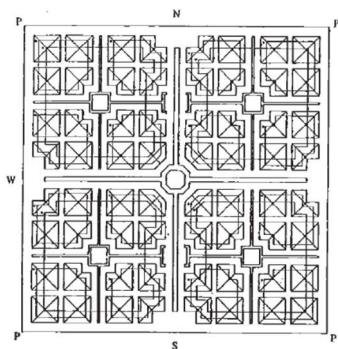


Imagem 23: mesmo painel, ao fim da etapa 2. Fonte: 223

A etapa seguinte ajusta os desenhos das bordas aos recortes feitos e elimina linhas que surgem em excesso para dar o desenho final nos jardins. Essa etapa é feita com deslocamentos sucessivos de linhas e marcadores até a retirada total das linhas excessivas e é provavelmente a etapa mais complexa. Por fim, a etapa 4 contém as regras que eliminam os marcadores restantes e terminam o processo.

Diferentemente da Gramática de Palladio, em que os módulos são compostos a partir de acréscimos sucessivos de quadrados, para estes jardins, parte-se da criação de quatro quadrados que serão seccionados recursivamente, um pouco à maneira das janelas Ice-ray. Finalizada a primeira etapa, as medidas dos módulos não variam mais, acrescentam-se formas nas etapas subsequentes. Pouco mais de uma década depois, Terry Knight faz uma releitura desta gramática, através da Gramática das cores substituindo várias linhas e marcadores por cores, simplificando principalmente a etapa final da desta Gramática.

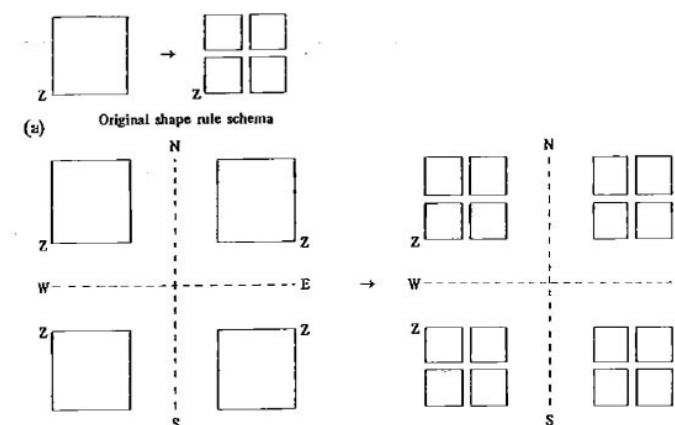


Imagem 20: inclusão de marcador nas regras para obtenção de simetria biaxial.

fonte: op.cit. p.220.

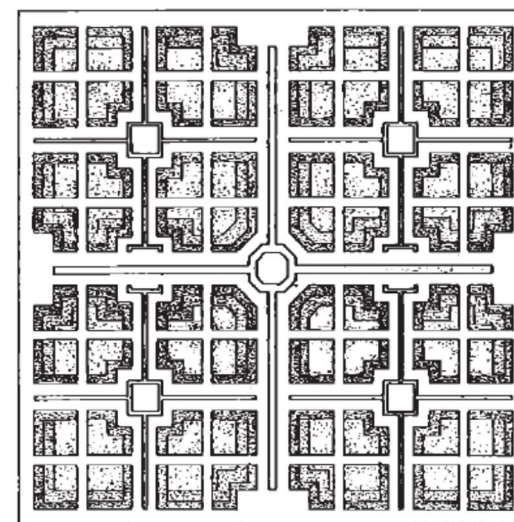


Imagem 21: jardim finalizado. Fonte: op.cit., 225

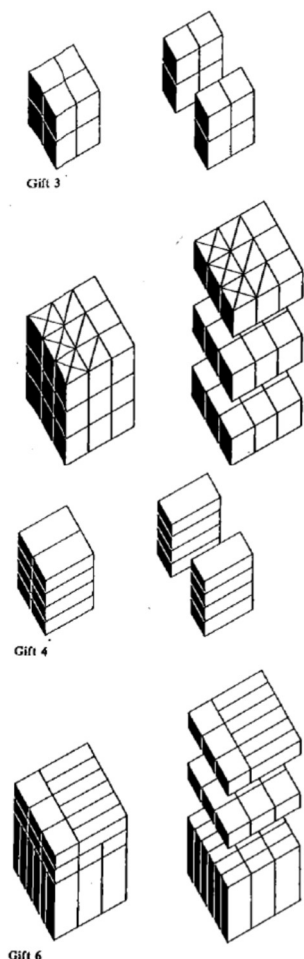


Imagem 24: alguns dos blocos de Froebel. fonte: EP&B 1980, vo.7, p.410.

Kindergarten Grammars

(George Stiny, 1980)

No trabalho inicial de 1972, Stiny e Gips expõem regras generativas originais, e embora traga no título do artigo a palavra “escultura”, a Gramática apresentada contém apenas regras para uma pintura, sem desenvolvimento efetivo para 3 dimensões ou mesmo em outra forma de arte, como música, uma das sugeridas por Stiny e Gips em 1978 em *Algorithmic Aesthetics*.

As gramáticas que se seguiram, como as apresentadas nesta tese, foram basicamente analíticas – ainda que também funcionem para geração de novas formas. Neste *paper* de 1980, Stiny não apenas apresenta uma nova gramática generativa original, mas também traz pela primeira vez regras que operam em 3 dimensões.

Friederich Fröbel (1782–1852) foi um educador alemão, criador do primeiro jardim de infância (Redação DW Brasil, 2016). Idealizou, para estas classes, um conjunto de blocos educativos de madeira, chamados em inglês de *gifts* e que ainda podem ser encontrados no mercado. Definiu três categorias de formas a serem construídas com os blocos:

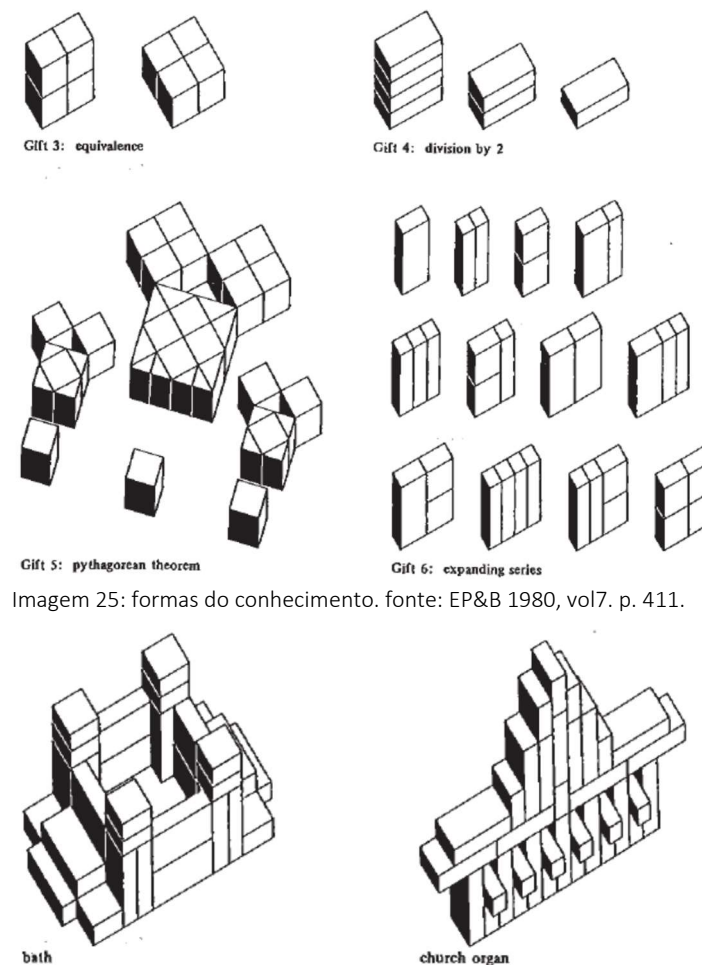


Imagem 25: formas do conhecimento. fonte: EP&B 1980, vol7. p. 411.

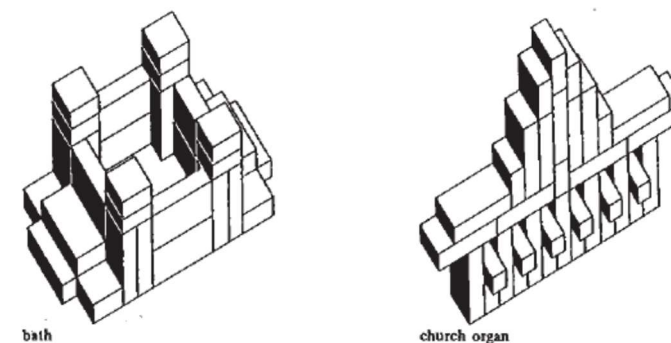


Imagem 26: formas da vida. fonte: EP&B 1980. vol.7. p. 412.

*formas do conhecimento*⁴⁴ (Imagem 25), que envolve raciocínio lógico e matemático; *formas da vida*⁴⁵ (Imagem 26) elementos que nos cerca no mundo, como móveis e edifícios; e *formas da beleza*, obtidas em composições bidimensionais que envolvam alguma simetria (STINY, 1980). O trabalho desenvolvido nas classes pré-escolares envolve a apresentação de formas à criança, que deverá reproduzi-las e compor outras novas, dependendo da categoria trabalhada.

Os blocos de Froebel teriam sido usados por Frank Lloyd Wright durante a infância, incentivado pela mãe. Stiny (op.cit.) cita uma fala do arquiteto:

Na exposição de jardim de infância de Frederick Froebel mamãe encontrou os *Gifts*. E *gifts* eles foram. Nos *gifts* estava o sistema, como base para o design e a geometria básica por trás de todo nascimento natural da Forma⁴⁶. (p.409).

Stiny compara o processo de construção de aprendizado dos blocos no jardim de infância com o processo de

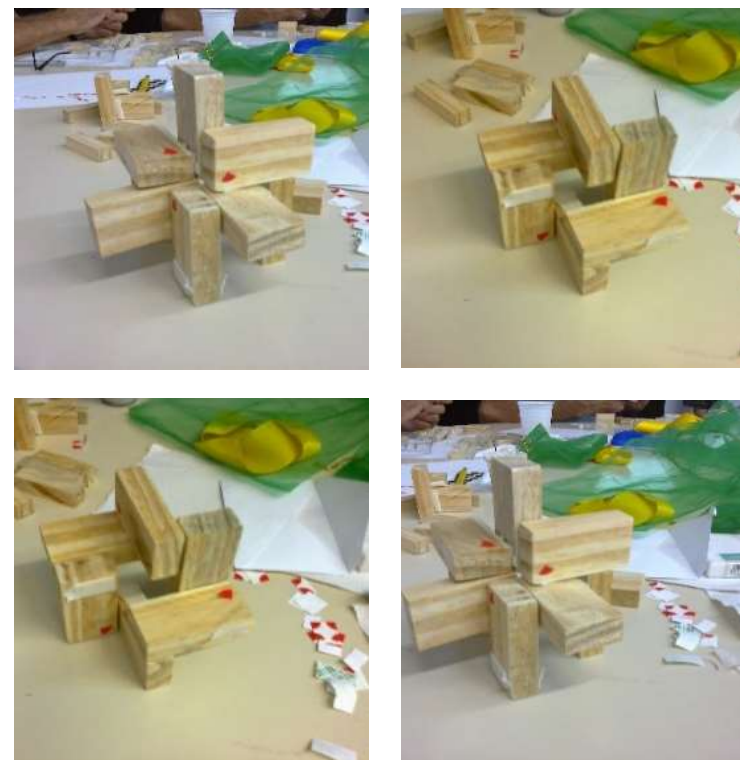


Imagem 27: blocos de Froebel: resultados obtidos a partir de diferentes posições de marcadores. fonte: acervo da autora.

⁴⁴ *Forms of knowledge*, no original

⁴⁵ *Forms of life*, no original

⁴⁶ Tradução nossa. No original: *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. Decidiu-se por não traduzir a palavra *gift*, que tem mais de um sentido em inglês: presente, talento, dom, e Wright faz justamente um jogo de significados com esta palavra.

aprendizado de projetos de arquitetura em atelier: orientação do mestre, repetição, tentativa e erro a partir da apresentação de um vocabulário de formas. A proposta do artigo, segundo o autor, é de apresentar uma abordagem construtiva das linguagens de designs, a partir da apresentação de regras básicas a serem aplicadas nas linguagens. Essas regras permitem a produção de formas de maneira “mecanizada”.

Com a proposição de uma gramática original neste artigo, o autor faz reflexões a respeito do processo criativo. Crê que com o uso de regras os projetistas poderiam depender menos da intuição e da criatividade. Segundo Stiny:

Usando regras em vez da intuição, o projetista não depende mais de “inspiração criativa”, de “clarão inventivo” ou do “gênio individual”. Uma vez removidas tais barreiras para um pensamento claro sobre design, podemos começar a responder àquela questão persistente: “de onde vêm os designs?” (op.cit., p.416)⁴⁷

Tentar explicar a “fonte de inspiração” é uma meta ambiciosa, e não há uma resposta para esta questão neste



Figure 48. Another spatial relation between two oblongs.

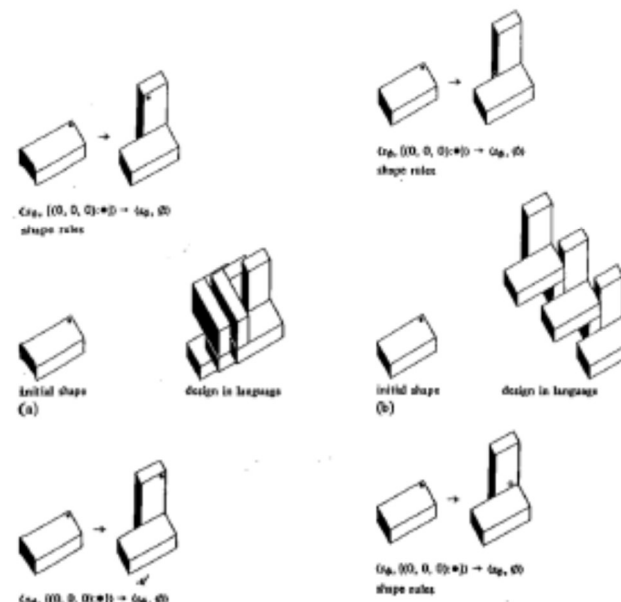


Imagem 28: posições diferentes de marcadores produzirão formas diferentes. fonte: op.cit.p. 434.

⁴⁷ Tradução nossa. No original: “Using rules instead of intuition, the designer need no longer to rely on ‘creative inspiration, the ‘inventive flash’, or individual genius’. Once these barriers to clear thinking in

design have been removed, we can begin to answer that persistent query: ‘Where do designs come from?’”

ou em outros trabalhos sobre Gramática da forma consultados para esta tese. Knight (1990) discute o emprego da gramática em aulas de projeto, e da dificuldade justamente de se estabelecer regras originais, relevando o fato de que Stiny não esclarece como obteve as regras apresentadas por ele para os blocos de Froebel.

Neste artigo, Stiny apresenta o conjunto de blocos, os diferentes modelos e as formas de operá-los, exibindo as muitas formas de combinação dois blocos, sejam estes diferentes ou iguais. Na Imagem 27, alguns arranjos para duas peças de um mesmo modelo de bloco. Ao mostrar esses vários arranjos para diferentes modelos, Stiny discute também as questões de simetria e ambiguidade espacial. Assim, emprega marcadores de forma a restringir a liberdade das regras, cada uma delas posiciona o marcador em um lugar distinto. Esta gramática é determinística, cada regra é empregada recursivamente em um algoritmo e apenas uma forma é passível de ser gerada.

Os exemplos apresentados no artigo mostram diferentes algoritmos produzidos a partir regras com a mesma relação espacial, diferenciadas entre si pela posição do marcador. Cada um destes algoritmos chega a resultados

diferenciados, empregando apenas uma das regras, aplicada recursivamente.

The Forty-one Steps

(Terry Knight, 1981)

A cerimônia do chá é originária da China, mas bastante difundida no Japão. O *Cha-no-yu*⁴⁸ é um evento em que o anfitrião prepara o chá para convidados num ritual formal, de movimentos treinados e de gestos estudados seguidos de apreciação tanto do chá e dos doces oferecidos, quanto de arte: utensílios e cerâmica utilizada, arranjos florais e pinturas. É uma experiência contemplativa e silenciosa em boa parte do tempo, e o ideal é que aconteça em um espaço consagrado a este uso.

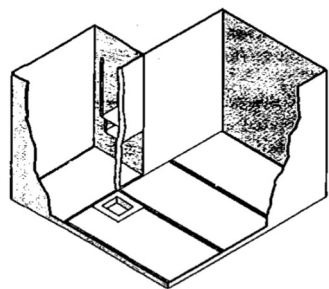


Imagem 29: perspectiva explodida de uma sala de chá. fonte: EP&B 1981, vol. 8. p. 98.

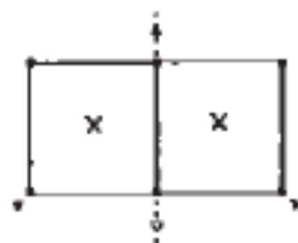


Imagem 30: forma inicial, módulo do tatami. fonte: op.cit. p.99.

As salas de chá, objeto de estudo deste *paper* de Knight, são praticamente desprovidas de mobília, sem mesas nem cadeiras – os participantes ficam ajoelhados no *tatami*,

apenas o necessário para a realização da cerimônia. Cada um dos participantes posiciona-se no espaço em local pré-determinado, e a localização dos diferentes elementos, ainda que poucos, é estudada de maneira que a cerimônia ocorra sem incômodos ou perturbações. Knight não apresenta o corpus de análise, apenas alguns exemplos ilustrativos, mas não se sabe quantos mais foram estudados.

A exemplo da gramática de Palladio, o primeiro estágio das regras destina-se à montagem de um grid sobre o qual serão feitas as plantas. Nesta etapa são empregados também marcadores, com diferença na modulação, derivada do tatami tradicional japonês, que por ter medidas fixas (90 cm x 180 cm) não implicará em regras de redimensionamento de módulos.

Na gramática de Palladio, os compartimentos são gerados em função da manipulação dos módulos, porém sem previsão de função específica dos espaços. Numa sala de chá, a dinâmica da cerimônia exige que um ordenamento específico dos elementos, que deverão ter posicionamento definido uns com relação aos outros, e é essa relação que

⁴⁸ Cerimônia do chá, em japonês.

rege as regras desta gramática.

A forma inicial corresponde ao tatami (Imagem 30), que dá início ao primeiro estágio da gramática. Nesta fase, os módulos são justapostos de maneira semelhante à gramática de Palladio. Na sequência, as etapas definirão elementos específicos, como as paredes, o espaço para o fogo, nichos diversos e acessos. Alguns dos itens são opcionais, em geral dependem da quantidade de tatamis que constituem o espaço. As etapas que definem o local para o fogo, essencial para o preparo do chá, paredes e acessos são obrigatórios. Estes acessos são idealmente separados em três: um para anfitrião, outro para os convidados e por fim o dos empregados. A existência de mais de uma entrada depende do tamanho do espaço. Abaixo, na Imagem 32, inserção de entradas e retirada de marcadores.

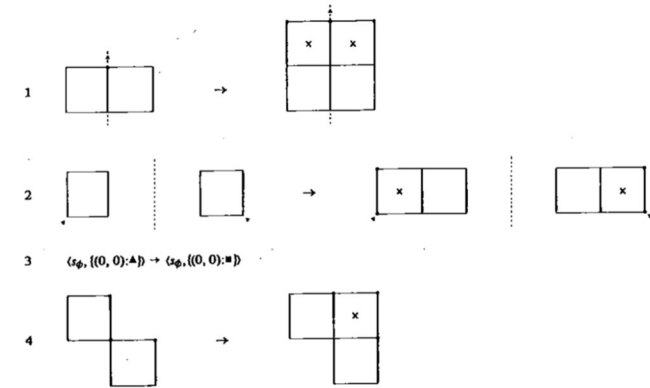


Imagem 31: quatro primeiras regras, que montam o grid. conte: op.cit. p.100.

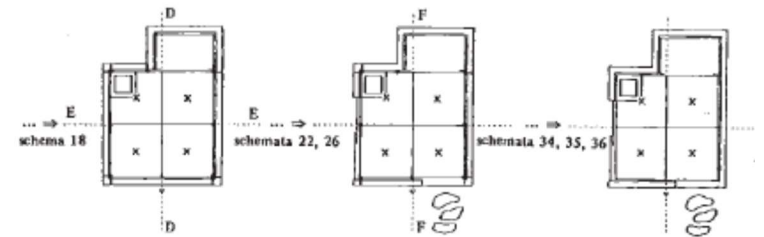


Imagem 32: sequência de aplicação de regras. fonte: op.cit. p. 109.

A linguagem da pradaria.

(Koning & Eizenberg, 1981)

Este é o primeiro trabalho da Gramática com aplicação em arquitetura em três dimensões, influenciados pelo trabalho de Stiny sobre os Blocos de Froebel (KNIGHT, 2000), e que por sua vez influenciará outros depois.

Koning e Eizenberg observam que, embora estas casas já tivessem sido muito estudadas, nenhuma das análises produzidas até então permitiria a reprodução do estilo. Consideram que a dificuldade de muitos historiadores de arquitetura em “decifrar” o estilo destas casas estava no fato de não haver um foco na composição dos volumes, pois teriam sido “[...] desviados pela riqueza da decoração e dos materiais nos projetos”⁴⁹ (KONING e EIZENBERG, 1981, p. 295). E embora autores como Hitchcock e Giedion percebessem a existência de uma composição volumétrica subjacente, estes não empregaram nenhuma metodologia objetiva que elucidasse o esquema compositivo.

Assim, para a determinação da Gramática da Pradaria, é proposta uma observação “desfocada” das residências,

⁴⁹ Tradução nossa. No original: “[...] sidetracked by the richness of the decoration and the materials in these designs”.

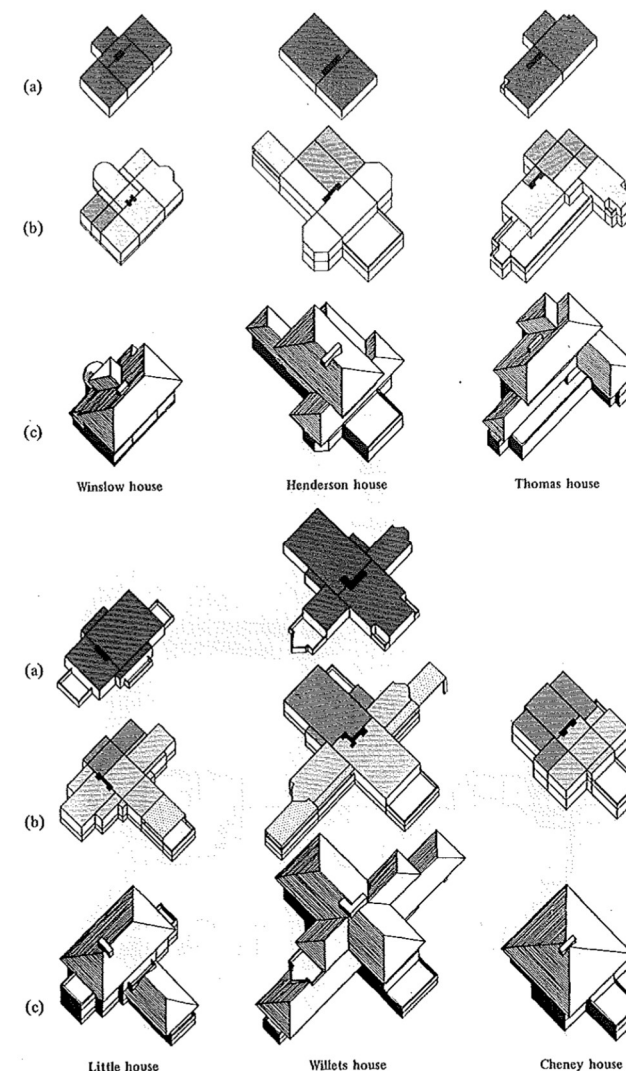


Imagem 33: simplificação e decomposição de parte do corpus de análise.
fonte: EP&B, 1981. v.8; p.300.

ignorando detalhes ditos superficiais pelos autores, para se concentrarem nos blocos que formam as composições. Consideram-se também o zoneamento da casa e a lareira, tida pelo próprio arquiteto como um elemento chave da composição dos espaços, e que é o ponto de partida da Gramática.

Este estudo é feito a partir de um corpus de análise de 11 residências, 10 delas localizadas no estado de Illinois, no norte dos EUA. Para cada uma destas, são apresentadas: plantas, perspectivas, assim como a análises morfológicas.

A composição espacial é representada nas perspectivas axonométricas com diferenciação gráfica para as diferentes zonas de cada uma das casas. Na Imagem 33, parte do corpus de análise estudado.

O vocabulário são blocos semelhantes aos de Froebel, mas com dimensões parametrizadas. Na A forma inicial é um * com as coordenadas (0; 0; 0), que será a posição da lareira, que pode ser simples ou dupla (regras 1 e 2). As quatro regras subsequentes apresentam possibilidades de localização da zona de *living* enquanto que a sétima regra

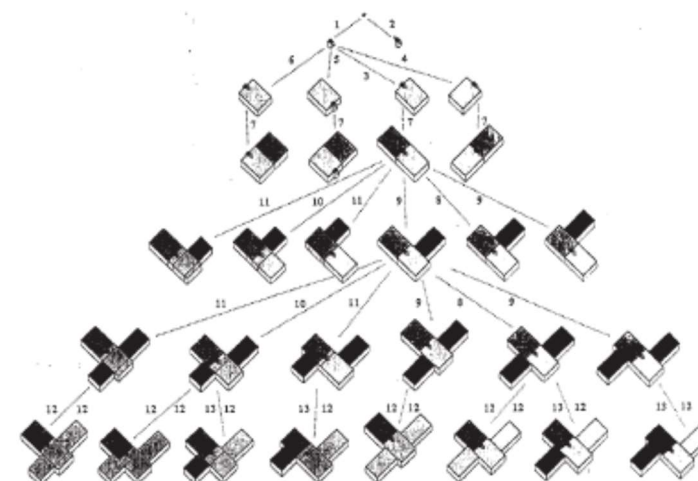


Imagem 34: diagrama em árvore, mostrando parte das possibilidades de design, na etapa de zoneamento. fonte: op.cit. p. 305.

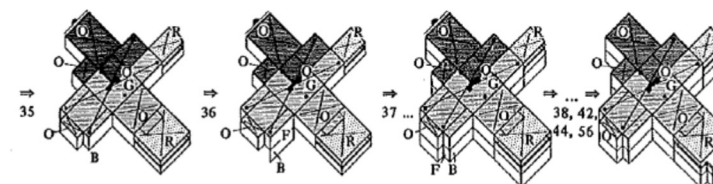


Imagem 35: inserção de porão e terraço. fonte: op.cit. p.314.

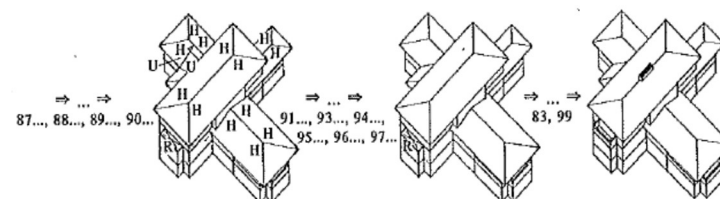


Imagem 36: últimas etapas do design para a "Stiny House". fonte: op.cit. p.316.

completa o chamado “núcleo”⁵⁰, com a colocação da zona de serviço. Depois são inseridas “extensões obrigatórias”, bloco ou blocos que complementam o volume primário, seguindo-se a subdivisão de cada uma das zonas, com a definição dos usos de cada espaço criado.

Depois da obtenção da composição básica da casa, são propostas regras de “ornamentação”, que insere elementos extras, obrigatórios ou não. Entre os obrigatórios estão telhados e porões, enquanto que terraços, entre outros, são opcionais. De acordo com os autores, estas regras permitem que uma mesma composição básica possua um considerável número de variáveis. Como se pode constatar no diagrama em árvore apresentado (Imagem 37).

O trabalho apresenta a aplicação das regras não apenas na composição das casas do *corpus* de análise como também em três novas propostas de projeto, na mesma linguagem das casas projetadas por Wright, como a Stiny House.

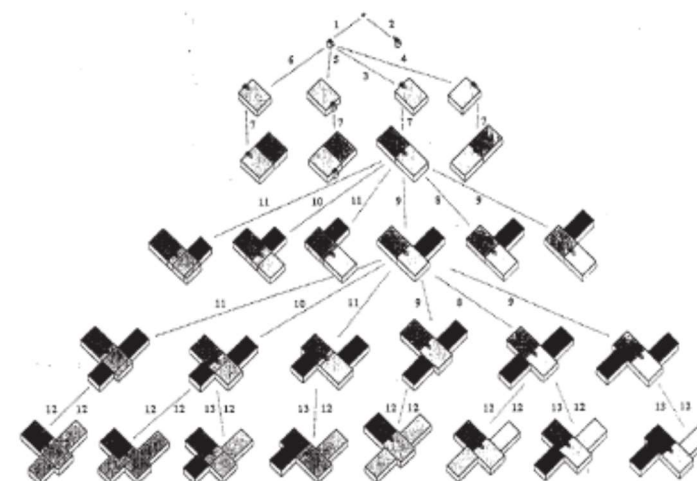


Imagem 37: diagrama em árvore, mostrando parte das possibilidades de design, na etapa de zoneamento. fonte: op.cit. p. 305.

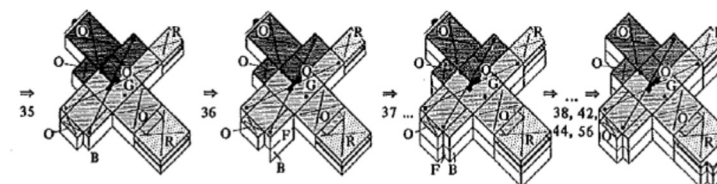


Imagem 38: inserção de porão e terraço. fonte: op.cit. p.314.

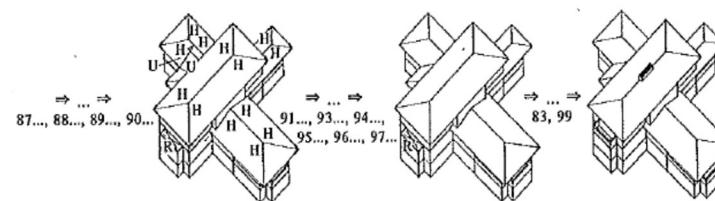


Imagem 39: últimas etapas do design para a "Stiny House". fonte: op.cit. p.316.

⁵⁰ Tradução nossa. No original: *core*.

Color Grammar: designing with lines and colors.

(Terry Knight, 1989)

Terry Knight traz neste artigo ⁵¹ a fundamentação da Gramática das cores, uma nova abordagem para a Gramática da forma, com o acréscimo de cores, de maneira inserir questões qualitativas e de materialidade das formas. A discussão é feita basicamente através da observação do uso das cores por pintores modernos, como Wassily Kandinsky, Paul Klee e Piet Mondrian. A autora afirma que “Gramática de cores são uma extensão das Gramáticas da forma” (KNIGHT, 1989, p. 419).

A primeira parte do artigo faz uma chamada “discussão informal” sobre esta gramática das cores, considerando-se a cor como o terceiro elemento da gramática (o primeiro elemento é a forma inicial e o segundo é o conjunto de regras), chamado de “campo de cor” ou ainda de “campo de qualidade”, visto que informará as características deste campo. Trata-se de áreas coloridas não sobrepostas. A questão da sobreposição é debatida, uma vez que quando se tratam apenas de espaços formados por linhas, a sobreposição não implicaria em nenhum conflito. Knight

⁵¹ *Environment and Planning B*, 1989, v.16, pp. 417-449.

observa que o uso de cores em desenhos de arquitetura é recorrente, para diferenciação de funções dos espaços em planta, por exemplo.

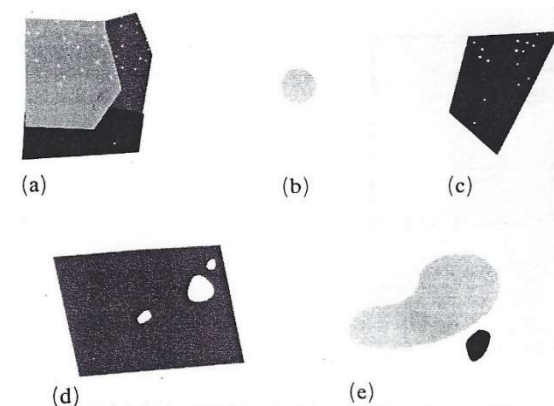


Imagem 40: exemplos de campos de cor. fonte: EP&B 1989 v.16, p.420.

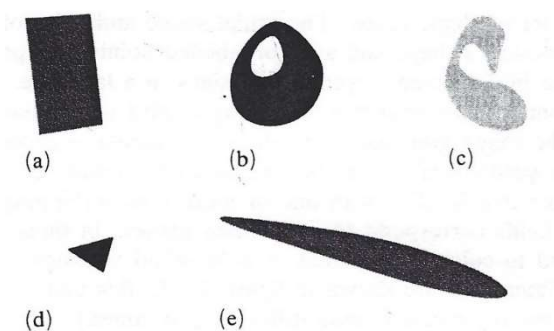


Imagem 41: exemplos de locais de cor. fonte: EP&B v.16, p.420.

Para a questão da sobreposição de campos com cores, Knight compara trabalhos de artistas plásticos e abordagens para campos de cores sobrepostos, e debate a implicância

na compreensão ou interpretação das formas das pinturas. Transporta a questão para a Gramática das cores: a abordagem para formas que se sobrepõem.

A segunda parte traz as definições formais. Uma área de cor⁵² é uma região de duas ou três dimensões que tenham área ou volume diferentes de zero, fixada por seus limites e pela cor. Há três relações possíveis: uma área está **dentro** de outro quando se tem duas áreas de mesma cor e uma delas tem as bordas dentro da outra ou tem bordas iguais. Uma área **coincide** com outra quando têm os mesmos limites. Ainda, podem ser **distintas**, quando nenhuma área de cor está em nenhum outro local de cor.

Um **campo de cores** é um conjunto de locais de cor distintos. Operações entre campos de cores são soma, interseção e subtração. Quando uma área de cor (S_1) se sobrepõe a outra (S_2), é necessário se fazer um ordenamento destas áreas, e tem-se como possibilidades três situações, onde (1) s_1 domina S_2 , (2) S_2 domina S_1 ou (3) ambas têm a mesma ordem. Assim, quando numa operação entre dois campos, uma área pode ser o resultado da sobreposição de duas

áreas. Quando se aplica a ordem de (1), a área resultante é uma S_1 , na ordem (2), tem-se uma S_2 . Se não houver uma dominante, tem-se então a criação de uma S_3 .

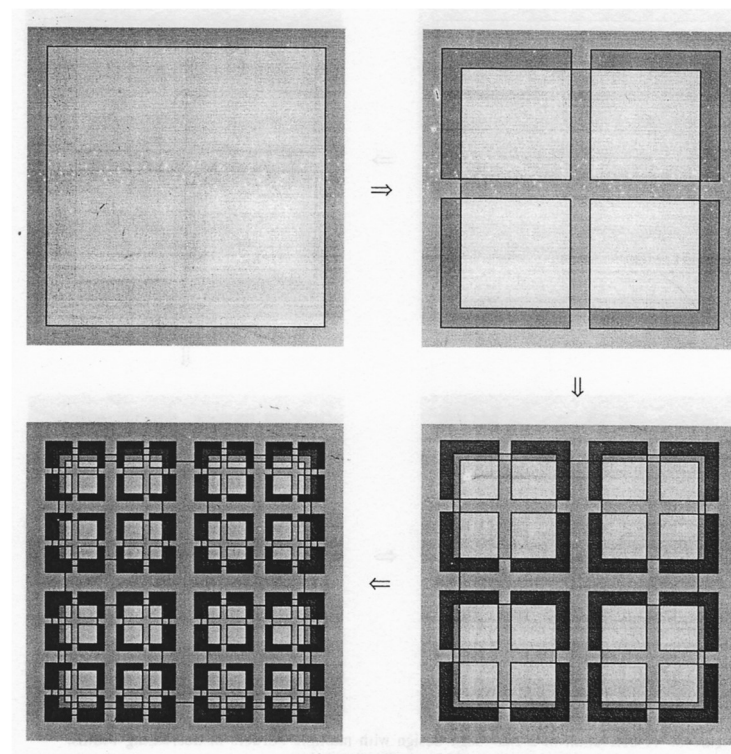


Imagem 42: aplicação de regras com cores na Gramática dos jardins Charbagh. fonte: EP&B, 1990, v.17, p.80.

Este artigo é basicamente conceitual, muito embora ao fim siga para exemplos que ilustram a aplicação da gramática

adequada do termo spot, as demais alternativas nos pareceram ainda menos convenientes.

⁵² Tradução nossa. No original: *color spot*. De acordo com o dicionário Michaelis, sinônimos possíveis para spot são local, mancha, borrão, marca, ponto. Embora “área” não nos pareça uma tradução muito

das cores. Em 1990 Knight publica *Mughul gardens revisited*⁵³, onde ela faz uma releitura da gramática do paraíso (*The grammar of Paradise*, apresentada a partir da página 27) de Stiny e Mitchell, de 1980. A esta gramática, feita originalmente apenas de linhas, Knight adiciona planos de cores, de maneira a evidenciar o paisagismo propriamente dito às regras. Como visto no artigo original, os jardins são formados a partir da subdivisão recursiva dos quadrados, que já informam se serão inseridas bordas. Essas bordas, de larguras que devem obedecer a parâmetros têm as regras facilitadas a partir do uso das cores. Regras de sobreposição devem ser elaboradas, uma vez que na aplicação recursiva das regras, podem ocorrer sobreposições destas bordas.

⁵³ Em *Environment and Planning B* v. 73.

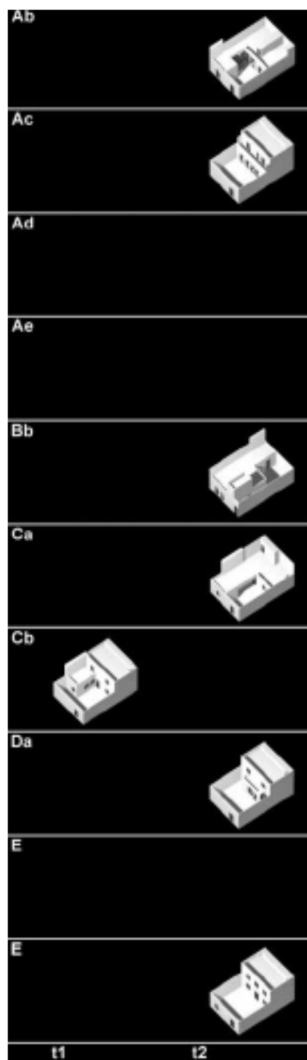


Imagem 43: parte dos modelos identificados e classificados por Duarte. fonte: EP&B, p.350.

A Gramática da Malagueira.

(José P. Duarte, 2001, 2003, 2005)

Esta gramática foi desenvolvida na tese de doutorado do



Imagem 44: conjunto da Malagueira, em Évora, de Siza Vieira. fonte: www.archdaily.com

autor, defendida em 2001 no MIT. Duarte investigou o conjunto da Malagueira, projeto do arquiteto português Álvaro Siza Vieira para habitações populares nas proximidades da cidade de Évora, Portugal. Trata-se de um empreendimento de longa duração, com cerca de 1200 casas de dois pavimentos com pátio, construídas ao longo de mais de 20 anos, iniciadas em 1977.

Um levantamento de alguns modelos construídos foi realizado, a partir de desenhos obtidos com o próprio

arquiteto, que deu apoio à pesquisa. Seguiu-se uma classificação em tipos e subtipos. A princípio, o projeto de cada uma das casas deveria atender às necessidades específicas de cada família, e seguem de maneira aproximada 35 modelos identificados por Duarte, construídos entre 1977 e 1996. O autor explicita, com o uso da Gramática da Forma, regras de composição propostas pelo arquiteto e equipe, e por meio destas regras, possibilita a produção computacional de novos exemplares, seguindo o mesmo estilo. Ao fim, propõe a implementação das regras em computador, que poderia gerar novos modelos de casas. O programa para este fim estava em desenvolvimento e é indicado o site <http://www.civil.ist.utl.pt/jduarte/malag/> (2003) para que se possa acompanhar o desenvolvimento deste trabalho⁵⁴.

O programa em questão é uma ferramenta interativa que proveria soluções de habitação que envolve, além de projeto, prototipagem rápida e realidade virtual para a visualização deste projeto. O programa desenvolveria também o projeto executivo e o determinaria o processo para a fabricação digital das peças e as instruções para a

⁵⁴ Este link não funcionava em fevereiro de 2017.

montagem no sítio.

Duarte (2003) discute três problemas a serem vencidos pelo modelo computacional criado: simulação, geração e otimização, citando os métodos identificados Radford e Gero em 1988. A simulação deve traduzir os dados dos clientes em requisitos projetuais, a geração deve produzir as regras para gerar projetos e por fim, a otimização deve transformar os requisitos em projetos factíveis. Na formulação das regras são também expressos os princípios matemáticos para a formação dos conjuntos, importantes para a implementação em linguagem de computador.

Duarte define a Gramática da Malagueira como sendo uma gramática da forma composta e paramétrica, definida algebricamente por uma matriz, apresentada na **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Os termos da matriz são partes da gramática que são realizadas sequencialmente – no caso dos andares - ou simultaneamente, como as paredes, que têm a montagem tridimensional que acompanha a formação dos ambientes, que por sua vez é obtida através da definição dos pisos.

$$\begin{bmatrix} W : \langle U_{33} V_{03} \rangle \\ R : \langle W_{33} V_{03} \rangle \\ F_1 : \langle U_{12} V_{02} \rangle \\ F_2 : \langle U_{12} V_{02} \rangle \\ F_3 : \langle U_{12} V_{02} \rangle \\ E : \langle U_{12} V_{02} \rangle \end{bmatrix}.$$

Imagem 45: matriz representativa da gramática da Malagueira. fonte: EP&B, 2005, v.32,p.352.

Estágios sucessivos se dão para a formação das casas. O desenho do primeiro piso é também responsável por definir o que acontecerá no segundo piso e no terraço. A definição da fachada, por outro lado, acontece à medida em que os estes estágios acontecem.

Grammar	Stages	1: define first floor	2: define second floor	3: define terrace
F_1		S Z C R D O T		
F_2		↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	S Z C R D O T	
F_3			↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓	S Z D T
E				

Key: F_1 —first floor; F_2 —second floor; F_3 —terrace; E —elevation; S—start; Z—locate functional zones; C—locate circulation scheme; R—divide zones into rooms; D—introduce details; O—introduce openings; T—terminate.

Imagem 46: sequência dos estágios da gramática da Malagueira. fonte: op.cit., p.35

O primeiro estágio é subdividido em passos: início, zoneamento, circulação, divisão das zonas em cômodos, detalhes, vãos e término. Marcadores são posicionados de maneira a iniciar o estágio seguinte, o do segundo pavimento, que deverá seguir os marcadores do estágio anterior como referência, de forma a satisfazer questões

estruturais – as paredes são alvenarias de tijolos de concreto autoportantes (DUARTE, 2001). Os mesmos passos do estágio anterior deverão ser seguidos. O terraço seguirá a mesma lógica, apenas com passos a menos, já que não há cômodos a serem inseridos.

Na definição da Gramática, a forma inicial é o lote de forma retangular, e a formação da planta parte do princípio do pátio, elemento tradicional nas casas da região, e que é igualmente empregado por Siza. As regras aplicadas em cada estágio e em cada passo seguem um esquema de seccionamento recursivo e de concatenamento de polígonos. Marcadores são utilizados para informar a última divisão feita e qual o próximo retângulo a ser seccionado. Este é o esquema básico em todos os passos, mas é uma visão resumida do programa, que trata de todos os detalhes para a definição de plantas, cortes e elevações das casas. O artigo de 2005 apresenta as regras detalhadas, que vão além da formação do layout das casas: insere paredes com espessuras e produz o dimensionamento de escadas, entre outros elementos.

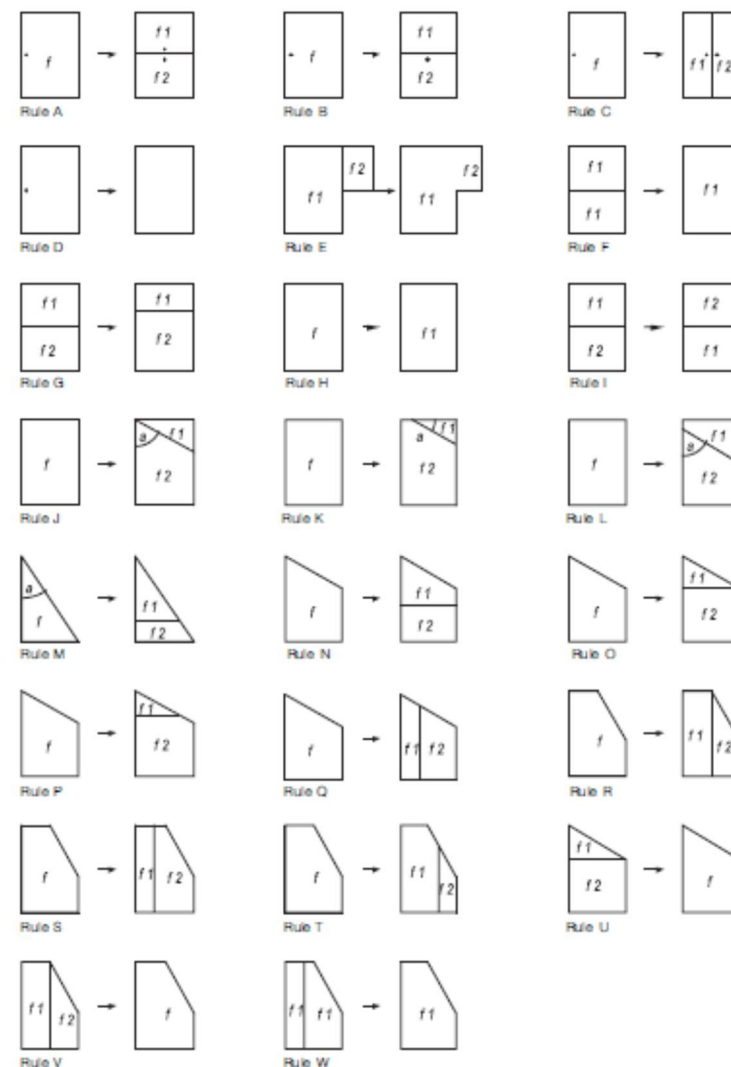


Imagem 47: regras simplificadas - seccionamento dos polígonos para formação das zonas e dos ambientes. fonte: EP&B, p.356.

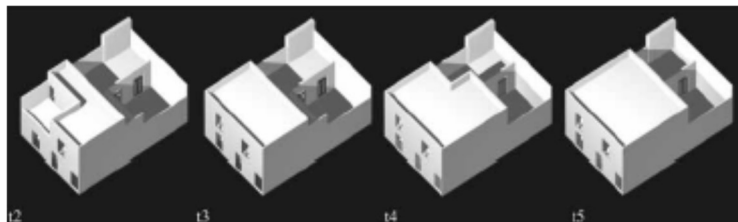


Imagem 48: quatro modelos novos, obtidos com a aplicação das regras.
EP&B, p.377.

Um sem-número de soluções são possíveis com esta gramática. Duarte relata que Siza, apresentado a projetos gerados pela gramática, não soube diferenciar dos projetos realizados por ele.

Gramática da Medina de Marrakech.

(José P. Duarte *et al.*)

Trata-se de uma pesquisa sobre a Medina de Marrakech, tendo o bairro Zaouiat Lakhdar como estudo de caso. Trata-se de um agrupamento urbano peculiar, que tem malha urbana de traçado “orgânico”, onde se observa as “conexões intrincadas entre as configurações urbanas e as casas-pátio”⁵⁵ (DUARTE e ROCHA, 2006, p,860).

Este conjunto, diferentemente de Malagueira, não é resultado do projeto de um arquiteto, mas foi construído ao longo de vários anos, ou mesmo séculos, resultado de fatores como religião, tradições e cultura locais e as necessidades familiares. O conjunto dos trabalhos definiu três subgramáticas: a Urbana, a da Negociação e a da Casa-pátio⁵⁶, a primeira define os arruamentos e acessos, a segunda refere-se ao hábito local de se negociar espaços de pavimentos acima do alinhamento dos terrenos com os vizinhos, e a terceira trata da formação das casas. Essas subgramáticas operam de maneira razoavelmente, mas não totalmente, independente.

⁵⁵ Tradução nossa. No original: “intricate connections between the urban configurations and the patio houses”.

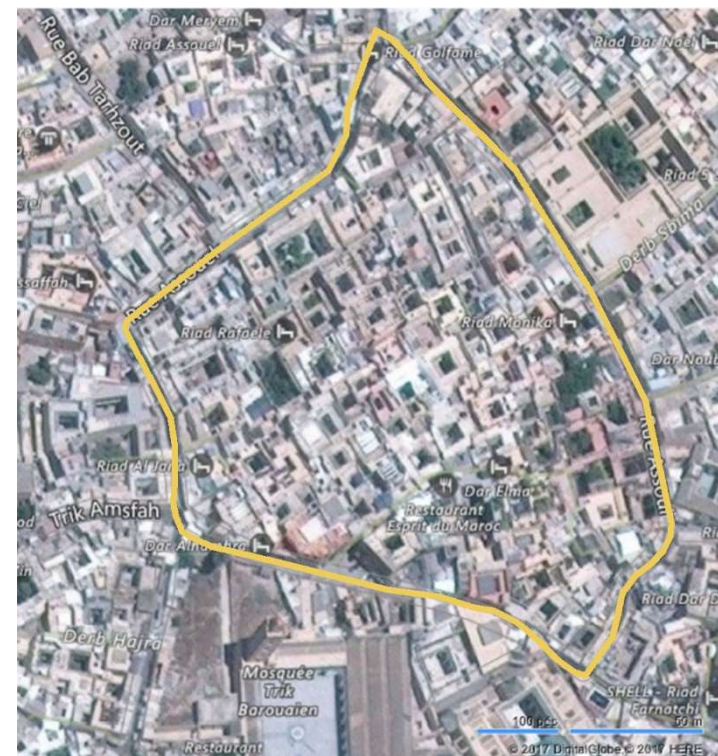


Imagem 49: trecho da medina de Marrakech, com destaque para o bairro Zaouiat Lakhdar. fonte: arte da autora sobre imagem do Bing Maps.

Construções com pátios internos e traçado urbano característico, com vias estreitas e de difícil visualização na imagem de satélite.

Para esta pesquisa, o bairro Zaouiat Lakhdar (Imagem 49), que é um dos mais antigos de Marrakech, foi escolhido por ter uma malha urbana relativamente bem preservada e um bom equilíbrio no funcionamento socioeconômico

⁵⁶ No original: *Urban Grammar, Negotiation Grammar e Patio-house Grammar*.

interno (DUARTE *et al.*, p.8). Neste, verificou-se a forma como se dão os arruamentos, a relação com as construções e as particularidades, que são o grande desafio para o inferimento das regras.

Duarte *et al.* observam que outras gramáticas da forma como de *Ice-ray* e a de *Palladio* operam em uma escala muito menor, e citam duas experiências anteriores em contexto urbano: a de Catherine Telling, que em 1996 codificou uma gramática para a região portuária de Frierichshafen, Alemanha, e a de Beirão e Duarte, que empregaram a gramática da forma como proposta de abordagem em ateliers de projeto urbanístico na escola de arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa, no ano de 2005.

O artigo discute meios de abordagem para a definição das regras: *top-down* ou *bottom-up*, que pode ser entendido mais ou menos como do geral para o particular ou do particular para o geral. No trabalho alemão, foi utilizada a abordagem *top-down*, que faz a subdivisão recursiva dos espaços públicos, até se chegar aos lotes.

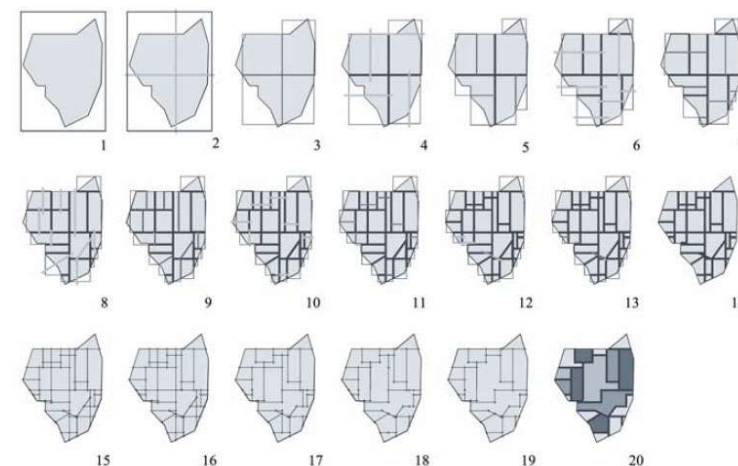


Imagem 50: abordagem top-down, subdivisão recursiva do espaço. fonte: Duarte *et al.* 2005.p.10.

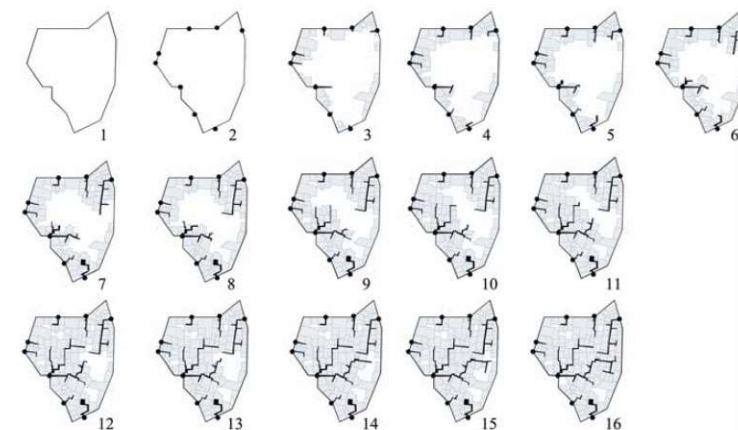


Imagem 51: abordagem bottom-up. Parte da colocação dos lotes para a demarcação das ruas. fonte: op.cit. p.11.

A escolha para a abordagem a ser assumida seria entre dois princípios distintos. O primeiro, o top-down, destes seria começar pela subdivisão do terreno para obtenção dos setores internos e depois fazer a colocação dos lotes. Já a opção bottom-up faz primeiro a definição dos lotes, que por sua vez faria o surgimento das vias públicas. Esta solução resolveria o traçado urbano a partir da resolução das questões em menor escala. Os autores observam que, embora exija um algoritmo com mais inteligência inserida, a solução produzida faria mais justiça à malha orgânica típica. Entretanto, desencontros ocorreriam no fechamento do conjunto, o que pode acarretar em “colisões” entre os *becos*⁵⁷, gerando problemas no plano geral. As pesquisas históricas, que poderiam elucidar a dinâmica, são inconclusivas, há diferentes opiniões de como teria ocorrido o processo de ocupação do solo.

Seguiu-se com discussão de soluções mistas: top-down seguida de bottom-up ou bottom-up seguida de top-down. Optou-se, por fim, finalmente, pela segunda opção, que facilitaria a questão da colisão dos becos, mas que ainda possibilitaria a formação orgânica dos arruamentos.

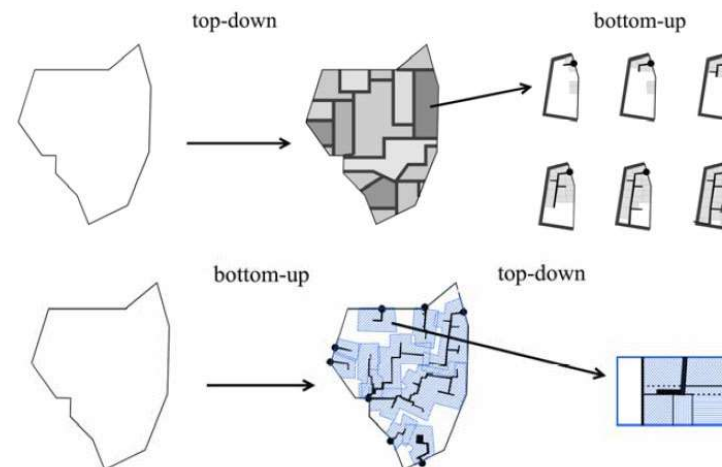


Imagem 52: abordagens mistas. fonte: op.cit. p.12.

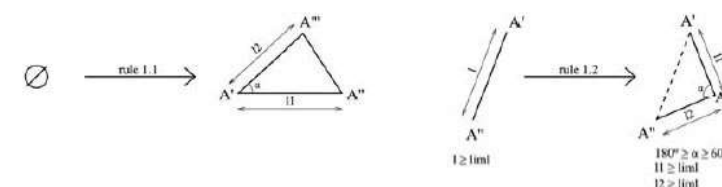


Imagem 53: primeiro estágio, formação do contorno do bairro. fonte: op.cit. p.13.

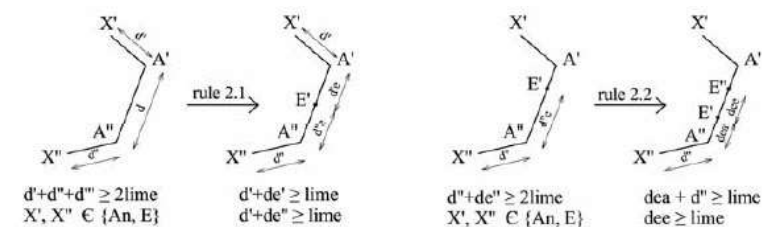


Imagem 54: segundo estágio: inserção de entradas dos derbs no perímetro do bairro. fonte: op.cit., p.14.

⁵⁷ Tradução nossa. “derb”, no original.

Resolvida a forma de abordagem, seguem-se finalmente para a definição dos estágios da gramática. Estes são em seis: (1) definição dos limites do bairro; (2) inserção das entradas dos becos, (3) inserção de extensores e articuladores para formação dos becos; (4) insecção de lotes ao longo dos becos; (5) inserção de lotes no fim dos becos e (6), modificação de layout dos becos ou dos lotes.

Os autores ressaltam que esta gramática, a exemplo de várias outras, não é determinística, que várias opções são possíveis em cada etapa da formação do algoritmo. Não são apresentadas todas as regras obtidas no artigo, e nem a geração completa do quarteirão, apenas uma derivação parcial, exibida na **Erro! Fonte de referência não encontrada..** É feita a indicação do site <http://www.civil.ist.utl.pt/~jduarte/aiedam06/derivation.pdf>, que conteria a formação do quarteirão Zaouiat Lakhdar, mas que, até o fechamento da tese, não estava disponível. Embora a pesquisa tenha se concentrado no quarteirão *Zouiat Lakhdar*, que compôs o corpus de análise do desenho urbano, para a subgramática das casas apenas três das oito unidades estudadas pertencem a esta área específica. As outras cinco localizam-se na vizinhança. Apesar disso, esta

diferença de localização não teve impacto na produção das

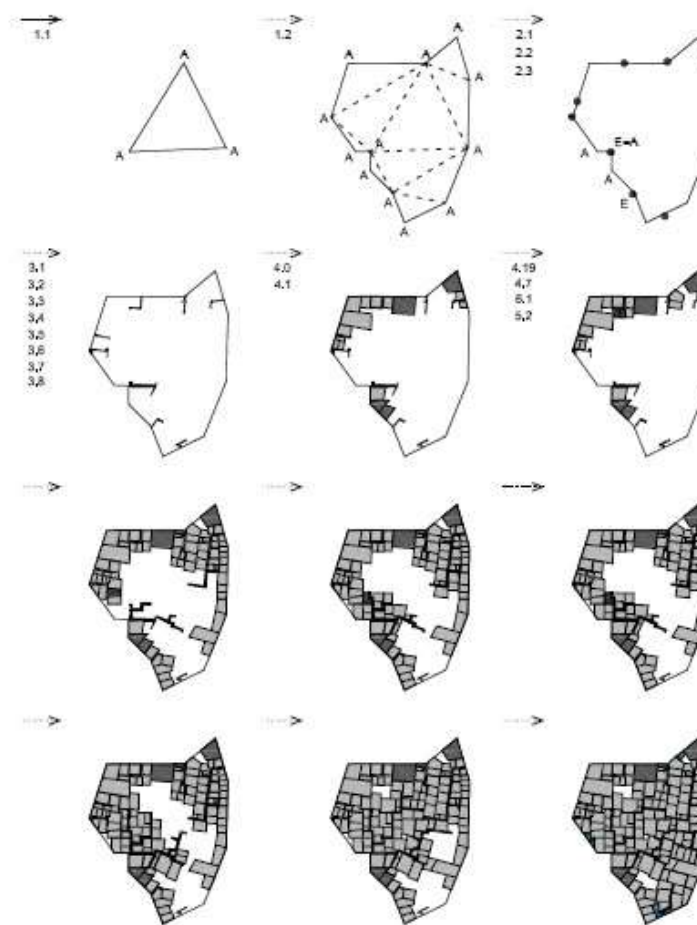


Imagem 55: derivação parcial do quarteirão existente. fonte: op.cit.,p.21

regras, uma vez que as casas teriam um mesmo princípio de composição, de acordo com pesquisas preliminares (DUARTE & ROCHA, 2006).

Essas casas são formadas essencialmente a partir de um

pátio envolvido por dois anéis, um deles que forma a *loggia* e o outro, os cômodos. Eventualmente pode ocorrer um terceiro anel, onde se acomodam outros cômodos ou que servem para estender os existentes. Este terceiro anel normalmente é incompleto. Na Imagem 56, esquema básico das casas: em amarelo o pátio, em vermelho a *loggia* e em verde, os cômodos, os três elementos obrigatórios. No desenho da esquerda, um terceiro anel em violeta, opcional.

A Gramática das casas-pátio se dá em seis estágios. O primeiro deles definição do padrão básico, ou seja, a inserção do pátio e dos dois anéis obrigatórios, nos dois pavimentos. O segundo estágio define a entrada no imóvel, que tem uma forma tipo sifão, que impede a visualização ou penetração direta ao pátio, de forma a manter a privacidade da família. O seguinte faz a inserção da escada de acesso ao piso superior, que pode também ser mais de uma. O estágio quatro subdivide os anéis para formação dos cômodos, o quinto faz as aberturas de vãos e o sexto e último, detalhes.

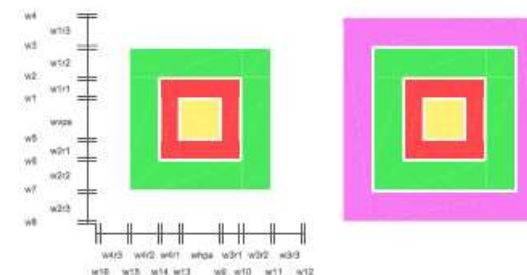


Imagem 56: padrão básico das casas-pátio na Medina. Em amarelo, o pátio; anel vermelho: a loggia, o verde, cômodos. O terceiro anel, opcional, mais cômodos. fonte: DUARTE e ROCHA, 2006, p.863.

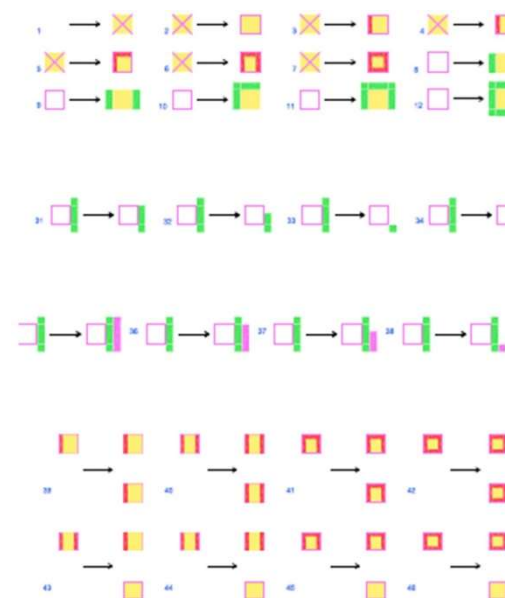


Imagem 57: primeiro estágio. Inserção de pátio e anéis, que podem dar volta completa no pátio ou não. Inserção do segundo pavimento nas duas últimas linhas de regras. fonte: op.cit.,p.864.

No artigo são apresentadas as regras dos 3 primeiros estágios, e ainda de forma bastante simplificada. Embora os autores citem medidas, os parâmetros tampouco são citados. Entretanto, a falta desses dados não compromete a compreensão dos princípios da composição das casas.

Cores são empregadas nestas regras simplificadas, o que facilita muito a leitura e a compreensão da relação das partes na composição.

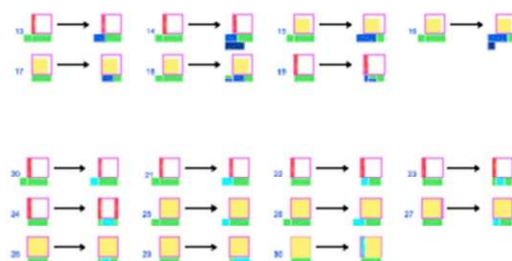


Imagem 58: o primeiro grupo é o estágio da inserção de entradas, e o grupo seguinte, inserção das escadas. fonte: op.cit., p.864.

Gramática do Parque Guinle

(Margaret Chokyu e Maria Angela Dias, 2015 e 2016)

Os edifícios Nova Cintra, Bristol e Caledônia foram projetados por Lúcio Costa e executados entre os anos 1948 e 1954, como parte de um empreendimento de edifícios residenciais para a classe média alta da Cidade do Rio de Janeiro. Localizam-se no Parque Guinle, no bairro de Laranjeiras na zona sul carioca.

Esta Gramática refere-se às fachadas dos edifícios, que apresentam composições diferentes em cada um deles, combinando painéis em cobogós e brise-soleils nas fachadas voltadas para o Parque. Na primeira etapa do trabalho foi feita uma visita ao local, para levantamento da composição das fachadas dos três edifícios e executadas desenhos de elevações simplificadas, quando foram desprezados os pavimentos térreo e da cobertura, que não possuem os acabamentos em questão e por isso não participariam do estudo.



Imagem 59: fachada ed. Nova Cintra. nov/2014. foto da autora.

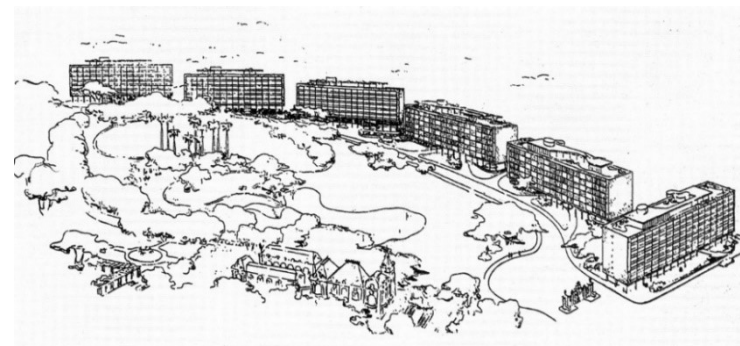


Imagem 60: conjunto completo concebido por Costa. Os três à esquerda não foram construídos. Depois seguem o Caledônia, Bristol e Nova Cintra. fonte: www.archdaily.com.br



Imagem 61: fachada do edifício Bristol. Nov/2014. Foto da autora.

Logo na primeira etapa de estudos o edifício Nova Cintra, foi eliminado do *corpus*. A implantação tem orientação diferente das demais, o que provavelmente impactou na decisão do desenho das fachadas, que se percebeu não ter a mesma linguagem das demais. Assim, o corpus de análise reduziu-se a apenas dois objetos. Também foi decidido que alguns elementos identificados, marcados na Imagem 63 e na Imagem 64 como sendo estranhos não seriam considerados para o estudo.

Foram empregados os princípios da Gramática das Casas de Chá e da Gramática das cores, ambas elaboradas por Terry Knight, tanto na observação de estágios e preenchimentos quanto no uso da cor como informação de propriedades. Assim, a cor serviu para tratar da materialidade, cobogós cerâmicos ou brises-soleil. Foram também usados marcadores para diferenciar os dois tipos de cobogós existentes nas fachadas. Foram elaborados dois estágios para esta gramática, um primeiro para montagem do grid (Erro! Fonte de referência não encontrada.) e o segundo para preenchimento dos painéis. Foi pensado ainda num terceiro, que faria a inserção de aberturas nos painéis e completaria a composição. Este último estágio não foi

obtido, as regras obtidas ficaram



Imagem 62: fachada do edifício Caledônia. nov/2014. foto da autora.

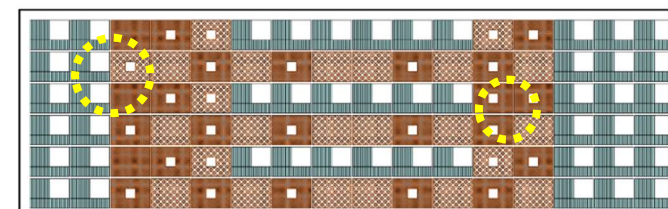


Imagem 63: fachada simplificada do edifício Bristol. fonte: acervo do grupo de pesquisa.

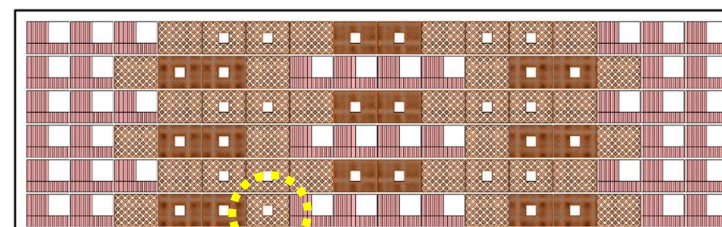


Imagem 64: fachada simplificada do edifício Caledônia. fonte: acervo do grupo de pesquisa.

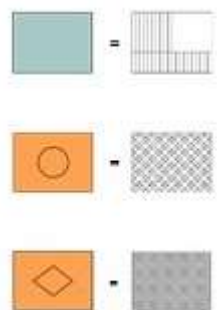


Imagem 65: legenda de acabamentos. fonte: acervo do grupo de pesquisa.

generalistas demais e seria possível compor basicamente tudo a partir destas, portanto consideradas inválidas. Numa revisão crítica posterior, percebeu-se a possibilidade de regras que funcionem, mas tais regras não foram apresentadas.

O primeiro estágio é bastante semelhante ao primeiro das Casas de Chá e emprega a única forma do vocabulário, sem cores e os marcadores apenas assinalam etapas.

O segundo estágio, mais complexo, compreende as regras de preenchimento dos módulos do grid: acabamentos obrigatórios e combinações permitidas. Foram empregados também os princípios da Gramática das cores, usando diferentes cores para os materiais. Essa tática foi interessante porque existem dois modelos diferentes de cobogós, diferenciados um do outro por um marcador. Foi observado que determinados padrões ocorriam com cobogós, independente do modelo. Então, para determinadas regras, removeu-se o marcador diferencial de maneira a deixar em aberto o modelo exato, que seria definido com regras mais à frente.

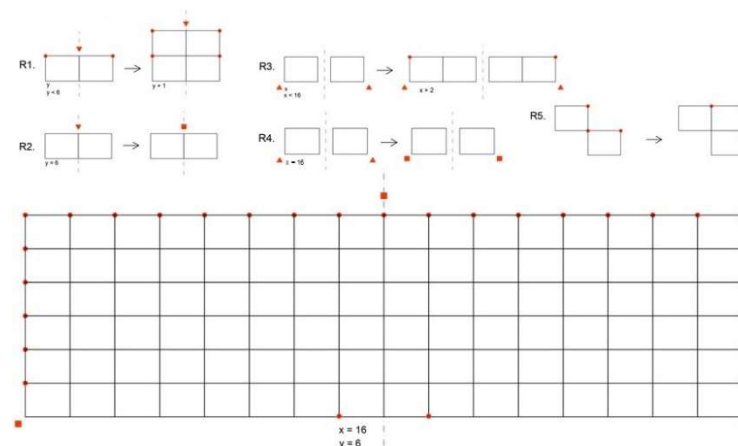


Imagem 66: estágio 1, regras de montagem do grid. fonte: acervo do grupo de pesquisa.

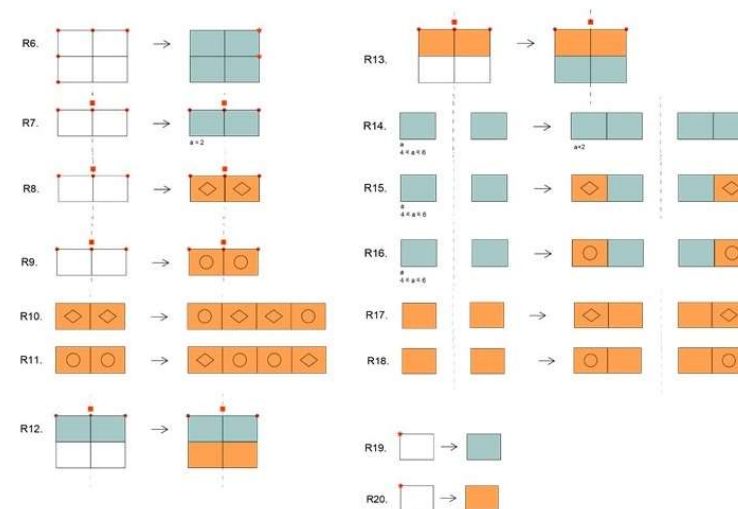


Imagem 67: regras de acabamento. fonte: acervo do grupo de pesquisa.

Foram feitas computações que demonstram a sequência de montagem das fachadas existentes, que demonstrou que as regras são efetivas. Por fim, propôs-se um algoritmo que descreva uma nova proposta de desenho.

A figura abaixo mostra uma nova composição de fachada,

desenvolvida com o algoritmo composto com as regras inferidas. Apenas para fins de acabamento de desenho, foram inseridas janelas, localizadas na malha a partir dos poucos padrões percebidos.

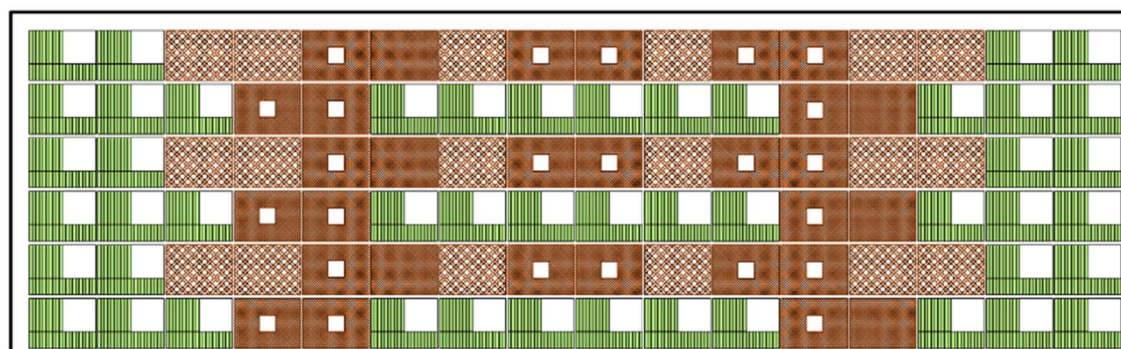


Imagem 68: fachada proposta. fonte: acervo do grupo de pesquisa.

Anexo 2:



Imagem 69: artigo de jornal a respeito da legislação fundiária de favelas, incluindo o "direito de laje". Fonte: jornal O Globo, 28/1/2017.

LUIZ FERNANDO JANOT

O crescimento vertical das favelas

Contrapondo-se às dificuldades atuais das empresas imobiliárias, o mercado informal da construção civil se expande de maneira surpreendente nas favelas e loteamentos populares. A oferta de unidades residenciais nessas localidades, seja para venda ou aluguel, vem respondendo à crescente demanda da população que não possui renda para obter financiamento e adquirir um imóvel no mercado oficial.

Se, em outros tempos, havia a preocupação quanto à expansão territorial dessas comunidades, hoje a atenção se volta para o seu espantoso crescimento vertical. Enquanto as prefeituras adotam procedimentos kafkianos para aprovar projetos e licenciar obras, criando dificuldades e abrindo espaço para oportunistas venderem facilidades, o mercado imobiliário informal prospera sob o beneplácito de políticos corruptos e da marginalidade.

No cerne desta questão está o vertiginoso abismo econômico que separa nossas classes sociais. Atualmente, falar em urbanização de favelas virou uma afronta aos interesses imediatistas dos governantes e empreiteiros, mais interessados em produzir habitação popular de péssima qualidade, em localidades distantes sem os requisitos mínimos de infraestrutura. A moradia, nesse caso, é tratada como um valor estatístico sem qualquer referência à qualidade do imóvel.

Recentemente, o governo federal anunciou a intenção de rever algumas diretrizes do programa Minha Casa Minha Vida. O objetivo seria induzir a construção de habitações para fins sociais em áreas urbanas dotadas de escolas, unidades hospitalares e um sistema integrado de transportes coletivos. Pretende-se, assim, evitar a formação de guetos de pobreza nas áreas periféricas da cidade. Esta iniciativa, em princípio louvável, exige o acompanhamento rigoroso das ações do poder público municipal para impedir que a proposta seja deturpada.

Em meio aos mandos e desmandos que sobressaem em nosso cotidiano, os órgãos responsáveis por diagnosticar, avaliar e propor soluções para o problema das construções nas encostas e nos loteamentos populares se ressentem do apoio logístico para atuar nessas localidades. Sem recursos disponíveis e diante da falta de uma política integrada com os governos estadual e federal, fica difícil fazer valer as normas edilícias em territórios controlados por traficantes ou milicianos. O



Governantes e empreiteiros estão interessados em produzir habitação popular de péssima qualidade, em localidades distantes sem os requisitos mínimos de infraestrutura

fracasso das Unidades de Polícia Pacificadora representou, de fato, uma perda significativa para a reconquista desses territórios pelo Estado.

Agora, um novo desafio se apresenta para os governos municipais. Uma medida provisória editada recentemente pelo governo federal, facilitando a emissão de títulos de propriedade em habitações de interesse social construídas em terrenos informalmente ocupados ou — pasmem — em lajes nos pavimentos superiores das moradias existentes, representará, sem dúvida, um estímulo a mais

para verticalização edilícia nessas comunidades. Certamente, a especulação imobiliária informal agradecerá penhorada essa iniciativa.

Tal decreto não faz qualquer referência às condições de estabilidade das edificações e aos aspectos geomorfológicos do terreno. Muito menos às precárias condições ambientais nas comunidades onde o esgoto circula *in natura* em valas negras ou em canais que deságuam nos rios, nas lagoas, nas baías e no mar. Não basta legalizar a habitação. É preciso que a cidade chegue a essas populações.

Ao que parece, o legislador tem o seu olhar voltado exclusivamente para as soluções de curto prazo, pouco se importando com os interesses futuros da sociedade e da própria cidade. ●

Luiz Fernando Janot é arquiteto e urbanista
lfjanot@gmail.com

Imagem 70: artigo de L.F. Janot sobre favelas. fonte: jornal O Globo, 26/02/2017.