



**LETICIA TEIXEIRA MENDES**

**Personalização de Habitação de Interesse Social no Brasil: o caso da  
implantação urbana em conjuntos habitacionais**

**Campinas  
2014**





**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL,  
ARQUITETURA E URBANISMO**

**Leticia Teixeira Mendes**

**Personalização de Habitação de Interesse Social no Brasil: o caso da  
implantação urbana em conjuntos habitacionais**

Tese de Doutorado apresentada a  
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e  
Urbanismo da Unicamp, para obtenção do título de  
Doutora em Arquitetura, Tecnologia e Cidade,  
na área de Arquitetura, Tecnologia e Cidade.

Orientador: **Profa. Dra. Maria Gabriela Caffarena Celani**

Co-orientador: **Prof. Dr. José Manuel Pinto Duarte**

Este exemplar corresponde à versão final  
da tese defendida pela aluna Leticia Teixeira Mendes  
e orientadora Profa. Dra. Maria Gabriela Caffarena Celani

---

**Campinas  
2014**

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura  
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

M522p Mendes, Leticia Teixeira, 1981-  
Personalização de habitação de interesse social no Brasil : o caso da  
implantação urbana em conjuntos habitacionais / Leticia Teixeira Mendes. –  
Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador: Maria Gabriela Caffarena Celani.

Coorientador: José Manuel Pinto Duarte.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de  
Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Gramática de forma. 2. Habitação popular. 3. Projeto arquitetônico -  
Metodologia. I. Celani, Maria Gabriela Caffarena, 1967-. II. Duarte, José Manuel  
Pinto. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil,  
Arquitetura e Urbanismo. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Customization of low-income housing in Brazil: : the case of urban  
design in social housing developments

**Palavras-chave em inglês:**

Shape grammar

Public housing

Architectural design - Methodology

**Área de concentração:** Arquitetura, Tecnologia e Cidade

**Titulação:** Doutora em Arquitetura, Tecnologia e Cidade

**Banca examinadora:**

Maria Gabriela Caffarena Celani [Orientador]

Regina Coeli Ruschel

Daniel Ribeiro Cardoso

Arivaldo Leão de Amorim

Maísa Fernandes Dutra Veloso

**Data de defesa:** 26-06-2014

**Programa de Pós-Graduação:** Arquitetura, Tecnologia e Cidade

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO**

**Personalização de Habitação de Interesse Social no Brasil: o  
caso da implantação urbana em conjuntos habitacionais**

**Leticia Teixeira Mendes**

Tese de Doutorado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:



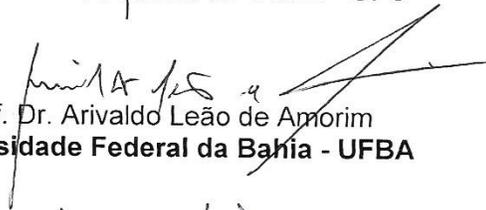
Profa. Dra. Maria Gabriela Caffarena Celani  
Presidente e Orientadora/ Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP



Profa. Dra. Regina Coeli Ruschel  
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP



Prof. Dr. Daniel Ribeiro Cardoso  
Universidade Federal do Ceará - UFC



Prof. Dr. Arivaldo Leão de Amorim  
Universidade Federal da Bahia - UFBA



Profa. Dra. Maísa Fernandes Dutra Veloso  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Campinas, 26 de Junho de 2014



## Resumo

MENDES, L. T. **Personalização de Habitação de Interesse Social no Brasil: o caso da implantação urbana nos conjuntos habitacionais.** Campinas, 2014. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2014.

Há décadas o Brasil vem tentando solucionar seu problema de déficit de moradias, por meio de uma estratégia modernista de tipologias padronizadas e implantação repetitiva, o que tem resultado, na maioria das vezes, em espaços públicos de baixa qualidade espacial, pouco variados e carentes de uma gradação entre as áreas públicas e privadas que permita a criação de comunidades solidárias dentro dos grandes conjuntos habitacionais. Nesse contexto, adotando uma linha de pensamento estruturalista, esta tese tem como objetivo geral propor um método de projeto para o desenvolvimento de implantação urbana em conjuntos de Habitação de Interesse Social (HIS) que permita a criação de espaços comuns e áreas de lazer mais diversificados. O trabalho começa com a análise de alguns projetos de conjuntos habitacionais nacionais e internacionais, identificando suas principais características do ponto de vista da implantação, por meio da inferência de regras de composição utilizando o formalismo da Gramática da Forma, de Stiny e Gips. Em seguida, é feito um levantamento de exemplos de aplicação de métodos paramétricos e generativos no desenvolvimento de projetos de HIS, nos contextos da pesquisa e do ensino de projeto. Finalmente, são desenvolvidos experimentos de ensino com alunos de Arquitetura e Urbanismo, utilizando a Gramática da Forma, por meio de modelos físicos, como método projetual de implantação urbana de HIS. O uso dos métodos adotados contribuiu para a criação de composições com maior diversidade e qualidade espacial, o que pôde ser comprovado por meio de questionários aplicados aos alunos participantes e da avaliação de especialistas. Espera-se que este trabalho sirva como diretriz para a introdução de novos métodos projetuais no ensino e desenvolvimento de projetos de conjuntos habitacionais.

**Palavras-chave:** Gramática da Forma. Habitação de Interesse Social. Implantação urbana. Metodologia de projeto.



## **Abstract**

For decades Brazil has been trying to solve the problem of housing shortage through a modernist strategy of standardized types and uninteresting urban sitting, which has resulted, most often, in low spatial quality public spaces, with lack of variation and gradation between public and private areas to allow the creation of supportive communities in large low-income housing developments. In this context, adopting a structuralist thought, this thesis aims at proposing a design method for the development of urban sitting in low-income housing developments that allows the creation of common open spaces and recreational areas with more diversity. The work begins with an analysis of some low-income housing designs in Brazil and abroad, identifying their main characteristics in terms of urban design, through the inference of composition rules, using the Shape Grammar formalism, developed by Stiny and Gips. The research included a survey of applications of parametric and generative design in the development of low-income housing developments, in the contexts of research and design teaching. Finally, teaching experiments using Shape Grammar and physical models as a design method for urban design of low-income housing were carried out. The use of the adopted methods contributed to the creation of compositions with higher diversity and spatial quality, which was proven by means of questionnaires administered to participating students and the evaluation of experts. It is hoped that this work will provide guidelines for the introduction of new design methods in the teaching and development of housing developments.

**Keywords:** Shape Grammar. Low-income housing. Urban design. Design methodology.



# Sumário

<b>Resumo</b>	<b>vii</b>
<b>Abstract</b>	<b>ix</b>
<b>Sumário</b>	<b>xi</b>
<b>Dedicatória</b>	<b>xvii</b>
<b>Agradecimentos</b>	<b>xix</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>xxiii</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>xxxiii</b>
<b>Lista de Siglas</b>	<b>xxxv</b>
<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>CONTEXTO</b> .....	<b>1</b>
<b>ESTRUTURALISMO E GRAMÁTICA DA FORMA</b> .....	<b>6</b>
TIPOS DE GRAMÁTICA .....	<b>12</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
<b>ESTRUTURA DA TESE</b> .....	<b>14</b>
<b>Capítulo 1</b>	<b>17</b>
<b>1. Análise de projetos de HIS sob a ótica da Gramática da Forma</b>	<b>18</b>
<b>1.1. BREVE INTRODUÇÃO SOBRE A HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NO BRASIL</b> .....	<b>18</b>
1.1.1. PROGRAMA HABITACIONAL MINHA CASA, MINHA VIDA .....	<b>23</b>
<b>1.2. EXPERIÊNCIAS DE USO DA GRAMÁTICA DA FORMA PARA A ANÁLISE DE PROJETOS DE HIS</b> .....	<b>25</b>
<b>1.3. A GRAMÁTICA DA FORMA APLICADA PARA ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO DE CONJUNTOS DE HIS</b> .....	<b>36</b>
1.3.1. ESTUDOS DE CASO: CONCURSO “HABITAÇÃO PARA TODOS” CDHU/IAB – SP .....	<b>36</b>
1.3.1.1. ANÁLISE DOS PROJETOS .....	<b>39</b>
1.3.2. ESTUDOS DE CASO: CONJUNTOS HABITACIONAIS CONSTRUÍDOS .....	<b>58</b>
1.3.2.1. ANÁLISE DOS PROJETOS .....	<b>58</b>

<b>Capítulo 2</b>	<b>77</b>
<b>2. Experiências de projeto em HIS</b>	<b>78</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES</b> .....	<b>78</b>
<b>2.2. ABORDAGENS PROJETUAIS</b> .....	<b>81</b>
2.2.1. TRANSFERÊNCIA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA AUTOCONSTRUÇÃO DE MORADIAS .....	84
2.2.2. <i>INSTANT HOUSE</i> .....	86
2.2.3. CASA GENERATIVA .....	89
<b>2.3. GRAMÁTICA DA FORMA COMO MÉTODO DE ANÁLISE DE CONJUNTOS DE HIS</b> .....	<b>92</b>
2.3.1. CONJUNTO HABITACIONAL BELAPUR .....	92
2.3.1.1. ABORDAGEM <i>BOTTOM-UP</i> .....	93
2.3.1.2. ABORDAGEM <i>TOP-DOWN</i> .....	103
2.3.2. <i>PROYECTO EXPERIMENTAL DE VIVIENDA (PREVI – LIMA)</i> .....	108
<b>Capítulo 3</b>	<b>123</b>
<b>3. Gramática da Forma e Projeto Paramétrico como experiência didática</b>	<b>124</b>
<b>3.1. TIPO DE ABORDAGEM E INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>124</b>
<b>3.2. ATELIÊS DE PROJETO E A EXPERIÊNCIA DE MÉTODOS BASEADOS EM REGRAS</b> .....	<b>126</b>
<b>3.3. <i>WORKSHOP HOUSING GRAMMAR: NEW TECHNOLOGIES FOR HOUSING DESIGN</i></b> .....	<b>130</b>
<b>3.4. <i>SHAPE GRAMMARS WORKSHOP SIGRADI 2012</i></b> .....	<b>133</b>
<b>Capítulo 4</b>	<b>137</b>
<b>4. Exercícios de projeto: O uso da Gramática da Forma como método para desenvolvimento de projetos de implantação urbana em conjuntos de HIS</b>	<b>138</b>
<b>4.1. 1º <i>WORKSHOP: PARAMETRIC URBAN DESIGN</i></b> .....	<b>138</b>
<b>4.2. 2º <i>WORKSHOP: O USO DA GRAMÁTICA DA FORMA PARA A GERAÇÃO DE CONJUNTOS DE HIS</i></b> .....	<b>151</b>
<b>4.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>200</b>
4.3.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	205

<b>Capítulo 5</b>	<b>207</b>
<b>5. Conclusões</b>	<b>208</b>
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>215</b>
<b>Apêndices</b>	<b>225</b>
<b>Apêndice 1</b>	<b>226</b>
<b>A SURVEY ON LOW-INCOME HOUSING RESEARCH TOPICS IN BRAZIL .....</b>	<b>226</b>
<b>Apêndice 2</b>	<b>237</b>
<b>SHAPE GRAMMARS FOR ANALYZING SOCIAL HOUSING .....</b>	<b>237</b>
<b>Apêndice 3</b>	<b>251</b>
<b>O USO DA GRAMÁTICA DA FORMA PARA GERAÇÃO DE CONJUNTOS DE HIS – 1ª ETAPA.....</b>	<b>251</b>
<b>Apêndice 4</b>	<b>259</b>
<b>O USO DA GRAMÁTICA DA FORMA PARA GERAÇÃO DE CONJUNTOS DE HIS – 2ª ETAPA.....</b>	<b>259</b>



“A ditadura nos permitia ser iguais; a democracia nos permite ser diferentes”.

Lúcia Hipólito



## **Dedicatória**

Dedico esta tese a minha mãe **Maria Amália**,  
com todo meu amor e gratidão, por tudo o que fez por mim  
ao longo dessa trajetória.



## Agradecimentos

A **Deus**,  
por tudo...Por mais uma conquista alcançada e, especialmente, por todas as pessoas colocadas no meu caminho que contribuíram, direta ou diretamente, para a conclusão deste trabalho.

À professora **Gabriela Celani**,  
orientadora e amiga, pelo constante apoio, encorajamento e por compartilhar seu conhecimento ao participar desse desafio acadêmico comigo.

Ao professor **José Pinto Duarte**,  
pela co-orientação neste trabalho, pelas preciosas contribuições e acolhimento durante o período de bolsa sanduíche na Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa (FA-UL).

À professora **Terry Knight**,  
da Faculdade de Arquitetura do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), pela contribuição e disponibilidade para analisar os resultados desta pesquisa.

Ao professor **José Nuno Beirão**,  
pelo apoio e colaboração durante o período de estudo na FA-UL e pela contribuição com o *Workshop Parametric Urban Design*, ministrado na Unicamp, com financiamento de bolsa de Auxílio à Pesquisa de Pesquisador Visitante, concedido pela FAPESP.

Aos professores **Daniel Cardoso, Maísa Veloso, Arivaldo Amorim e Regina Ruschel**,  
por aceitarem participar da banca examinadora e pelas preciosas contribuições a esta pesquisa.

Aos amigos **Jarryer De Martino, Giovana Godoi, Maycon Sedrez e Regiane Pupo**,  
cujo companheirismo, colaboração e incentivo foram fundamentais no percurso dessa jornada.

Ao colega **Victor Calixto**,  
pela colaboração na 2ª etapa do *Workshop* de Gramática da Forma, ministrado  
na FEC-Unicamp.

Ao colega **Max Andrade**,  
pela contribuição com o desenvolvimento da Gramática do Jardim São Francisco.

Ao amigo **Eduardo Castro e Costa**,  
pelas preciosas contribuições durante o período de estudos na FA-UL e pela sua incansável disposição em  
ajudar.

Aos amigos da **Comunidade Cristã Renovada de Lisboa**: Pr. Albert, Pra. Amanda, Pr. Leopoldo, Pra.  
Loide, Rose, Lívia, Rui, Nicole, Lael, Patrícia, Luis Carlos, Helena, Paulina, Gregória, Socorro, Rosa, Jô,  
Alexandrina.

À amiga **Norma Barbosa Novaes Marques**,  
pela carinhosa acolhida em sua casa em Lisboa e constante apoio.

À amiga **Nathalia Trevisan Nogueira Freitas**,  
pela incansável disposição e colaboração no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos amigos **Maria Fernanda Saadi e Alberto Oehlmeyer**,  
pela acolhida em sua casa durante os períodos de estadia em Campinas.

À “**Família Perches-Rodrigues**”,  
pela constante colaboração e apoio em todas as etapas dessa conquista.

A minha mãe **Maria Amália**,  
pelo apoio incondicional e incentivo durante toda a caminhada.

A todos os **alunos do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo e pós-graduação**, que, com muita dedicação e competência, participaram dos *workshops* e tornaram possível a realização dos experimentos desta pesquisa.

A todos os **funcionários do Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção (LAPAC)** e da **Secretaria da Pós-graduação do Programa Arquitetura, Tecnologia e Cidade**, da FEC-Unicamp.

O presente trabalho foi realizado com apoio da **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** - processo nº 2011/50139-0 e do **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)** - Brasil.



## Lista de Figuras

Figura 1: Conjuntos habitacionais do Programa Minha Casa Minha Vida - Conjunto Habitacional Joaquim Zarpelon em Irati e Conjunto Habitacional em São Julião, Piauí .....	3
Figura 2: O padrão atual de desenvolvimento urbano prejudica a qualidade de bairros e identidade por parte dos moradores.....	4
Figura 3: Aplicação da Gramática da Forma na pintura - forma inicial e derivações .....	7
Figura 4: Exemplo de vocabulário de formas.....	9
Figura 5: Exemplo de relações espaciais definidas usando triângulos.....	9
Figura 6: Exemplo de regras da gramática definidas a partir das relações espaciais .....	10
Figura 7: Exemplo de Gramática da Forma – forma inicial, regras e derivações. ....	11
Figura 8: Regras simplificadas da gramática e definição dos cômodos.....	27
Figura 9: Plantas e Grafos do projeto original e das amostras de Guajuviras, considerando o corpo principal.....	28
Figura 10: Regra de expansão da cozinha em direção ao recuo menor (a) e .....	29
Regra de expansão da cozinha em direção ao recuo maior (b) .....	29
Figura 11: Vista aérea e planta de Zaouiat Lahdar - bairro selecionado como estudo de caso .....	30
Figura 12: Os três estágios alcançados pelas sub-gramáticas: gramática urbana (à esquerda), gramática de negociação (centro) e gramática do pátio e da casa (à direita) .....	31
Figura 13: Diferentes unidades habitacionais (vocabulário) e possíveis relacionais de vizinhança. Alternativas de clusters gerados a partir do vocabulário e regras definidos .....	32
Figura 14: Printscreens da interface da ferramenta UrbanGENE .....	33
Figura 15: Corpus composto por 30 tratados portugueses) e 75 cartografias urbanas históricas de Portugal - século XVI a XVIII.....	34

Figura 16: Musseque Marçal, localizado a Oeste da cidade de Luanda, na Angola - Exercício desenvolvido por estudantes da disciplina Gramática da Forma e Ferramentas Digitais .....	35
Figura 17: Informações do projeto - 1.º Prêmio – Categoria: Casas Térreas .....	40
Figura 18: Informações do projeto - 2.º Prêmio – Categoria: Casas Térreas .....	41
Figura 19: Informações do projeto - 1.º Prêmio – Categoria: Casas Escalonadas .....	42
Figura 20: Informações do projeto - 2.º Prêmio – Categoria: Casas Escalonadas .....	43
Figura 21: Informações do projeto - 1.º Prêmio – Categoria: Casas Assobradadas .....	44
Figura 22: Informações do projeto - 2.º Prêmio – Categoria: Casas Assobradadas .....	45
Figura 23: Informações do projeto - 1.º Prêmio – Categoria: Edifícios de 3 pavimentos .....	46
Figura 24: Informações do projeto - 2.º Prêmio – Categoria: Edifícios de 3 pavimentos .....	47
Figura 25: Informações do projeto - 1.º Prêmio – Categoria: Edifícios de 4 pavimentos .....	48
Figura 26: Informações do projeto - 2.º Prêmio – Categoria: Edifícios de 4 pavimentos .....	49
Figura 27: Informações do projeto - 1.º Prêmio – Categoria: Edifícios de 6 e 7 pavimentos .....	50
Figura 28: Informações do projeto - 2.º Prêmio – Edifícios de 6 e 7 pavimentos .....	51
Figura 29: Propostas de implantação dos lotes em clusters e personalização das unidades .....	54
Figura 30: Diversidade de perfis familiares – proposta desenvolvida pela equipe do arquiteto arquiteto Carlos Cesar Arcos Ettin - vencedor do 1o Prêmio da categoria “Casas Assobradadas” .....	55
Figura 31: Propostas de implantação dos blocos – Categoria: Edifícios de 3 pavimentos - 1º Prêmio .....	56
Figura 32: Informações do projeto - Conjunto Habitacional Zezinho Magalhães, Guarulhos .....	59
Figura 33: Informações do projeto - Conjunto Habitacional COPROMO, Osasco .....	60
Figura 34: Informações do projeto - Condomínio La Playa, Colômbia .....	61

Figura 35: Informações do projeto - Conjunto Habitacional do Rincão, São Paulo .....	62
Figura 36: Informações do projeto - Conjunto Quinta Monroy, Iquique, Chile .....	63
Figura 37: Informações do projeto - Conjunto habitacional São Francisco, São Mateus – São Paulo .....	64
As regras para implantação foram desenvolvidas por Andrade (2012).....	64
Figura 38: Informações do projeto - Pinwheel house, Mian yang, Sichuan,China .....	65
Figura 39: Informações do projeto - Conjunto residencial Box House, São Paulo.....	66
Figura 40: Informações do projeto - Conjunto habitacional PREVI Lima, Peru .....	67
Figura 41: Croqui pátios internos e implantação.....	69
Figura 42: Casa Catavento: Habitação formada por módulos.....	71
Figura 43: Implantação do Proyecto Experimental de Vivienda (PREVI), Lima – Peru.....	73
Figura 44: Implantação definida por células compostas de 25 a 75 habitações.....	74
Figura 45: Categorização dos projetos em relação a implantação, analisados sob a ótica da Gramática da Forma .....	75
Figura 46: Abordagem tradicional de projeto.....	80
Figura 47: Abordagem de projeto generativo.....	80
Figura 48: Projeto paramétrico .....	81
Figura 49: Projeto baseado em regras (rule-based design).....	82
Figura 50: Combinação das duas abordagens: parametrização e projeto baseado em regras (rule-based design) .....	83
Figura 51: Cenas do centro móvel de atendimento no Jardim Conceição, em Sousas – distrito de Campinas, .....	85
Figura 52: Cenas do centro móvel de atendimento no Jardim Conceição, em Sousas – distrito de Campinas, para a transferência de inovação tecnológica na autoconstrução de moradias .....	85

Figura 53: Etapas do projeto generativo e do processo de fabricação. Projetos gerados a partir do sistema .....	87
Figura 54: Sistema tradicional de encaixe de painéis e painéis cortados com fresadora CNC (imagem superior à esquerda). Tipos de conexão entre os painéis (imagem inferior à esquerda). Testes de peças e encaixes realizados com cortadora a laser (imagem à direita) .....	88
Figura 55: Exemplo de subdivisão da forma e transformação para fabricação (imagem superior à esquerda). Etapas de avaliação do modelo em escala reduzida e em escala real (imagem inferior à esquerda). Regras da gramática denominada Wood frame Grammar (imagem à direita).....	89
Figura 56: Exercícios de modelagem paramétrica utilizando o plug-in Grasshopper, desenvolvido em aulas e <i>workshops</i> .....	90
Figura 57: Exercícios no Grasshopper de implantação de unidades habitacionais, instruções de montagem, modelo desenvolvido na cortadora a laser e protótipo final em escala 1:1 .....	91
Figura 58: 1. Módulo: sete unidades habitacionais ao redor da área comunitária de 8m x 8m; 2. Módulo composto por 21 casas, .....	95
Figura 59: Gramática A .....	97
Figura 60: Derivação originada a partir da aplicação da Gramática da Forma de Belapur bottom-up .....	98
Figura 61: Derivação de um bloco totalmente preenchido – 7 lotes .....	99
Figura 62: Derivação de um bloco utilizando a regra RL 08, criando maior permeabilidade entre os blocos e diversidade de espaços públicos .....	99
Figura 63: Gramática B .....	100
Figura 64: Regras de Controle.....	101
Figura 65: Gramática B – regras RB 05 a RB 08 .....	102
Figura 66: Gramática B’ – regras RB 01’ a RB 02’ .....	102
Figura 67: Derivação originada a partir da aplicação da Gramática da Forma de Belapur top-down .....	104

Figura 68: Gramática A – Regras da Vizinhança ( <i>Neighborhood</i> ) .....	105
Figura 69: Gramática B – Regras da Superquadra (Superblock) .....	106
Figura 70: Gramática C – Regras da Quadra (Block) .....	106
Figura 71: Implementação no software Rhinoceros e plug-in Grasshopper .....	108
Figura 72: Projeto originalmente desenvolvido para o concurso PREVI-Lima pela equipe de Christopher Alexander.....	111
Figura 73: Regras para subdivisão em células .....	114
Figura 74: Regras para definição do sistema viário (Road System) e para definição do ‘paseo’ (Pedestrian Network).....	118
Figura 75: Regras para definição dos Núcleos de Atividades e relação carro-pedestre.....	119
Figura 76: (a) Derivação a partir do recurso de um Voronoi, (b) Derivação com utilização de malha retangular .....	121
Figura 77: Plano urbano desenvolvido pela equipe 1 .....	128
Figura 78: Plano urbano desenvolvido pela equipe 2.....	128
Figura 79: Plano urbano desenvolvido pela equipe 3.....	129
Figura 80: Plano urbano desenvolvido pela equipe 4.....	129
Figura 81: Exemplos das primeiras regras do projeto de planejamento urbano (detalhe acima da implantação), planta de implantação urbana e exemplo de uma possível solução das quadras geradas a partir da aplicação recursiva das regras. ....	129
Figura 82: Imagens do conjunto habitacional Villa Portales e implantação do conjunto .....	131
Figura 83: Estruturação da Gramática da Forma desenvolvida pela equipe .....	131
Figura 84: Regras para definição da implantação dos blocos habitacionais .....	132
Figura 85: Exemplo de agrupamento das habitações para formação dos blocos com densidades variáveis .....	132

Figura 86: Aula expositiva sobre Gramática da Forma – Prof. Carlos Vaz, resultado de aplicação de uma gramática 2D e alunos desenvolvendo exercício de Gramática da Forma 3D	133
Figura 87: Área de intervenção proposta pelo <i>workshop</i> .....	134
Figura 88: Blocos de madeira para definição do vocabulário da gramática e alunos trabalhando no projeto .....	135
Figura 89: Soluções de implantação proposta pelos grupos.....	135
Figura 90: Ferramenta CItymaker implementada no plug-in Grasshopper e visualização no software de modelagem Rhinoceros.....	141
Figura 91: Prof. José Beirão apresentando as ferramentas do <i>workshop</i> , alunos participantes e Leticia Mendes apresentando estudos de caso de análise de implantação urbana de conjuntos de HIS utilizando Gramática da Forma .....	142
Figura 92: Localização da área de intervenção proposta no <i>workshop</i> e levantamento da área disponível em arquivo DWG (software AutoCAD).....	143
Figura 93: Apresentação do projeto da equipe 1. Utilização das praças como ponto focal e setorização da área de intervenção .....	144
Figura 94: Desenho urbano com setorização da área de acordo com o gabarito e demonstração do uso da ferramenta CItymaker para desenvolvimento do projeto .....	144
Figura 95: Apresentação do projeto da equipe 2. Utilização do conjunto de ferramentas CItymaker para análise de uso e ocupação do solo.....	145
Figura 96: Diretrizes projetuais e solução apresentada .....	145
Figura 97: Detalhamento de diretrizes para o conjunto habitacional, Distrito 1: subdivisão da quadra e regras para ampliação de habitações unifamiliares (sistema evolutivo).....	146
Figura 98: Detalhamento de diretrizes para o conjunto habitacional, Distrito 2: apresentação de opções de ocupação da quadra, detalhamento das vias e gabarito dos edifícios. ....	146
Figura 99: Definição da densidade a partir dos pontos de atração, uso do Galápagos para calcular as conexões entre os pontos verdes.....	147
Figura 100: Desenho urbano do bairro, definição das vias principais.....	148

Figura 101: Definição da densidade das quadras a partir do ponto central e uso do Galápagos para otimizar uso e ocupação das quadras.....	148
Figura 102: Definição das vias principais e áreas verdes.....	149
Figura 103: Localização dos novos equipamentos como: escolas, hortas, parques, posto de saúde e biblioteca e detalhamento de uma via local.....	149
Figura 104: Exemplos de padrões e regras para geração de implantação em forma de Honeycomb e referência de implantação de conjunto habitacional do arquiteto Mazlin Ghazali.....	150
Figura 105: Maquetes das propostas desenvolvidas pelas equipes 2 e 4.....	150
Figura 106: Exercício proposto de Gramática da Forma 2D, baseado no projeto Belapur, do arquiteto Charles Correa, de 1983 .....	153
Figura 107: Maquetes das propostas desenvolvidas pelas equipes 2 e 4.....	154
Figura 108: Apresentação do exercício de Gramática da Forma 2D e alunos desenvolvendo a atividade .....	154
Figura 109: Alunos desenvolvendo exercício de Gramática da Forma 2D.....	155
Figura 110: Gramática das Casas da Pradaria, Apartamentos pré-fabricados e Jardim São Francisco.....	156
Figura 111: Blocos de Fröbel .....	157
Figura 112: Exemplo do início de uma derivação a partir da gramática das Casas da Pradaria e Stiny House (1981).....	157
Figura 113: Exemplo do uso de marcadores (labels), definição de uma relação espacial e exemplo de aplicação de regras .....	158
Figura 114: Alunos desenvolvendo os exercícios de Gramática da Forma 3D, utilizando Blocos de Fröbel.....	158
Figura 115: Regras compostas com as peças e exemplo de unidades habitacionais formadas com o agrupamento de peças.....	160
Figura 116: Regras para composição de blocos habitacionais e desenvolvimento da equipe 3..	161

Figura 117: Desenvolvimento de regras com a utilização de marcadores e equipe 2 .....	161
Figura 118: Equipe 2 utilizando software SketchUp para representação da proposta .....	162
Figura 119: Equipe 4 - Desenvolvimento da implantação do conjunto habitacional e utilização de software de modelagem tridimensional .....	162
Figura 120: Equipe 1 – Vocabulário de formas e regras para implantação.....	164
Figura 121: Equipe 1 – Regras para implantação (continuação).....	165
Figura 122: Equipe 1 – Regras para implantação e proposta apresentada. (continuação) .....	166
Figura 123: Equipe 2 – Vocabulário para unidades habitacionais e regras para agrupamento das UHs. ....	168
Figura 124: Equipe 2 – Vocabulário para unidades habitacionais e regras para agrupamento das UHs .....	169
Figura 125: Equipe 2 – Solução da implantação apresentada .....	170
Figura 126: Tipologia das quadras, solução de implantação apresentada e perspectiva da implantação.....	171
Figura 127: Equipe 3 – Vocabulário e Regras da gramática. ....	172
Figura 128: Equipe 3 – Tipologias, Derivação e solução de implantação apresentada.....	173
Figura 129: Equipe 4 – Vocabulário e Regras.....	175
Figura 130: Equipe 4 – Regras .....	176
Figura 131: Equipe 4 – Derivações e Tipologias .....	177
Figura 132: Equipe 4 – Tipologias, Renderings e solução de implantação apresentada.....	178
Figura 133: Apresentação final do trabalho: equipes 1 e 2 .....	179
Figura 134: Apresentação final do trabalho: equipes 3 e 4 .....	179
Figura 135: (1) Área de intervenção geral; (2)Partido de projeto; (3) localização dos equipamentos na área de intervenção .....	182

Figura 136: (1) Detalhe da localização do conjunto habitacional; (2) Esquema das quadras e vias existentes.....	182
Figura 137: Material utilizado na 2a etapa Prática do <i>workshop</i> : quadras da área de intervenção, cubos de madeira, adesivos (marcadores), fita adesiva e cubos do novo vocabulário .....	183
Figura 138: Croqui e maquete física da proposta do conjunto habitacional São Francisco apresentado para o concurso, em 1989, desenvolvido pelo arquiteto Demetre Anastassakis e sua equipe. Vocabulário da Gramática do Jardim São Francisco.....	184
Figura 139: Tipologias do conjunto habitacional São Francisco analisados para desenvolvimento do vocabulários e regras .....	185
Figura 140: Exemplo de tipologia de 1 dormitório utilizando os módulos da gramática do Jardim São Francisco.....	186
Figura 141: Exemplo de tipologia de 2 dormitórios utilizando os módulos da gramática do Jardim São Francisco.....	186
Figura 142: Exemplo de tipologia de 3 dormitórios utilizando os módulos da gramática do Jardim São Francisco.....	186
Figura 143: Exemplos de diferentes perfis para cada tipologia.....	187
Figura 144: Regras iniciais, para geração dos edifícios e inserção de comércio.....	189
Figura 145: Regras para inserção de vias de pedestres, escadas, comércio, distância de caminhada e localização dos comércios .....	191
Figura 146: Regras <i>Evening Centers</i> .....	193
Figura 147: Equipe 1 – processo de projeto .....	194
Figura 148: Equipe 1 – solução de implantação apresentada.....	195
Figura 149: Equipe 2 – solução de implantação apresentada.....	196
Figura 150: Equipe 2 – solução de implantação apresentada, referência de projeto e novas regras .....	197

Figura 151: Detalhe de estudos de relações espaciais desenvolvidos pela equipe 2 no início do <i>workshop</i> .....	198
Figura 152: Equipe 2 – solução de implantação apresentada.....	199
Figura 153: Equipe 3 – solução de implantação desenvolvida com o uso de modelos físicos ...	204
Figura 154: Equipe 3 – solução de implantação apresentada em software CAD após o processo de geração manual – simplificação e repetição dos clusters .....	204

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Quadro de participantes do <i>Workshop</i> : Parametric Urban Design .....	139
Tabela 2 – Quadro de participantes do <i>Workshop</i> : O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS – 1a Etapa.....	159
Tabela 3 – Quadro de participantes do <i>Workshop</i> : O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS – 2a Etapa.....	181



## **Lista de Siglas**

HIS – Habitação de Interesse Social

CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo

IAB – Instituto de Arquitetos do Brasil

IAP – Institutos de Aposentadoria e Previdência

BNH - Banco Nacional de Habitação

PMCMV - Programa Minha Casa, Minha Vida

PlanHab – Plano Nacional de Habitação

CECAP - Caixa Estadual de Casas para o Povo

COPROMO – Cooperativa Pró Moradia de Osasco

USINA - Centro de Trabalhos para o Ambiente Habitado

EHIS - Empreendimentos habitacionais de interesse social



# Introdução

## Contexto

A questão da habitação e os paradigmas que envolvem o habitar humano na contemporaneidade tem sido uma temática recorrente no panorama arquitetônico do século XXI; assim, torna-se necessário entendê-la como elemento fundamental na estruturação das cidades. Esta problemática se intensifica ao analisarmos o tema da habitação de interesse social (HIS) e seu impacto na qualidade de vida dos habitantes, e como consequência, das cidades brasileiras.

Estudos demonstram a transformação pela qual o conceito do “bem habitação” (compreendido no texto como unidade residencial) e as questões concernentes a este universo – como qualidade, segurança, conforto e beleza - se diferenciam em cada região do país. Segundo estudo desenvolvido pela Caixa Econômica Federal (2011), a respeito da demanda habitacional no Brasil, diversas publicações sobre o tema possuem uma abordagem mais conceitual e qualitativa do que quantitativa. Contudo, a definição dos termos “déficit” e “demanda” se fazem necessários.

A Fundação João Pinheiro (FJP), de Belo Horizonte, em parceria com a Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades, desenvolveu em 2011 uma atualização das publicações sobre o déficit habitacional no Brasil. Esse estudo toma como referência os dados de 2008 e define o *déficit habitacional* como um conceito diretamente relacionado às deficiências do estoque de moradias. Dessa forma, abrange neste cálculo as moradias em estado precário que precisam ser repostas e as novas unidades habitacionais - que representam

um incremento do estoque - em função da coabitação familiar ou da moradia em locais inadequados (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2011). No mesmo trabalho, a definição de *demanda habitacional* se baseia na “necessidade, por parte de uma população, do “bem habitação”, considerando as características intrínsecas e extrínsecas do imóvel, além das características sócio econômicas da população” (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2012).

Segundo Bonduki (1994), a história do desenvolvimento de habitação de interesse social no Brasil é marcada por iniciativas precárias, não constituindo uma política habitacional articulada e coerente. Dentre as iniciativas para combater a demanda de habitações, a última iniciativa do Governo Federal foi a criação do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), em Março de 2009, cuja meta visa a construção de um milhão de moradias, bem como enfrentar o impacto da crise econômica dinamizando a indústria da construção civil e gerando empregos (BONDUKI, 2009; ROLNIK, 2010; NARDELLI, 2010).

A questão da repetição e padronização na arquitetura – incluindo a habitação – tem sido discutida desde a Modernidade, após o advento da produção industrial ter influenciado a construção civil implicando em racionalidade e aumento da produção, a partir da padronização de projetos a elementos. O resultado dessas transformações levou ao desenvolvimento de uma arquitetura de massas, rompendo com as tradições construtivas locais e estabelecendo normas universais para acomodações mínimas (ROWE, 1993), monotonia e falta de qualidade dos espaços urbanos. Este problema se evidencia mais ao analisarmos os empreendimentos habitacionais de interesse social (EHIS) (Figura 1); pesquisas desenvolvidas nesta área demonstram negligência em relação à temática da personalização da HIS e implantação de EHIS. Isso pode ser constatado a partir de uma análise dos temas de teses e dissertações nas principais universidades brasileiras sobre HIS nos últimos anos (ver pesquisa realizada no Apêndice 1).

Figura 1: Conjuntos habitacionais do Programa Minha Casa Minha Vida - Conjunto Habitacional Joaquim Zarpelon em Irati (imagem à esquerda) e Conjunto Habitacional em São Julião, Piauí



(Fonte: Site Jornal Hoje Centro Sul<sup>1</sup> e Site Jornal Folha de São Paulo<sup>2</sup>)

Diante do frequente uso da padronização muitos autores alertaram para suas desvantagens e apresentaram outras alternativas. Alexander (1977) enfatizou a necessidade de criação de uma identidade nas áreas habitacionais (Figura 2), criticando a monotonia das construções e de sua implantação no padrão 14 – “Bairro Indentificável” (*Identifiable neighborhood*):

They want to be able to identify the part of the city where they live as distinct from all others. Available evidence suggests, first, that the neighborhoods which people identify with have extremely small populations; second, that they are small in area; and third, that a major road through a neighborhood destroys it (ALEXANDER, 1977, p. 81).

---

<sup>1</sup> Disponível em: < <http://www.hojecentrosul.com.br/geral/prefeitura-inaugura-conjunto-habitacional-do-programa-minha-casa-minha-vida/>> Acesso em: 31 de Agosto de 2012.

<sup>2</sup> Disponível em: < <http://rauljustelores.blogfolha.uol.com.br/2012/06/20/maluf-bnh-e-habitacao-popular/>> Acesso em: 31 de Agosto de 2012.

Figura 2: O padrão atual de desenvolvimento urbano prejudica a qualidade de bairros e identidade por parte dos moradores



(Fonte: ALEXANDER, 1977, p. 81)

Para Hertzberger (1999), “na arquitetura funcionalista, a forma derivava da expressão da eficiência (o que não significava automaticamente que toda arquitetura funcionalista fosse igualmente eficaz)” (p. 146-147). O autor sugeria que:

As interpretações coletivas dos padrões de moradia individual devem ser abandonadas. Precisamos agora de uma diversidade de espaço em que as diversas funções possam ser sublimadas para que se tornem formas arquetípicas, que tornem as interpretações individuais do padrão de moradia comunitário possíveis em virtude de sua capacidade de acomodar, absorver e, na verdade, de induzir cada uma das funções e das alterações desejadas (HERTZBERGER, 1999, p. 147).

De modo semelhante, já nos anos 1980, Habraken (1988) enfatizava a importância da individualização do tipo nos grandes conjuntos habitacionais:

Cada casa de um tipo foi construída para um cliente específico com preferências e meios específicos, e um local específico, mas todas foram construídas segundo as mesmas regras tipológicas. O tipo faz com que partilhemos os seus valores e portanto a sua cultura,

enquanto ao mesmo tempo permite que nos expressemos dentro dessa cultura (HABRAKEN, 1988, p. 9)

Em contraposição ao paradigma da repetição Gausa (2002) defende que a urbe contemporânea exige diversidade (mais do que repetição), flexibilidade (mais do que especialização), industrialização (mais do que artesanato), além de estruturas funcionais que permitam uma progressiva liberação do espaço, bem como soluções para situações de emergência – reversibilidade para renovação de estruturas obsoletas. Os sistemas habitacionais propostos pelo autor refutam qualquer modelo apoiado em pressupostos baseados na ideia de repetição tipológica, construtiva, de traçado, imagem ou uso, definindo a utilização de elementos ou soluções convencionais como um pragmatismo mal-entendido. O termo HOUSYS (HOU.SYS – palavra composta do inglês HOUSE = casa + SYSTEM = sistema) refere-se a sistemas abertos, os quais geram diversidade no setor habitacional.

A partir dessa reflexão e considerando os novos meios de produção, autores mais recentes apontam para o conceito de *personalização em massa* em contraposição à *produção em massa*, com o uso das tecnologias CAD/CAM<sup>3</sup> aplicadas no processo de projeto e execução (fabricação) arquitetônica. Segundo Mitchell (2007):

Se os arquitetos pretendem escapar à lógica Modernista da padronização e da repetição, então, necessitam combinar várias estratégias. Em primeiro lugar, têm de aprender a projetar num metanível – o de sistemas de regras que especificam grandes famílias de possibilidades de projeto, mais do que projetos específicos (MITCHELL, 2007)<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Termos em inglês: *Computer-Aided Design* e *Computer-Aided Manufacturing*

<sup>4</sup> Prefácio, escrito por Mitchell, do livro: *Personalizar a habitação em série: Uma Gramática Discursiva para as Casas da Malagueira do Siza*, tese de doutorado de José Pinto Duarte, arquiteto, professor da Faculdade de Arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa.

Esta tese visa enfrentar essa problemática a partir de uma ótica estruturalista, na qual importam não apenas os elementos separados de um determinado objeto, mas as relações entre eles (COLIN, 2009, p. 81). Dentro desse contexto, um dos métodos que possibilita a geração sistemática de arranjos espaciais personalizados é a Gramática da Forma, permitindo a criação de projetos a partir de uma forma inicial, por meio da aplicação recursiva de regras compositivas e, assim, tornando possível manter a viabilidade econômica e construtiva em projetos de EHIS.

## **Estruturalismo e Gramática da Forma**

Segundo Colin (2009), o estruturalismo é uma abordagem das ciências humanas que objetiva analisar um campo específico como um sistema complexo de partes inter-relacionadas. Dentro dessa linha de pensamento existem quatro ideias fundamentais do estruturalismo: (1) a estrutura é o que determina a posição de cada elemento como um todo; (2) todo sistema tem uma estrutura; (3) existem leis estruturais; (4) as estruturas são o que sustenta a aparência do significado (ASSITER, 1984).

O pensamento estruturalista foi desenvolvido a partir da linguística e da produção de Ferdinand de Saussure, tendo sido aplicado a diversas áreas do conhecimento, como sociologia, antropologia, psicologia, psicanálise, teoria da literatura e arquitetura. Desde os anos 1960, diversas abordagens estruturalistas vêm sendo aplicadas no processo de projeto em arquitetura. Alguns exemplos são o projeto paramétrico (*Parametric Design*) (MONEDERO, 2000), o projeto baseado em regras (*rule-based design*) (BROADBENT, 1970) e a combinação das duas estratégias: parametrização e *rule-based design* – estas abordagens serão aprofundadas no Capítulo 2 sobre os antecedentes da presente pesquisa.

O formalismo denominado Gramática da Forma – em inglês *Shape Grammar* – desenvolvido por George Stiny e James Gips, foi apresentado no artigo intitulado: “*Shape Grammars and the Generative Specification of Painting and Sculpture*”, publicado em 1972 no congresso IFIP (*International Federation for Information Processing*), na área 7: Ciências e Humanidades: Modelos e aplicações para as Artes, em Ljubljana, na Iugoslávia. Neste trabalho os autores apresentam uma definição de Gramática da Forma, a aplicação deste método como especificações generativas de pinturas e esculturas e uma discussão sobre as implicações do uso da Gramática da Forma na estética e na teoria do design (Figura 3).

Figura 3: Aplicação da gramática da forma na pintura - forma inicial e derivações



(Fonte: STINY; GIPS, 1972)

A Gramática da Forma consiste em um sistema de geração de formas baseado em regras, e foi desenvolvido a partir das teorias da gramática generativa do linguista Noam Chomsky e do sistema de produção do matemático Emil Post, que consistia na substituição de caracteres em uma sequência de letras com o objetivo de geração de novas sequências. As teorias de Post tiveram diversas aplicações ao longo do século XX, como os fractais e as gramáticas formais. A gramática generativa de Chomsky, desenvolvida nos anos 50, consiste em definir um conjunto de regras, cujas combinações podem gerar todas as sequências de palavras válidas – frases – em uma linguagem, a partir da substituição de um símbolo inicial definido. O sistema desenvolvido por Stiny e Gips, propõe o uso de formas geométricas e transformações euclidianas, ao invés de símbolos matemáticos e substituição de caracteres, sendo constituído principalmente por operações de translação, rotação, espelhamento e roto-translação, permitindo também a adição e subtração de formas e transformação escalar (CELANI et al., 2006). Segundo Gips (1975), uma vez que a gramática generativa de

Chomsky é definida a partir de um alfabeto de símbolos e gera uma linguagem formada por uma sequência de símbolos, uma Gramática da Forma é definida baseada em um alfabeto de formas e gera uma linguagem de formas.

A teoria das Gramáticas da Forma foi criada como sistemas de algoritmos desenvolvidos para gerar e compreender composições gráficas através da computação direta, que utiliza formas, em substituição da computação indireta que utiliza textos ou símbolos, sendo caracterizadas tanto descritivas como generativas. Esta metodologia de construção de composições é constituída por um conjunto de regras que, aplicadas “passo-a-passo” originam um conjunto de composições pertencentes a uma mesma linguagem ou estilo (KNIGHT, 2000).

A Gramática da Forma se insere em uma área do conhecimento designada internacionalmente como *design computing* ou *computational design*<sup>5</sup>. Contudo, ainda que a nomenclatura remeta ao uso de computadores, o *computational design* não consiste necessariamente em propor a implementação de aplicativos em computador ou no uso da programação, no entanto os estudos que exploram a possibilidade de automatizar as regras com o uso do computador têm crescido exponencialmente, envolvendo um número cada vez maior de exemplos de aplicações e problemas de investigação, ao passo que otimizam o processo de aplicação e análise das derivações. Ao longo dos anos, tem sido explorada em diversas aplicações para a resolução de problemas projetuais, permitindo a geração de projetos a partir de uma forma inicial, por meio da aplicação recursiva de regras compositivas (DUARTE, 2007; KNIGHT, 2000; CELANI et al., 2006).

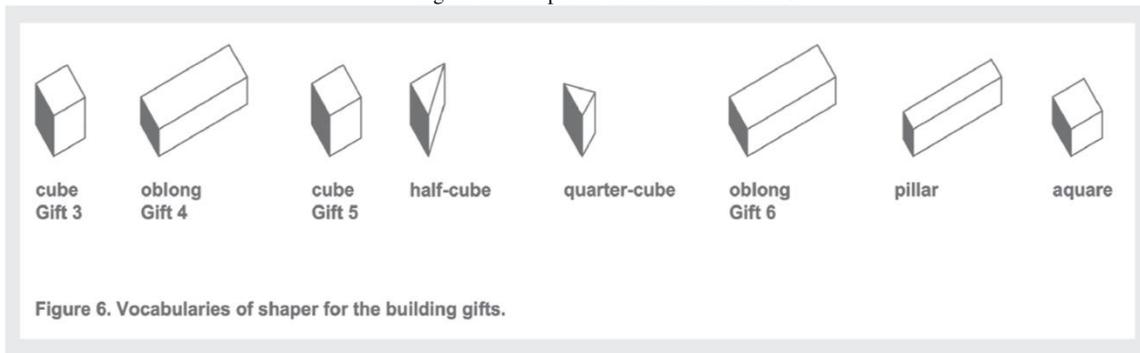
---

<sup>5</sup> Segundo Celani et al. (2006): “A palavra em inglês computation refere-se a qualquer tipo de processamento de informações, incluindo desde a realização de operações elementares até o estudo do raciocínio humano”.

Os elementos que constituem uma Gramática da Forma são listados abaixo (CELANI et al., 2006):

- Vocabulário de formas: o primeiro passo para desenvolvimento de uma Gramática da Forma é a definição dos elementos – bidimensionais ou tridimensionais – que constituirão um conjunto finito de formas primitivas, denominado “vocabulário de formas” (Figura 4).

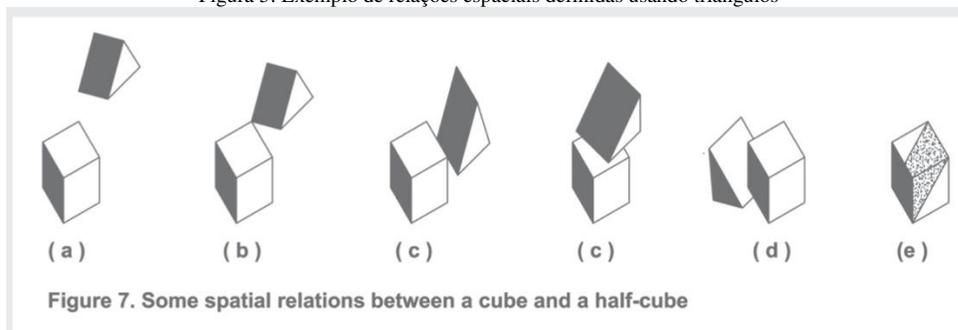
Figura 4: Exemplo de vocabulário de formas



(Fonte: STINY, 1980, p. 417)

- Relações espaciais: posterior à composição do vocabulário de formas, definem-se as relações espaciais desejadas entre as formas do vocabulário (Figura 5).

Figura 5: Exemplo de relações espaciais definidas usando triângulos

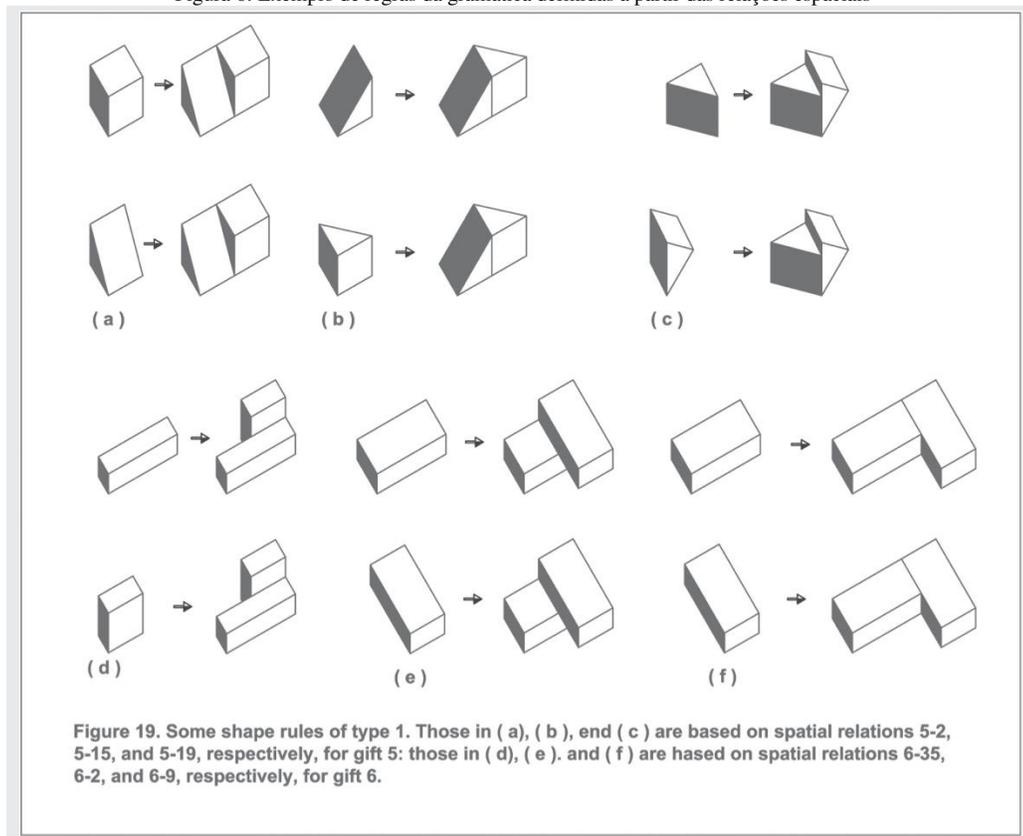


(Fonte: STINY, 1980, p. 418)

- Regras: a partir das relações espaciais instituídas, são definidas as regras de transformação do tipo  $A \rightarrow B$ , que podem ser aditivas ou subtrativas. Ou seja, a regra é composta por uma forma do lado esquerdo (a forma que deverá ser identificada) e uma relação

especial do lado direito da regra (que deverá substituir a forma da direita). Entre os dois elementos o símbolo “seta” definirá a relação: ao encontrar A, substitua por B (Figura 6).

Figura 6: Exemplo de regras da gramática definidas a partir das relações espaciais



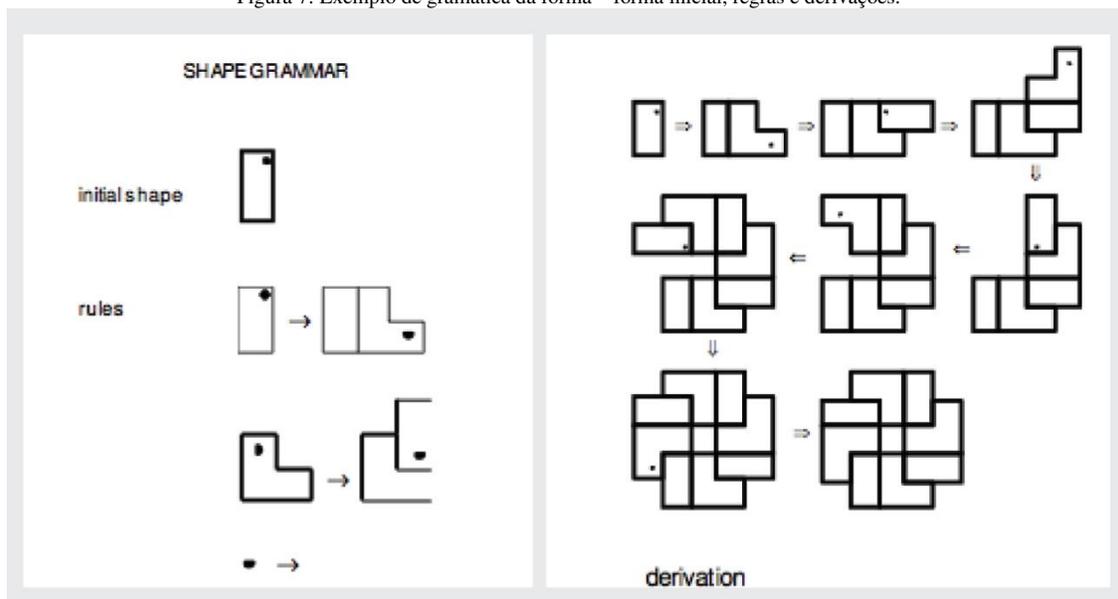
(Fonte: STINY, 1976, p. 430)

- Forma inicial: define-se uma das formas pertencentes ao vocabulário para dar início ao processo de aplicação das regras.

- Marcadores (ou *labels*): este elemento tem a função de reduzir sua ordem de simetria de uma forma, restringindo a maneira como as regras podem ser aplicadas, permitindo também maior controle sobre os resultados.

A gramática<sup>6</sup> apresentada na figura 7, demonstra os elementos que compõem uma Gramática da Forma e algumas possíveis derivações resultantes das iterações, ou seja, aplicação sucessiva de regras sobre a forma inicial selecionada.

Figura 7: Exemplo de gramática da forma – forma inicial, regras e derivações.



(Fonte: KNIGHT, 2011)

Dessa forma, a aplicação de uma regra ocorre em duas etapas: 1. Identifica-se uma sub-forma da composição em andamento idêntica a forma do lado esquerdo da regra que se deseja aplicar; 2. Substitui-se a sub-forma pela forma presente do lado direito da regra. E assim, esse processo é sistematicamente repetido para cada nova regra que se deseja aplicar (CELANI *et al.*, 2006). Frequentemente ocorre a identificação de uma sub-forma resultante da combinação de outras formas, fenômeno denominado: emergência. Knight (2000) define a emergência como a capacidade de reconhecer e, mais importante, de operar em formas que não são pré-definidas em uma gramática. No entanto as formas emergentes surgem, ou são formadas a partir de quaisquer partes das formas geradas por meio das iterações. Outra vantagem do uso de Gramáticas da Forma no processo de design é a diversidade de regras e as diferentes

<sup>6</sup> Esta gramática foi apresentada por Knight (2011) durante a disciplina “*Shape Grammars for Analysis*”, ministrada no programa de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, no verão de 2011.

maneiras de aplica-las em cada passo de uma computação, caracterizando-se como um método de projeto não determinístico.

### **Tipos de gramática**

Após a invenção deste formalismo por Stiny e Gips, foi publicado por Stiny um artigo denominado: “*Two exercises in formal composition*” (1976), que definiu a base para diversas aplicações da Gramática da Forma e seu potencial direcionado para a educação e prática (KNIGHT, 2000). Esse artigo propõe dois exercícios: o primeiro demonstrou o uso da Gramática da Forma para desenvolvimento de composições originais, ou seja, a criação de novas linguagens ou estilos; e o segundo apresentou como a Gramática da Forma pode ser utilizada para analisar linguagens de projeto conhecidos ou existentes (STINY, 1976).

Como um exemplo da criação de uma gramática original, pode-se citar o artigo “*Kindergarten grammars: designing with Froebel's building gifts*”, cuja proposta de Stiny (1980) define uma gramática para desenvolvimento de novos projetos baseados no método do educador alemão - Frederick Froebel - por meio de blocos de construção. Segundo Stiny (1980), usando regras, em substituição a intuição, o designer abandona a dependência da “inspiração criativa” ou do “gênio individual”, permitindo um pensamento claro no processo de projeto e finalmente, questionarmos: “De onde os projetos surgem?” (STINY, 1980).

Segundo Knight (2000), as duas primeiras décadas desde a invenção da Gramática da Forma apresentaram, quase exclusivamente, pesquisas que utilizavam o método para análise de linguagens ou estilos já estabelecidos. A primeira aplicação de uma Gramática da Forma analítica foi desenvolvida por Stiny e apresentada no artigo “*Ice-ray: a note on the generation of Chinese lattice designs*”, em 1977. Esse trabalho também define a primeira gramática paramétrica, demonstrando seu potencial e necessidade da utilização de parâmetros para descrever e gerar linguagens ou estilos de projetos existentes. Ainda que o objetivo desse tipo

de gramática seja analisar linguagens ou estilos já estabelecidos, uma Gramática da Forma de análise deve ser capaz de reproduzir o corpus de pesquisa que serviu como base de dados para a definição das regras da gramática, bem como gerar novos indivíduos que pertençam à mesma linguagem.

Assim, o método da Gramática da Forma representa uma das abordagens que vêm sendo utilizada para a geração sistemática de arranjos espaciais personalizados, inclusive em projetos de habitação de interesse social (DUARTE, 2007; MUSSI, 2011) em resposta à padronização das plantas das habitações, bem como em contraposição à repetição e monotonia no que tange a implantação urbana de áreas habitacionais (DUARTE et al., 2006; PAIO et al., 2011).

## **Objetivos**

Dessa forma, colocamo-nos, as seguintes questões:

- A introdução de métodos de projeto sob uma ótica estruturalista - tais como o projeto paramétrico e a Gramática da Forma - poderiam contribuir no desenvolvimento de estudos de implantação de conjuntos de habitação de interesse social, buscando melhorar a qualidade do espaço construído e áreas externas?

- Considerando estudantes e profissionais de arquitetura, os que foram introduzidos aos métodos de projeto paramétrico e Gramática da Forma apresentaram soluções para os espaços públicos de projetos de conjuntos de HIS mais diversificados e que contribuam para a apropriação desses espaços?

Nesse contexto, esta tese tem como objetivo geral propor um método de projeto para desenvolvimento de implantação urbana em conjuntos de HIS - do ponto de vista

estruturalista da Gramática da Forma - para a geração de espaços comuns e áreas de lazer mais diversificados e testá-lo por meio de *workshops* com estudantes de Arquitetura e Urbanismo.

Isto posto, a presente pesquisa pretendeu contribuir com os seguintes objetivos específicos:

- Analisar a produção de habitação de interesse social por meio do estudo de projetos de conjuntos habitacionais nacionais e internacionais e identificar características do ponto de vista da implantação urbana das casas/blocos habitacionais;

- Identificar aplicações e descrever o uso de métodos paramétricos e da Gramática da Forma para desenvolvimento de projetos de habitação de interesse social e implantação urbana;

- Estudar aplicações da Gramática da Forma em ateliês de projeto e *workshops* como método para desenvolvimento de projetos de habitação;

- Propor o uso da Gramática da Forma como método de projeto para conjuntos habitacionais de interesse social, com foco em sua implantação urbana, no contexto do ateliê de ensino de projeto.

## **Estrutura da tese**

O texto desta pesquisa está organizado em cinco capítulos; os dois primeiros compõem a revisão bibliográfica e os estudos de caso, o terceiro capítulo trata dos instrumentos metodológicos para aplicação do método de projeto proposto e três experiências didáticas, o quarto aborda o desenvolvimento do exercício projetual e o quinto capítulo apresenta as conclusões. Segue abaixo a descrição dos assuntos tratados em cada capítulo:

**Capítulo 1:** Revisão bibliográfica que apresenta a contextualização do tema da habitação de interesse social (HIS) no Brasil e do Programa habitacional Minha Casa, Minha Vida e análise de diversos exemplos de conjuntos de HIS, com foco na implantação urbana, sob a ótica da Gramática da Forma.

**Capítulo 2:** Fundamentação sobre o paradigma da introdução das tecnologias CAD/CAM e abordagens do Projeto Paramétrico, Projeto baseado em regras e a combinação de ambas as abordagens.

**Capítulo 3:** Instrumentos metodológicos para aplicação do método de projeto proposto em ateliê com estudantes de Arquitetura e apresentação de três experiências didáticas realizadas em Portugal, Chile e Brasil.

**Capítulo 4:** Descreve as etapas que constituíram o exercício projetual e avaliação dos resultados.

**Capítulo 7:** São apresentadas as conclusões e desdobramentos da pesquisa.



**Análise de projetos de Habitação de Interesse Social sob a ótica da  
Gramática da Forma**

# **1. Análise de projetos de Habitação de Interesse Social sob a ótica da Gramática da Forma**

O presente capítulo objetiva analisar alguns exemplos significativos de HIS no Brasil e Ibero-américa, utilizando a Gramática da Forma como método analítico. Primeiramente, é apresentada a problemática habitacional no Brasil, com a descrição das principais iniciativas para combatê-la. Em seguida é feita uma revisão da literatura com diversas experiências de uso da Gramática da Forma na análise de projetos de HIS e implantação urbana. Finalmente, são elaborados estudos de diversos conjuntos habitacionais, com o uso da Gramática da Forma, visando propor uma categorização dos principais tipos de implantação observados.

## **1.1. Breve introdução sobre a Habitação de Interesse Social no Brasil**

O desenvolvimento de estudos relativos ao déficit habitacional no país tem sido amplamente difundido por órgãos como a Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades, o Centro de Estatística e Informações da Fundação João Pinheiro (CEI/FJP) e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Esses estudos visam fornecer informações atualizadas, confiáveis e de abrangência nacional para a formulação e redirecionamento de ações e programas; também têm como intuito “subsidiar formuladores de políticas e tomadores de decisões, bem como a comunidade acadêmica, nas questões do desenvolvimento social e urbano” (MAGALHÃES, 2007).

Para tanto, é essencial a definição do conceito de déficit habitacional, enquanto “noção mais imediata e intuitiva de necessidade de construção de novas moradias para a solução de problemas sociais e específicos de habitação detectados em certo momento” (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2011), e seu dimensionamento. A publicação *Déficit Habitacional no Brasil 2008*, desenvolvida pela Secretaria Nacional de Habitação estimou o

déficit de domicílios no país de 5.546 milhões, dos quais 4.629 milhões, ou 83,5%, estão localizados nas áreas urbanas.

A partir da segunda metade do século XX, o problema habitacional no Brasil, intensificado pela explosão territorial das cidades e o agravamento das condições urbanas, tornou urgente a discussão sobre o tema e a definição de novas estruturas para o desenvolvimento de habitação de interesse social de qualidade, a custos acessíveis. Segundo Bonduki (2008), a produção de HIS desenvolvida pelo Banco Nacional de Habitação (BNH), criado após o golpe em 1964, possui importância indiscutível na questão habitacional no Brasil, pois, de fato, foi o único período em que o país desfrutou de uma Política Nacional de Habitação. Esta iniciativa caracterizou-se como uma resposta do governo militar a crise habitacional em um momento de aceleração do crescimento urbano, visando ganhar apoio das massas populares e por outro lado, criar condições de implementar uma política permanente de financiamento para dar sustentação ao setor da construção civil habitacional.

Nesse período, o BNH financiou cerca de 25% das novas moradias construídas e, embora este percentual seja relevante, mostrou-se insuficiente para atender o déficit habitacional brasileiro. Dentre os principais problemas da gestão adotada pelo BNH, pode-se citar: administração autoritária, ausência de participação no desenvolvimento dos programas e projetos, falta de estratégias para incorporar processos alternativos de produção da moradia, criação de grandes conjuntos nas periferias das cidades – originando, dessa forma, “bairros dormitórios” e por fim, “absoluto desprezo pela qualidade do projeto, gerando soluções uniformizadas, padronizadas e sem nenhuma preocupação com a qualidade da moradia, com a inserção urbana e com o respeito ao meio físico” (BONDUKI, 2008). Dessa forma, do ponto de vista qualitativo, a produção desenvolvida pelo BNH, representa resultados expressivos de construção de HIS no Brasil – dos vinte e dois anos de atuação do Sistema Financeiro de Habitação, foram financiadas a construção de 4,3 milhões de unidades novas para a classe média; considerando o período até 2000, pois o SFH continuou em funcionamento após a

extinção do BNH, alcançou-se a quantia de 6,5 milhões de unidades habitacionais (BONDUKI, 2008).

Segundo Bonduki (1994), a história do desenvolvimento de habitação de interesse social no Brasil é marcada por iniciativas precárias, não constituindo uma política habitacional articulada e coerente. No entanto, algumas medidas importantes implementadas pelo governo pontuaram intervenções no que diz respeito ao déficit habitacional no país, são estas: o Decreto-Lei do Inquilinato (1942), cuja proposta previa o congelamento dos aluguéis e regulamentou as relações entre locadores e inquilinos; a criação das carteiras prediais dos Institutos de Aposentadoria e Previdência (IAPs) e da Fundação da Casa Popular, que deram início à produção estatal de moradia subsidiadas e, em parte, viabilizaram o financiamento da promoção imobiliária; e o Decreto-Lei n. 58, que regulamentou a venda de lotes urbanos a prestações.

A produção de habitação desenvolvida pelos IAPs definiu uma importante fase de implantação da arquitetura moderna no Brasil, sendo pioneiros como empreendimentos promovidos pelo poder público. Os conjuntos habitacionais realizados neste período receberam nítida influência da produção habitacional pública na Europa, com marcante vinculação ao movimento moderno, buscando, dessa forma, soluções para viabilizar uma produção massiva de habitação e incorporar equipamentos sociais nos conjuntos. Bonduki (1994) destaca os principais aspectos dessa produção:

- a introdução de blocos de apartamentos unifamiliares padronizados, constituído por vários pavimentos, marcando uma inovação na produção de habitação para trabalhadores no Brasil;

- a introdução de diversas soluções propostas no repertório da arquitetura moderna, como por exemplo: pilotis, implantação racional e cartesiana, utilização da cobertura para atividades recreativas, limpeza de ornamentação de fachadas, etc.;

- a qualidade, solidez e dimensionamento dos apartamentos e casas construídas.

Ao refletir sobre a qualidade dos espaços externos coletivos, Serpa (1997) defende que é preciso desvendar o que está por trás do espaço não construído, das áreas "livres" das edificações, sendo estes, necessários para o entrelaçamento entre os edifícios e as esferas pública e privada, e por fim, responsáveis pela configuração da forma final dos conjuntos habitacionais. Ainda analisa, que é no espaço das ruas, pátios, praças de convívio que as relações cotidianas são vivenciadas e que a qualidade da interação social depende, em grande parte, da concepção do projeto dessas áreas e de sua implantação.

Ao passo que Sant'Anna (1990), ao comentar o resultado do concurso de habitação de interesse social para as áreas do Braz e do Jardim São Francisco, ocorrido em 1990, discute o "dilema da modernidade" enfrentado pelos arquitetos no desenvolvimento das propostas dos conjuntos habitacionais. Debate ainda, sobre a importância do contexto no projeto, contrapondo a dualidade entre os conceitos de *Genius loci* e *Zeitgeist* – o espírito do lugar e o espírito da época, apontando a preocupação em como "resgatar uma arquitetura para a cidade e não para o edifício isolado" e que estimulasse "a vida urbana, valorizasse a rua, a multiplicidade de funções, que celebrasse o cotidiano". O ponto salientado é a contraposição entre a arquitetura - neste caso os conjuntos habitacionais - que surge enquanto ruptura e negação radical do passado – *Zeitgeist*, o "espírito da época" e outra modernidade subjacente, que articula com a memória e o passado – *Genius loci*, o "espírito do lugar". Essa reflexão indica algumas possíveis leituras dos projetos de conjuntos habitacionais no país, uma vez que o espaço externo coletivo é subutilizado e a implantação urbana desses empreendimentos, com

raras exceções, são concebidos como sobras do projeto e isento de significado expressivo enquanto espaço de extensão da habitação.

Dentro desse paradigma, a produção de HIS no Brasil revela um vínculo à lógica modernista da padronização das tipologias, definida para o homem “médio” corbusiano, determinando assim, a forma de projetar e construir moradias ao longo do século XX até os dias atuais. Os arquitetos e projetistas da era industrial defrontavam-se com o problema de responder às exigências das massas, esta, composta por usuários diferentes, com necessidades distintas. No entanto, a estratégia modernista para essa questão, foi utilizar um modelo “ideal” ou “médio” de usuário como base para projetar de eletrodomésticos à habitações. Assim, uma das vantagens proclamadas pela padronização e repetição indefinidamente referia-se a economia de tempo e trabalho intelectual, uma vez que projetar todas as possibilidades individualmente, em resposta às diferenças reais dos usuários, demandava tempo e maior orçamento para desenvolvimento e execução dos projetos (MITCHELL, 2007).

Mitchell (2007) define dois paradigmas de projeto: o primeiro ilustra a produção arquitetônica do século XX - caracterizado como um período em que os arquitetos e projetistas preocupavam-se com a padronização, generalização e repetição, com o intuito de reduzir custos e aumentar a produtividade; e o segundo propõe um novo paradigma para o século XXI - como cenário de uma mudança fundamental no processo de projeto e produção arquitetônica, com ênfase renovada em questões relacionadas ao local, ao indivíduo e à variação promovida em resposta a essa interação. Segundo o autor, essa transformação ocorrerá por meio da utilização das tecnologias da informação aplicadas ao projeto e na construção de edifícios, permitindo dessa forma, uma nova abordagem em relação ao habitat humano e sua concepção.

### **1.1.1. Programa habitacional Minha Casa, Minha Vida**

Segundo a estimativa do Ministério das Cidades (BRASIL, 2011), o déficit habitacional brasileiro, estimado em 2008, é de 5,546 milhões de domicílios. Dentre as iniciativas para combater a demanda de habitações, enfrentar o impacto da crise econômica e dinamizar a indústria da construção civil a partir da geração de empregos, o Governo Federal criou o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), em março de 2009. O programa, em parceria com estados, municípios, empresas e entidades sem fins lucrativos, tem como meta a construção de um milhão de moradias divididas em três grupos – 400 mil unidades habitacionais para famílias de baixa renda (0 a 3 salários mínimos), cerca de 90% do déficit habitacional; 400 mil unidades para as famílias com renda mensal entre 3 e 6 salários mínimos e, por fim, 200 mil unidades para famílias com renda de 6 e 10 salários mínimos<sup>7</sup>. Além disto, os financiamentos para os grupos com renda entre 3 e 10 salários mínimos (valores calculados em março de 2009) passam a ser garantidos por um fundo garantidor – proposto pelo PlanHab – visando viabilizar a concessão de crédito para famílias de média e baixa renda em programas habitacionais (BONDUKI, 2009; ROLNIK, 2010; NARDELLI, 2010).

A Lei 11.977, responsável pela criação do Programa Minha Casa Minha Vida, prioriza a distribuição dos recursos federais aos municípios que implementarem os instrumentos do Estatuto das Cidades voltados ao controle da retenção das áreas urbanas em ociosidade e disponibilizarem terrenos localizados em área urbana consolidada para a implantação de empreendimentos vinculados ao programa. Garantindo, dessa forma, que os empreendimentos de HIS aproveitem e otimizem a infraestrutura existente, estimulando a diversidade de ocupação e a complementaridade de usos e funções (BRASIL, 2010).

---

<sup>7</sup> Segundo Fix e Arantes (2009): o volume de subsídios que mobiliza, 34 bilhões de reais (o equivalente a três anos de Bolsa-Família), para atender a população de 0 a 10 salários mínimos de rendimento familiar, é, de fato, inédito na história do país – nem mesmo o antigo BNH dirigiu tantos recursos à baixa renda em uma única operação.

De acordo com Bonduki (2009), a demanda nos próximos quinze anos, será de 27 milhões de habitações, contudo, o programa elevou a um patamar ótimo os investimentos do governo federal no setor habitacional, uma exigência antiga que os movimentos de moradia reivindicam, aproximando-se da previsão de recursos mais otimista determinada pelo Plano Nacional de Habitação – PlanHab<sup>8</sup> (antigo Plano Nacional de Habitação – PNH).

No entanto, o programa tem obtido melhores resultados nas periferias metropolitanas, priorizando, em sua maioria, a faixa de renda de 3 a 6 salários mínimos, deixando de atender preferencialmente a população mais desprovida de recursos – a classe de menor renda a quem o programa se destina - moradores das grandes cidades cuja alternativa é o adensamento de favelas. Rolnik (2010) defende que devido a grande disponibilidade de crédito e com o avanço da produção habitacional, o preço dos imóveis e dos terrenos nas capitais e regiões metropolitanas aumentou consideravelmente, dificultando a produção de uma unidade entre 50 e 60 mil reais – valor fixado para a faixa de renda mais baixa. Se por um lado, o PMCMV avança conseguindo suprir um mercado que anteriormente não era atendido pelas construtoras – o da classe C - por outro lado, o programa não está suprimindo a maior demanda, concentrada nas classes D e E.

Schimbo (2010) defende que o PMCMV corroborou com um processo de constituição da habitação social de mercado, constituído pelo entrelaçamento entre habitação e setor imobiliário, evidenciando a aproximação entre mercado imobiliário e a política habitacional. Assim, discute a utilização intencional do termo “política imobiliária”, em substituição a definição de uma “política habitacional”, bem como a confusão entre financiamento imobiliário e financiamento habitacional (ROYER, 2009).

---

<sup>8</sup> O PlanHab foi elaborado entre julho de 2007 e janeiro de 2009, sob a coordenação da Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades, com a consultoria do Consórcio PlanHab, formado pelo Instituto Via Pública, Fundação Para a Pesquisa em Arquitetura e Ambiente - FUPAM (Lab-Hab/FAU-USP) e Logos Engenharia (BONDUKI, 2009).

(...) nos últimos anos, o enfrentamento dessas necessidades (habitacionais), ou mesmo do déficit de novas unidades habitacionais, parece ter mudado de função. De meta objetiva das políticas do setor, o ‘combate ao déficit’, expressão largamente utilizada na mídia impressa e televisiva, tem sido utilizado como pretexto para a criação de novos instrumentos de crédito, mais vocacionados à acumulação financeira de capital que à universalização do direito à moradia (ROYER, 2009, p. 21).

Em resumo, é possível afirmar que as políticas de habitação de interesse social no Brasil, na última década, têm se caracterizado pela tentativa de suprir a demanda habitacional por meio do PMCMV. Contudo, a qualidade dos empreendimentos de HIS ainda está distante de incorporar conceitos como flexibilidade, customização, sustentabilidade e diversidade em suas soluções projetuais, – na maioria dos casos – padronizadas, constituindo dessa forma, paisagens monótonas e implantações que em nada contribuem para a interação social.

## **1.2. Experiências de uso da Gramática da Forma para a análise de projetos de HIS e de implantação urbana**

Neste item é apresentada uma revisão da literatura ligada ao uso da Gramática da Forma como instrumento de análise de projetos de HIS e de implantação urbana. Os casos relatados são relevantes porque imediatamente após a criação de uma gramática para analisar projetos existentes, os autores propõem sua aplicação para a geração de novos projetos que incorporam as características dos primeiros.

Um exemplo dessa aplicação é a Gramática da Forma desenvolvida por José Pinto Duarte, em sua tese de doutorado intitulada “Personalizar a habitação em série: Uma Gramática Discursiva para as Casas da Malagueira do Siza”, baseada no projeto habitacional do bairro da Quinta da Malagueira, localizado na cidade de Évora, em Portugal.

No trabalho desenvolvido por Duarte, utiliza-se a Gramática da Forma, primeiramente com objetivos analíticos e posteriormente como gramática original<sup>9</sup>, no desenvolvimento de um sistema computacional para a geração de habitações personalizadas baseadas no projeto do bairro da Malagueira desenvolvido pelo arquiteto Álvaro Siza. A gramática analítica tem sido empregada em geral para descrever ou analisar estilos históricos ou linguagens de projetos de arquitetos do passado; no entanto, neste trabalho, a gramática foi utilizada para descrever um projeto em evolução, realizado por um arquiteto vivo (DUARTE, 2007).

O bairro da Malagueira foi planejado como uma extensão da cidade de Évora, constituindo um projeto de urbanização de engloba 1200 habitações, composto por mais de 35 plantas diferentes. Siza desenvolveu um esquema com a definição de um conjunto de regras para a geração de plantas personalizadas; contudo, este processo se mostrou de difícil implementação entre o arquiteto e seus colaboradores, uma vez que as regras nunca foram sistematizadas explicitamente para facilitar transmitir as definições para sua equipe. Outras dificuldades foram encontradas, como a representação do universo de soluções a partir da utilização de meios de projeto tradicionais e a pouca exploração do potencial do sistema para gerar habitações personalizadas (DUARTE, 2007).

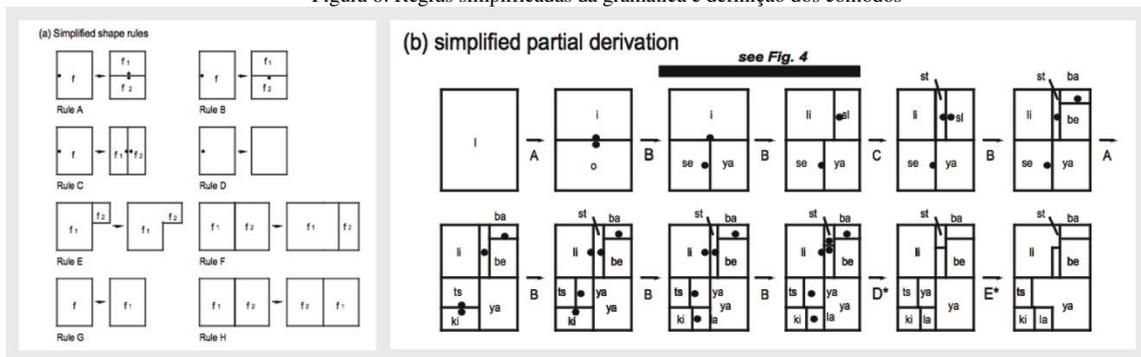
As regras para geração de uma habitação pertencente à linguagem da Malagueira foram compostas, resumidamente, pela manipulação de retângulos usando regras para seccionar, conectar e estender retângulos, bem como regras para atribuir e alterar funções relacionadas a elas. A definição do layout básico a partir da aplicação dessas regras consistiu

---

<sup>9</sup> Segundo Duarte (2007), as gramáticas originais concernem a criação, de raiz, de novos estilos de projetos e não foram exploradas profundamente como o uso da gramática da forma em estudos analíticos. O primeiro estudo que propôs o uso de gramáticas em projetos criativos foi desenvolvido por Stiny (1980) baseado no método de educação infantil de Frederick Froebel no artigo: “*Kindergarten grammars: designing with Froebel's building gifts*”.

em duas etapas: a primeira, divide o lote em 4 zonas funcionais – pátio, estar, serviço e dormitórios – obtendo-se assim um padrão básico, posteriormente adiciona-se a escadaria, definindo-se um padrão de escada e uma tipologia habitacional. A segunda etapa divide as zonas funcionais em quartos, originando o layout, os marcadores “fn” definem as funções de cada cômodo, conforme figura 8 (DUARTE, 2003).

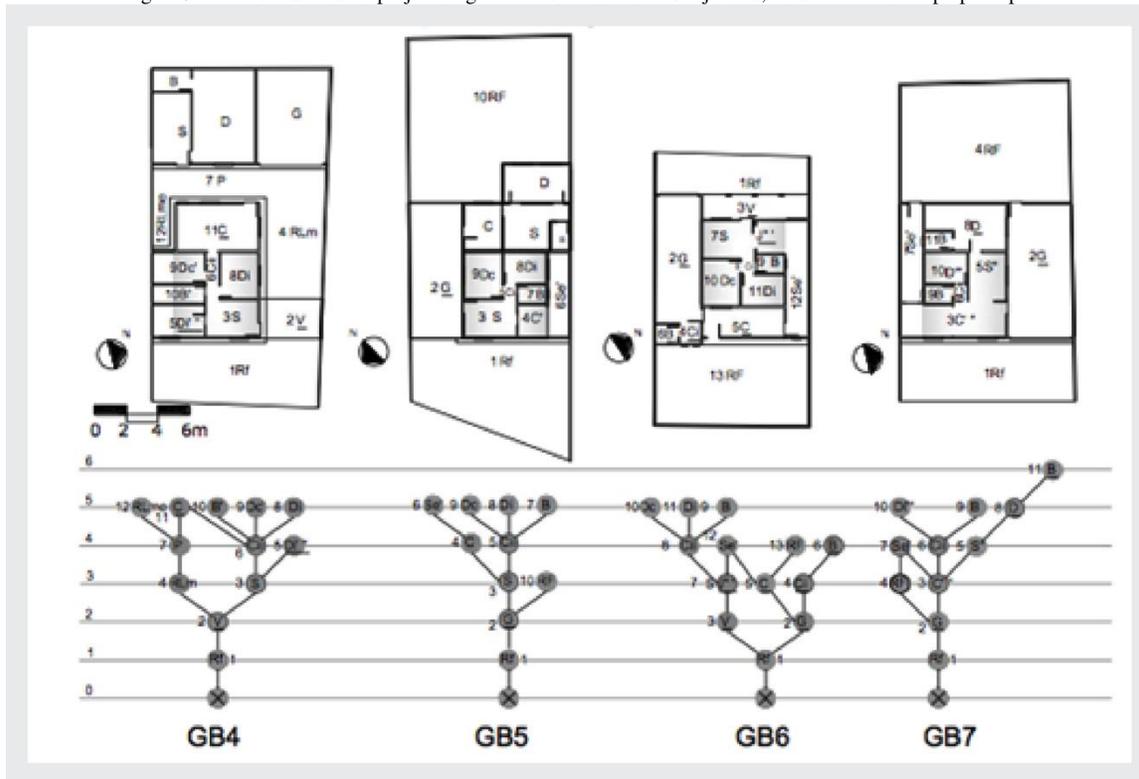
Figura 8: Regras simplificadas da gramatica e definição dos cômodos



(Fonte: DUARTE, 2003)

Outra aplicação do método da Gramática da Forma para a análise de projetos de habitação de interesse social foi desenvolvida por Mussi (2011) intitulada “Projeto de HIS Evolutiva: Gramática da Forma para Ampliação da Unidade Habitacional Mínima”. Essa pesquisa propõe que um modelo descritivo pode definir as alterações que a HIS sofre após a entrega a seus moradores, uma vez que estas modificações são de ordem quantitativa (aumento da metragem quadrada), como qualitativa (modificações de layout e fachada). A partir dessa análise, pode-se alcançar um processo iterativo para a geração de combinações para ampliar da unidade habitacional. A investigação visa estruturar uma metodologia constituída pela utilização da Gramática da Forma e Sintaxe Espacial para suporte a arquitetos/projetistas, aumentando o grau de previsibilidade na ampliação de um dado projeto de HIS. Contribuindo, dessa forma, na definição de diretrizes textuais e gráficas para o desenvolvimento de projetos de HIS evolutivas (Figura 9).

Figura 9: Plantas e Grafos do projeto original e das amostras de Guajuviras, considerando o corpo principal

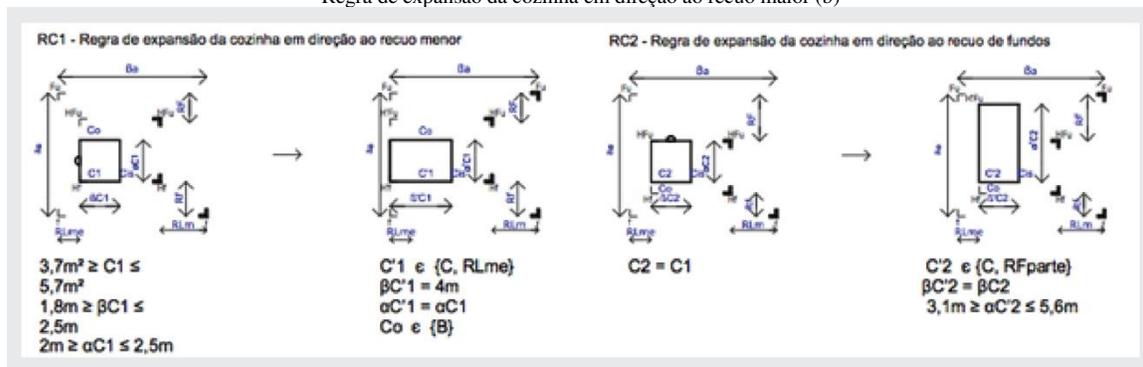


(Fonte: MUSSI, 2011)

Mussi (2011) propõe o uso da Gramática da Forma com os seguintes objetivos: a) como estratégia para definição das regras de concepção do projeto arquitetônico da ampliação dimensional da unidade mínima de HIS; b) como facilitadora para promover a incorporação do usuário no processo projetual; c) como ferramenta que possibilitará a personalização da unidade habitacional em série. No estudo analisado, foram apresentados resultados preliminares do desenvolvimento da tese de doutoramento da pesquisadora, sendo assim, constituiu-se de uma amostra das regras desenvolvidas para o compartimento da cozinha de uma unidade habitacional. Primeiramente foram extraídas as regras de ampliação da cozinha a partir da análise das plantas de 12 estudos de caso, localizados no bairro Guajuviras em Canoas, Brasil.

Assim, foram analisadas as dimensões mínimas e máximas de cada compartimento com sua função específica, para possibilitar o estabelecimento do intervalo de variação que cada dimensão poderia sofrer, permitindo sua parametrização. Após essa etapa foram definidos 4 grupos de regras para cada compartimento, que se referem a: 1) Expansibilidade deste compartimento com acréscimo de área total da HIS; 2) Alteração interna sem acréscimo de área total; 3) Adição deste compartimento com adjacência a HIS existente; 4) Adição deste compartimento, de maneira isolada da HIS existente (MUSSI, 2011). Este mesmo procedimento foi adotado para todos os compartimentos expandidos ou adicionados nas plantas das amostras do estudo de caso. Contudo, neste trabalho foram apresentadas apenas as regras da Gramática da Forma para a cozinha (figura 10).

Figura 10: Regra de expansão da cozinha em direção ao recuo menor (a) e Regra de expansão da cozinha em direção ao recuo maior (b)



(Fonte: MUSSI, 2011)

Ainda que as propostas para aplicação da Gramática da Forma em projetos de HIS descritas nos trabalhos de Duarte (2003; 2007) e Mussi (2011) sejam bastante distintas - enquanto a primeira utiliza o método para analisar as tipologias habitacionais da Malagueira e definir regras para composição de outros exemplares da mesma linguagem, constituindo dessa forma, uma gramática analítica e original; e a segunda abordagem tenha como objetivo o uso da Gramática da Forma para definição de regras que contribuirão no desenvolvimento de uma HIS evolutiva; ambas as abordagens demonstraram ser estratégias de projetos viáveis - em diferentes contextos: internacional e nacional - compartilhando de alguns paradigmas

semelhantes, como por exemplo, a questão da personalização das unidades habitacionais, a otimização do processo de projeto de habitações populares por meio do uso da Gramática da Forma e a exploração de alternativas e ferramentas que possibilitem a introdução do conceito de flexibilidade em HIS.

Outro exemplo de utilização da Gramática da Forma para analisar um tipo específico de implantação urbana foi desenvolvido por Duarte et al. (2006), cuja pesquisa teve como objetivo criar uma Gramática da Forma urbana paramétrica baseada no quarteirão Zaouiat Lakhdar, da Medina de Marrakech, em Marrocos (Figura 11). O sistema resultante possibilitou capturar principais características do tecido urbano existente e aplicá-las no contexto contemporâneo. A gramática gerada permitia auxiliar projetistas, a partir de uma ferramenta computacional, na concepção de planejamentos urbanos que preservavam princípios tradicionais em termos espaciais e de composição, satisfazendo as exigências contemporâneas.

Figura 11: Vista aérea e planta de Zaouiat Lakhdar - bairro selecionado como estudo de caso

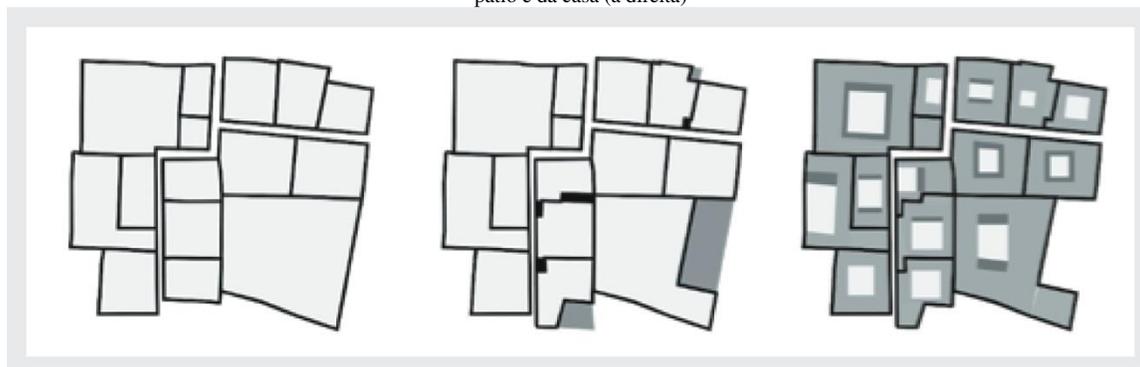


(Fonte: DUARTE et al., 2006)

A metodologia foi constituída a partir de uma análise espacial histórica e trabalho de campo para identificação de três sub-gramáticas, cujo desenvolvimento se mostrou necessário para codificar a complexidade do ambiente urbano pré-existente: 1. gramática urbana – responsável pelo layout dos “derbs” e a definição dos lotes; 2. gramática da habitação – cujas regras representam a organização funcional das casas e 3. gramática de negociação – composta

por regras que serviram de mediador entre as outras duas gramáticas, regulando a permutação dos espaços entre os lotes adjacentes de acordo com as necessidades de seus proprietários (DUARTE et al., 2006) (Figura 12).

Figura 12: Os três estágios alcançados pelas sub-gramáticas: gramática urbana (à esquerda), gramática de negociação (centro) e gramática do pátio e da casa (à direita)



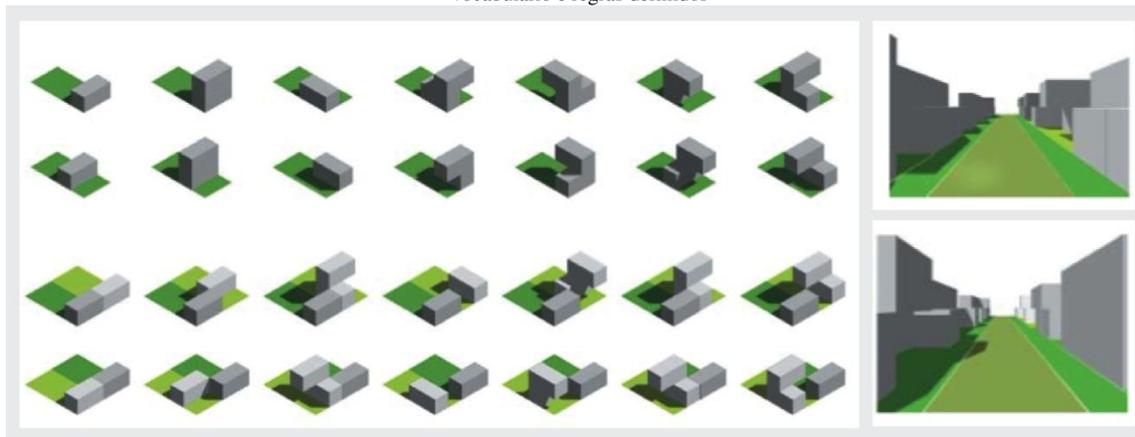
(Fonte: DUARTE et al., 2006)

A partir do desenvolvimento do modelo computacional do bairro Zaouiat Lakhdar, a pesquisa objetivou também contribuir com o uso desta ferramenta no planejamento e projeto de novos bairros que possuam características espaciais semelhantes, propondo ainda melhorias do ponto de vista ambiental. Os futuros desenvolvimento desta pesquisa pretende incluir um algoritmo genético para definição de um sistema generativo de projeto que executa uma busca direcionada para otimização dos padrões de planejamento urbano.

Celani et al. (2005) descrevem no artigo *Generative Design Systems for Housing - An outside-in approach*, um experimento cujo objetivo era implementar um sistema computacional de projeto generativo denominado OIDS (*outside-in design system*), a partir do conceito de uma abordagem “de fora para dentro”. A ferramenta possibilitaria a visualização de características locais naturais e dos bairros vizinhos existentes, contribuindo e otimizando tomadas de decisão dos projetistas na avaliação dessas variáveis, bem como a automatização de procedimentos que demandam muito tempo se executados manualmente, como por exemplo, a definição de ruas em uma área inclinada, com a inclinação mínima possível, ou divisão de áreas irregulares em partes iguais.

A fase inicial do sistema computacional subdivide as parcelas irregulares em áreas de tamanho igual e nas fases posteriores outras variáveis ambientais são abordadas, como por exemplo, a orientação solar e direção dos ventos predominantes (CELANI et al., 2005). Assim, o sistema generativo objetiva incentivar e facilitar a introdução de abordagens mais orgânicas relacionadas a implantação de habitações (Figura 13), questionando, dessa forma, quais são os principais elementos determinantes na geração do espaço construído e como torná-los mais humanizados e sustentáveis, a partir de implantações que incentivem as relações de vizinhança, a identidade enquanto conjunto, a conexão entre as unidades habitacionais e a apropriação das áreas comuns pelos moradores.

Figura 13: Diferentes unidades habitacionais (vocabulário) e possíveis relacionais de vizinhança. Alternativas de clusters gerados a partir do vocabulário e regras definidos



(Fonte: CELANI et al., 2005)

A pesquisa desenvolvida por Paio e Turkienicz (2010), sugere que as cidades históricas portuguesas foram baseadas em um processo de conhecimento estruturado a partir de onde é possível inferir uma gramática urbana paramétrica, como também construir um modelo computacional capaz de gerar uma gramática urbana portuguesa proporcionalmente simétrica e planimétrica. O trabalho propõe o desenvolvimento de uma ferramenta denominada *UrbanGENE* (Figura 14), focada na produção de representações urbanas, permitindo ao usuário interagir com os princípios genéticos e generativos do planejamento

urbano histórico de Portugal – século XVI a XVIII – bem como sua introdução no ensino e aprendizagem de urbanismo na formação de arquitetos.

Figura 14: Printscreens da interface da ferramenta UrbanGENE



(Fonte: PAIO; TURKIENICZ, 2010)

A primeira etapa consistiu na análise do Corpus composto por 30 tratados portugueses (geometria prática, a arquitetura militar, engenharia militar, etc) e uma amostra de 75 cartografias urbanas históricas de Portugal (Figura 15), definindo-se, dessa forma, os princípios genéticos e generativos do urbanismo português. O conhecimento adquirido no levantamento dos tratados confirmou a configuração de estruturas geométricas proporcionais juntamente com as características invariantes de muitos sistemas urbanos planimétricos portugueses. Dessa forma, foi desenvolvida uma Gramática da Forma paramétrica que

especifica a geração de cada projeto em sua linguagem e classifica-o em esquemas de tipos básicos apresentados nos tratados portugueses (PAIO; TURKIENICZ, 2010).

Figura 15: Corpus composto por 30 tratados portugueses) e 75 cartografias urbanas históricas de Portugal - século XVI a XVIII



(Fonte: PAIO; TURKIENICZ, 2010)

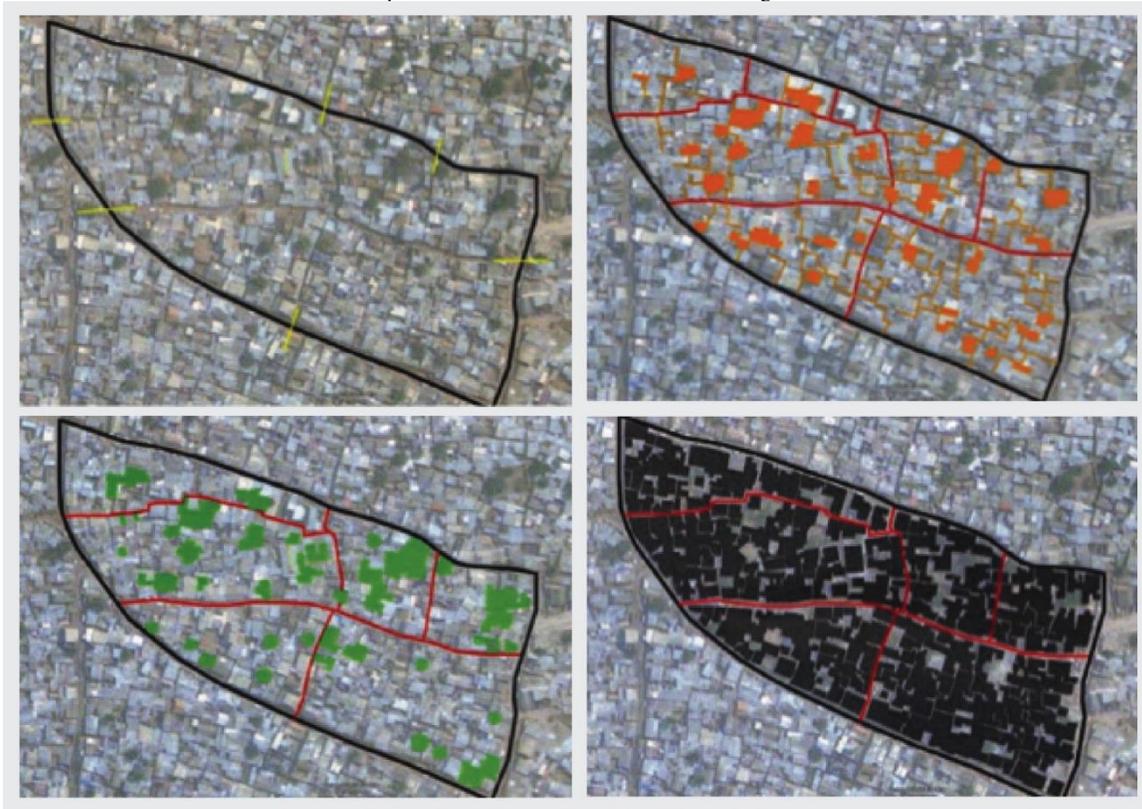
Posteriormente, Paio et al. (2011), iniciaram um projeto denominado “*Emerg.cities4all*” com o objetivo de desenvolver um sistema generativo para suporte a tomada de decisão relacionada a planejamento urbano das cidades e habitações para populações de baixa renda, utilizando o método da Gramática da Forma. Essa implementação da gramática multiagente permite analisar as dinâmicas culturais, sociais e espaciais envolvidas na gênese dos assentamentos informais - como, por exemplo, as favelas - e usá-las para gerar morfologias urbanas contemporâneas humanizadas, bem como possibilitar a geração automatizada de projetos considerando diferentes tipos de usuários: urbanistas, arquitetos e usuários finais.

O estudo de caso escolhido para análise do projeto “*Emerg.cities4all*”, foi o musseque<sup>10</sup> Marçal, localizado a Oeste da cidade de Luanda, na Angola, devido a sua característica organização espacial de favela (Figura 16). Através dessa análise foi possível inferir regras e lógicas humanizadas para posterior implementação em um sistema computacional.

---

<sup>10</sup> Musseque: designação dada aos bairros dos arredores de Luanda.

Figura 36: Musseque Marçal, localizado a Oeste da cidade de Luanda, na Angola - Exercício desenvolvido por estudantes da disciplina Gramática da Forma e Ferramentas Digitais



(Fonte: PAIO et al., 2011)

As soluções relacionadas ao planejamento urbano para HIS, em sua maioria, são baseadas em repetições uniformes das plantas das unidades habitacionais que não consideram a diversidade de usuários e dos modos de vida contemporâneos, bem como subutilizam conceitos como flexibilidade, multifuncionalidade e sustentabilidade na concepção de moradias. Dessa forma, o projeto proposto por Paio et al. (2011) objetiva desenvolver soluções personalizadas, modulares, adaptáveis e acessíveis para as questões relacionadas ao planejamento e projeto de HIS a partir de uma ferramenta computacional generativa baseada no método da Gramática da Forma.

### **1.3. A Gramática da Forma aplicada para análise de implantação urbana de conjuntos de HIS**

Nesta sessão são analisados diversos exemplos de conjuntos de HIS, com foco na implantação urbana, sob a ótica da Gramática da Forma. O objetivo foi identificar as regras compositivas normalmente utilizadas por projetistas na implantação dos blocos ou unidades habitacionais. Finalmente, é proposta uma categorização dos principais tipos de implantação urbana encontrados nos casos analisados.

#### **1.3.1. Estudos de caso: Concurso “Habitação para todos” CDHU/IAB – SP**

Os projetos premiados no concurso “Habitação para todos” foram escolhidos para esta análise por se tratar de um dos exemplos mais recentes de propostas para habitação social no Brasil. O fato desses projetos terem sido premiados comprova que as soluções neles contidas foram consideradas como as melhores por especialistas na área. Embora o título do concurso focasse na questão de novas tipologias para a habitação social, um dos itens avaliados era a implantação das unidades no terreno, tema de interesse desta pesquisa.

O concurso “Habitação para todos/Concurso Público Nacional de Projeto de Arquitetura de Novas Tipologias para Habitação de Interesse Social Sustentáveis” foi lançado em março de 2010, com o objetivo de propor novas soluções para o problema habitacional brasileiro, visando a melhoria da qualidade dos empreendimentos de HIS com ênfase na Sustentabilidade e Desenho Universal. Este foi promovido pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo – CDHU e organizado pelo Instituto de Arquitetos do Brasil – IAB, Departamento de São Paulo. Sobre o concurso, o

Termo de Referência desenvolvido pelo CDHU e divulgado juntamente com o edital do concurso define os objetivos:

No momento está criada uma nova oportunidade tanto para a sociedade, quanto para a arquitetura nacional, quando é chegada a hora, não já sem tempo, de se criar, a partir de novas concepções de profissionais do mercado, padrões tipológicos com vistas a enriquecer o acervo técnico desta Companhia, para que assim a empresa possa diversificar seu acervo de projetos e contribuir para a construção de uma cidade mais humana e múltipla na sua forma e conteúdos urbanos (CDHU, 2010, p. 4).

Os critérios utilizados para avaliação dos projetos, conforme divulgado no site do IAB-SP foram os seguintes (IAB, 2010):

- Implantação no terreno – verificação das possibilidades de implantação no terreno da proposta, considerando: morfologia (acomodação ao perfil natural do terreno), orientação geográfica e clima;
- Programa de necessidades – criatividade, objetividade e clareza em seu atendimento; atenção às áreas necessárias aos diversos ambientes e às volumetrias recomendáveis;
- Legislação de edificação e normas gerais – atenção e cumprimento à legislação de edificações vigente na cidade de São Paulo;
- Acessibilidade – respeito à legislação geral que dispõe sobre as facilidades para as pessoas com deficiências físicas diversas; soluções integradas e harmônicas com as utilizadas pelos demais usuários;
- Técnica construtiva – sistema estrutural; sistemas de instalações prediais e especiais; sistema construtivo; entrosamento entre os sistemas e elementos técnicos do

conjunto arquitetônico; critério e lógica na escolha das especificações gerais; materiais de acabamento efetivamente necessários e justificáveis; cuidados de projeto contra incêndio e facilitação de fuga em caso de sinistro; economicidade e exequibilidade;

- Conforto ambiental – sistemas naturais de ventilação, de iluminação, de redução de carga térmica e de proteção acústica; sistemas artificiais de iluminação;

- Harmonia e proporção do conjunto arquitetônico;

- Contribuição à tecnologia, à sustentabilidade e à ecologia.

Dessa forma, buscou-se analisar a produção do concurso, em particular os projetos premiados como 1.º e 2.º colocados em cada categoria. As tipologias habitacionais foram organizadas de acordo com o edital do concurso, abrangendo seis categorias: “Casas Térreas”, “Casas Escalonadas”, “Casas Assobradadas”, “Edifícios de Três Pavimentos”, “Edifícios de Quatro e Cinco Pavimentos” e “Edifícios de Seis e Sete Pavimentos”, avaliados por um júri constituído pelos arquitetos: Hector Vigliecca (IAB /SP), Cesar Dorfman (IAB/RS), Celso Sampaio (IAB/SP), Berthelina Alves Costa (IAB/SP), Moyses Aldo do Nascimento (CDHU), Fabio Arantes Aquino Leme (CDHU), Paulo Lisboa (CBCS).

Assim, a análise dos prêmios principais de cada categoria, teve como objetivo organizar informações referentes às soluções projetuais no âmbito do habitar contemporâneo brasileiro - principalmente no que tange a questão da implantação urbana em conjuntos habitacionais de interesse social. Este exercício também propôs a criação de regras compositivas simplificadas baseadas na proposta de implantação de cada projeto, para comparação da complexidade das regras na definição da qualidade dos espaços externos e áreas comuns.

### **1.3.1.1. Análise dos projetos**

A partir do estudo da bibliografia e da coleta de dados sobre os projetos, foi desenvolvida uma análise dos estudos de caso, conforme o procedimento descrito a seguir:

a) Organização das informações: definiu-se uma padronização para apresentar os dados sobre cada estudo de caso. O quadro de informação foi constituído pelos seguintes dados:

- categoria do concurso em que o projeto está inserido: “Casas Térreas”, “Casas Escalonadas”, “Casas Assobradadas”, “Edifícios de Três Pavimentos”, “Edifícios de Quatro e Cinco Pavimentos” e “Edifícios de Seis e Sete Pavimentos”, de acordo com sua categoria edilícia;

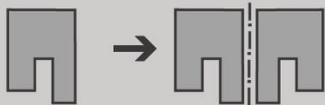
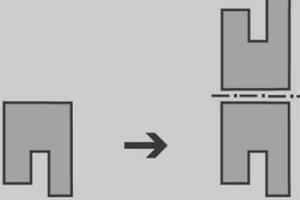
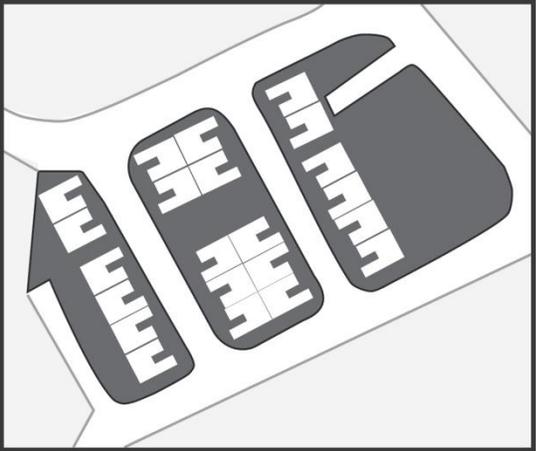
- ficha técnica da equipe de projeto: autores (arquiteto/escritório), colaboradores/equipe e consultores (quando houver).

- colocação na categoria: 1.º ou 2.º Prêmio.

- regras para implantação: a partir da análise dos dados de cada projeto - plantas, perspectivas e prancha de implantação de cada projeto, foram inferidas regras simplificadas para definição da implantação das unidades habitacionais ou blocos na composição do conjunto habitacional proposto.

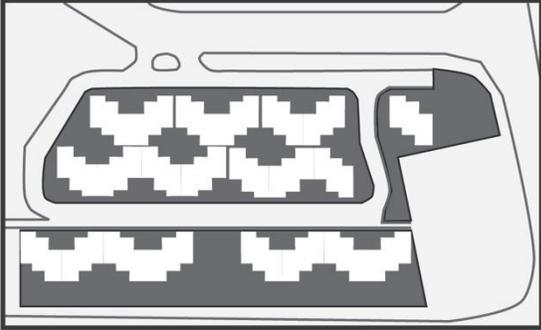
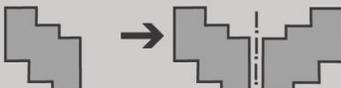
Segue abaixo os quadros de informação dos projetos vencedores de cada categoria do concurso (Figuras 17 a 28):

Figura 4: Informações do projeto - 1.º Prêmio – Categoria: Casas Térreas

Concurso Habitação para todos - CDHU/IAB	
Categoria - Casas térreas	
ficha técnica	projeto
<p>Autores: Gustavo dos Santos Corrêa Tenca, Giuliano Augusto Pelajo, Inácio Cardona e Érica Cristina Rodrigues Souza Equipe: Saulo Feliciano</p> <p>Colocação: 1º Prêmio Quantidade de Unidades/hectare: 70 un/ha</p>	
regras para implantação	
<p>vocabulário de formas:</p> 	
<p><b>Regra 1:</b></p> 	
<p><b>Regra 2:</b></p> 	
<p><b>Regra 3:</b></p> 	<p>Perspectivas</p>
<p><b>Regra 4:</b></p> 	
	<p>Implantação</p>

(Fonte: MENDES et al., 2013)

Figura 5: Informações do projeto - 2.º Prêmio – Categoria: Casas Térreas

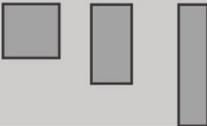
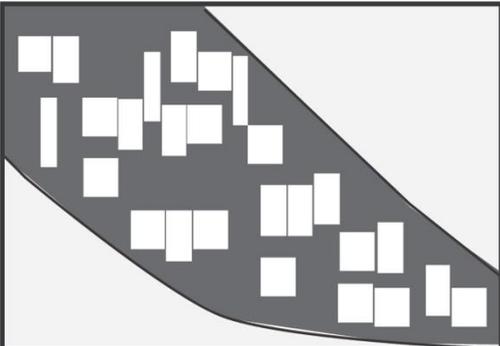
<b>Concurso Habitação para todos - CDHU/IAB</b>	
<b>Categoria - Casas térreas</b>	
<b>ficha técnica</b>	<b>projeto</b>
<p>Autoras: Adriana Blay Levisky</p> <p>Coordenadores: José Eduardo Borba, Cristiano Aprigliano e Renata Gomes</p> <p>Consultores: César Pereira Lopes, Paulo Vinícius Jubilut</p> <p>Equipe/Team: Lilian Braga, Raquel Abdian, Tatiana Antonelli, Vivian Hori, Reinaldo Ramos Queiroz, Caio Belleza e Daniel Maekawa</p> <p>Colaboradoras: Lígia Gonçalves e Amanda Cassone</p> <p>Quantidade de Unidades/hectare: 115 un/ha</p> <p>Colocação: 2º Prêmio</p>	 <p>Perspectiva</p>
<b>regras para implantação</b>	 <p>Perspectiva</p>
<p>vocabulário de formas:</p> 	<p>Fonte: <a href="http://piniweb.pini.com.br/construcao/arquitetura/concurso-habitacao-para-todos-realizado-pela-cdhu-e-iab-sp-divulga-185616-1.aspx">http://piniweb.pini.com.br/construcao/arquitetura/concurso-habitacao-para-todos-realizado-pela-cdhu-e-iab-sp-divulga-185616-1.aspx</a></p>
<p><b>Regra 1:</b></p> 	 <p>Implantação</p>
<p><b>Regra 2:</b></p> 	
<p><b>Regra 3:</b></p> 	
<p><b>Regra 4:</b></p> 	

(Fonte: MENDES et al., 2013)

Figura 19: Informações do projeto - 1.º Prêmio – Categoria: Casas Escalonadas

## Concurso Habitação para todos - CDHU/IAB

### Categoria - Casas escalonadas

ficha técnica	projeto
<p>Autores: Augusto Aneas, Fernão Morato e Guilherme G. Ortenblad                      Consultores: Mauro Zaidan e Werner Sobek (Jorg Spagenberg)                      Quantidade de Unidades/hectare: 60 un/ha</p> <p>Colocação: 1º Prêmio</p>	 <p style="text-align: center;">Perspectiva - implantação</p>
regras para implantação	
<p>vocabulário de formas: </p>	
<p><b>Regra 1:</b> <math>\emptyset</math> → </p> <p><b>Regra 2:</b>  → </p> <p><b>Regra 3:</b>  → </p> <p><b>Regra 4:</b>  → </p> <p><b>Regra 5:</b>  → </p> <p><b>Regra 6:</b>  → </p> <p><b>Regra 7:</b>  → </p>	 <p style="text-align: center;">Perspectiva - unidade habitacional</p>  <p style="text-align: center;">Implantação</p>

(Fonte: MENDES et al., 2013)

Figura 20: Informações do projeto - 2.º Prêmio – Categoria: Casas Escalonadas

**Concurso Habitação para todos - CDHU/IAB**  
**Categoria - Casas escalonadas**

**ficha técnica**

Autores: Maria S. Boechat Cordeiro, Peter Malaga e Martin Lukac

Quantidade de Unidades/hectare: 50 un/ha

Colocação: 2º Prêmio

**regras para implantação**

vocabulário de formas:



**Regra 1:**  $\emptyset$  → 

**Regra 2:** 

**Regra 3:** 

**Regra 4:** 

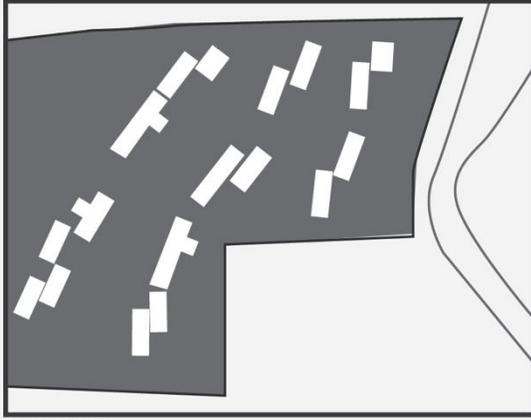
**Regra 5:** 

**Regra 6:** 

**projeto**



**Perspectivas**



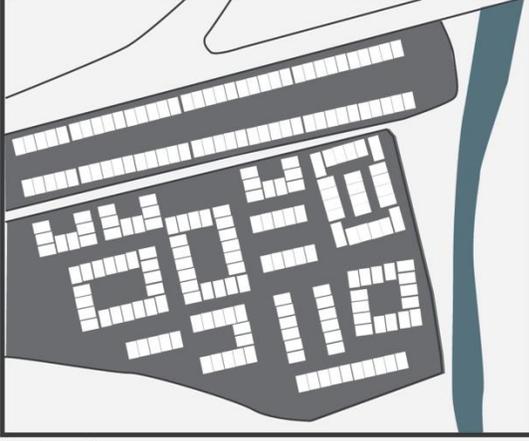
**Implantação**

(Fonte: MENDES et al., 2013)

Figura 21: Informações do projeto - 1.º Prêmio – Categoria: Casas Assobradadas

## Concurso Habitação para todos - CDHU/IAB

### Categoria - Casas assobradadas

ficha técnica	projeto
<p>Autor: Carlos Cesar Arcos Ettin</p> <p>Coordenadores: José Maria de Lapuerta Montoya e Paloma Campo Ruano</p> <p>Consultor: Fepresa pré-fabricados</p> <p>Equipe: Fernando Botton, Alberto Garcia Jiménez, Beatriz Martinez González, Guilherme Sicre, Jorge Romera Herrero, Luis Moranta Sastre, Magdalena Sakowicz, Marta Renom Carbonel, Elena Tejeiro Medina e Rodrigo Rieiro Diaz Jeremy Rey</p> <p>Quantidade de Unidades/hectare: 110 un/ha</p> <p>Colocação: 1º Prêmio</p>	  <p style="text-align: center;">Perspectivas</p>
regras para implantação	
vocabulário de formas:	
<p>Regra 1: <math>\emptyset</math> → </p> <p>Regra 2:  → </p> <p>Regra 3:  → </p> <p>Regra 4:  → </p> <p>Regra 5:  → </p>	 <p style="text-align: center;">Implantação</p>

(Fonte: MENDES et al., 2013)

Figura 22: Informações do projeto - 2.º Prêmio – Categoria: Casas Assobradadas

**Concurso Habitação para todos - CDHU/IAB**  
**Categoria - Casas assobradadas**

---

**ficha técnica**

Autores: Carolina Neuding Afif Domingos, Kelly Lorenzetti Tiroli, Leonardo Nakaoka Nakandakari e Vanessa Cassettare  
 Coordenador: Leonardo Nakaoka Nakandakari  
 Consultores: Accacio Gomes de Mello Jr e Fernando Ruzene  
 Equipe: Joan Font e Nádia Manssur

Quantidade de Unidades/hectare: 30 un/ha

Colocação: 2º Prêmio

**projeto**



---

**regras para implantação**

vocabulário de formas: 

**Regra 1:**  $\emptyset \rightarrow$  

**Regra 2:**   $\rightarrow$  

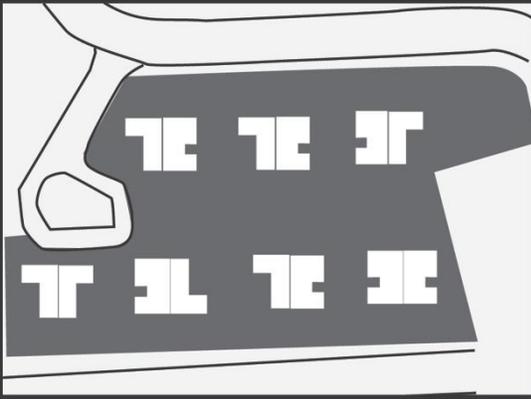
**Regra 3:**   $\rightarrow$  

**Regra 4:**   $\rightarrow$  

**Regra 5:**   $\rightarrow$  



**Perspectivas**

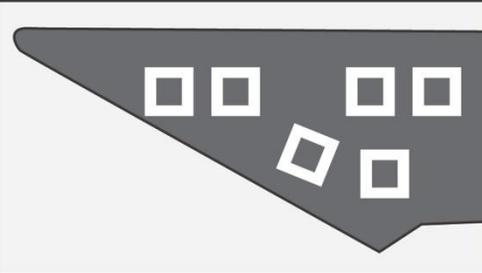
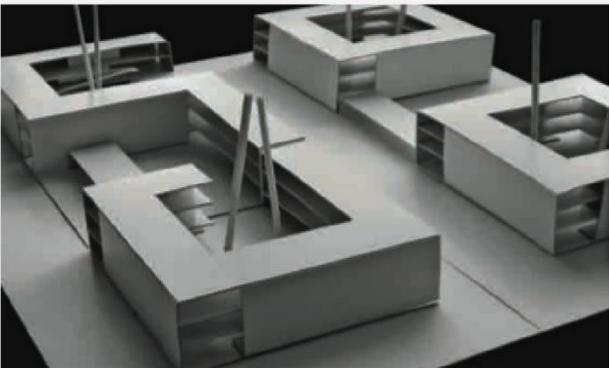


**Implantação**

(Fonte: MENDES et al., 2013)

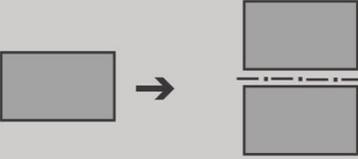
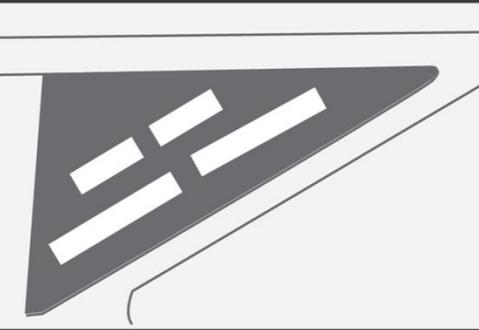
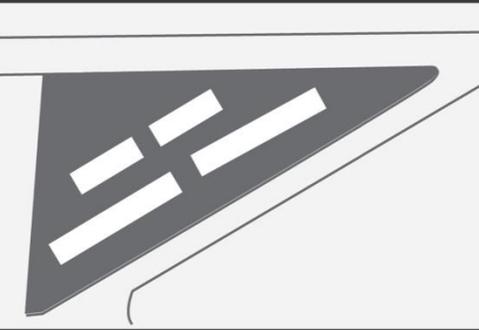
45

Figura 23: Informações do projeto - 1.º Prêmio – Categoria: Edifícios de 3 pavimentos

Concurso Habitação para todos - CDHU/IAB Categoria - Edifícios de 3 pavimentos	
<b>ficha técnica</b> Autores: Monica Drucker e Ruben Otero  Consultor: Pedro Teleki Equipe: Ignacio Errandonea, Victor Minghini, Roni Ebina, Federico López Ortega, Rebeca Swann e Stefanni Paulla.  Quantidade de Unidades/hectare: 290 un/ha  Colocação: 1º Prêmio	<b>projeto</b>   <b>Perspectiva</b>  <b>Estudo volumétrico</b>  <b>Implantação</b>
<b>regras para implantação</b> <b>vocabulário de formas:</b>  <b>Regra 1:</b>   <b>Regra 2:</b>   <b>Implantação</b>	

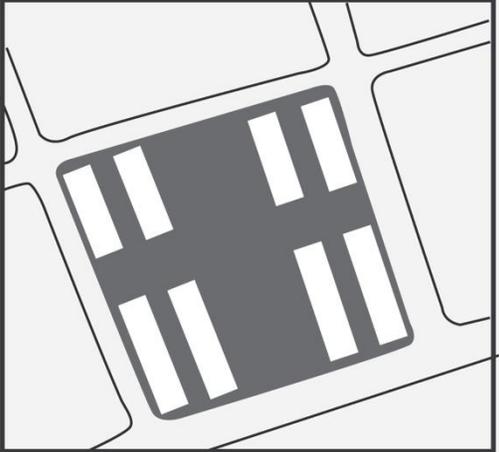
(Fonte: MENDES et al., 2013)

Figura 24: Informações do projeto - 2.º Prêmio – Categoria: Edifícios de 3 pavimentos

Concurso Habitação para todos - CDHU/IAB Categoria - Edifícios de 3 pavimentos	
<p><b>ficha técnica</b></p> <p>Autores: Pascoal Mario C. Guglielmi, Pedro R. Guglielmi e Eugenio A. Conte</p> <p>Consultores: Marcia Mikai Junqueira Oliveira, Luciana Schwandner Ferreira, Caio Frascino Cassaro, Lucelino C. Laranjeira e Eduardo Ronchetti Castro</p> <p>Equipe: Leticia Ribeiro Guglielmi e Gabriel César e Santos</p> <p>Quantidade de Unidades/hectare: 200 un/ha</p> <p>Colocação: 2º Prêmio</p>	<p><b>projeto</b></p>  
<p><b>regras para implantação</b></p>	
<p><b>vocabulário de formas:</b></p> 	
<p><b>Regra 1:</b></p> 	
<p><b>Regra 2:</b></p> 	
<p><b>Perspectivas</b></p>  <p>MORADIA INDIVIDUAL + HABITAÇÃO COLETIVA = MORADIA COLETIVA INDIVIDUALIZADA</p>	
<p><b>Infográfico</b></p> 	
 <p><b>Implantação</b></p>	 <p><b>Implantação</b></p>

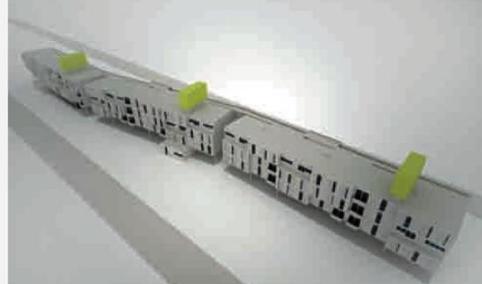
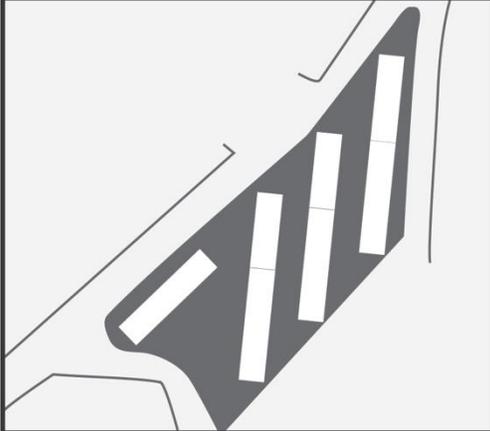
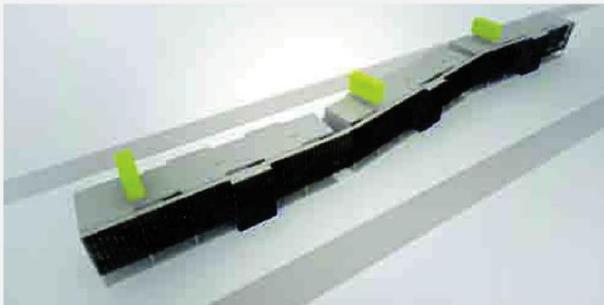
(Fonte: MENDES et al., 2013)

Figura 25: Informações do projeto - 1.º Prêmio – Categoria: Edifícios de 4 pavimentos

Concurso Habitação para todos - CDHU/IAB		projeto	
Categoria - Edifícios de 4 pavimentos			
<b>ficha técnica</b>			
<p>Autores: Gregory Bousquet, Carolina Bueno, Olivier Raffaëlli e Guillaume Sibaud                      Consultores: Inovatech Engenharia, Décio Fleury, Cebrace Cristal Plano et Isover                      Equipe: Aline D'Avola, Pauline Beaumont, Thiago Bicas, Carolina La Terza, Paula Saad e Bruno Simões</p> <p>Quantidade de Unidades/hectare: 115 un/ha</p> <p>Colocação: 1º Prêmio</p>		 <p>Perspectiva</p>	
<b>regras para implantação</b>			
<b>vocabulário de formas:</b>			
			
<b>Regra 1:</b>			
<b>Regra 2:</b>			
<b>Regra 3:</b>			
<b>Regra 4:</b>			
<b>Regra 5:</b>			
		 <p>Implantação</p>	
		 <p>Implantação</p>	

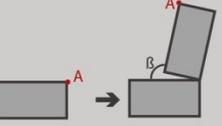
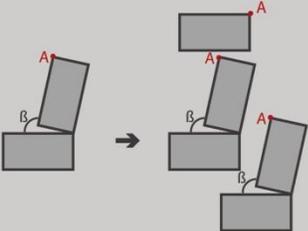
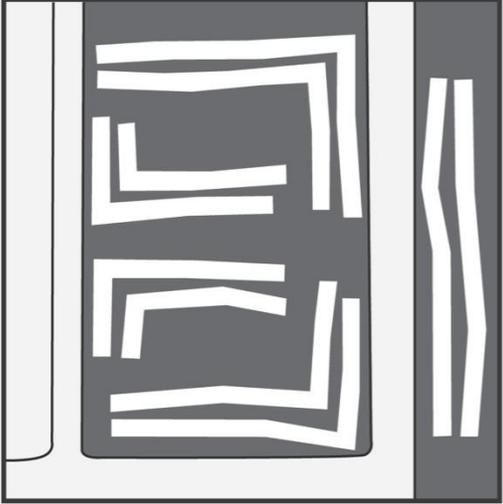
(Fonte: MENDES et al., 2013)

Figura 26: Informações do projeto - 2.º Prêmio – Categoria: Edifícios de 4 pavimentos

Concurso Habitação para todos - CDHU/IAB		projeto	
<b>ficha técnica</b>			
Autor: Letícia Pezzin Fiebig			
Equipe: Sabrina da Rosa Machry e Sebastián Joaquín Rial Rigo			
Quantidade de Unidades/hectare: 120 un/ha			
Colocação: 2º Prêmio			
<b>regras para implantação</b>			
<b>vocabulário de formas:</b>			
		Perspectiva	
Regra 1: 			
Regra 2: 		Perspectiva	
Regra 3: 			
		Implantação	
Perspectiva			

(Fonte: MENDES et al., 2013)

Figura 27: Informações do projeto - 1.º Prêmio – Categoria: Edifícios de 6 e 7 pavimentos

Concurso Habitação para todos - CDHU/IAB		projeto	
Categoria - Edifícios de 6 e 7 pavimentos			
<b>ficha técnica</b>			
<p>Autores: Lucas Fehr, Mario Figueroa e Daniel Bonilha                      Consultores: Nicolás Parra (CNI Ingenieros), Ricardo Dias e Mauro Zaidan (Nova Engenharia/New Engineering)                      Equipe: Mario do Val, María Paula González, Felipe Gomez, Guillermo Barahona, Mauricio Mendez, Jorge Paparoni, Juan Felipe Herrera, Sebastian Chica, kirsti Oygarden, Santiago Ramos e Luciana Brasil</p> <p>Quantidade de Unidades/hectare: 250 un/ha</p> <p>Colocação: 1º Prêmio</p>		 <p>Perspectiva</p>	
<b>regras para implantação</b>		 <p>Perspectiva</p>	
<b>vocabulário de formas:</b>			
Regra 1:	$\emptyset \rightarrow$ 		
Regra 2:			
Regra 3:			
Regra 4:			
Regra 5:			
Regra 6:			
Regra 7:			
Regra 8:			
		 <p>Implantação</p>	

(Fonte: MENDES et al., 2013)

Figura 28: Informações do projeto - 2.º Prêmio – Edifícios de 6 e 7 pavimentos

**Concurso Habitação para todos - CDHU/IAB**  
**Categoria - Edifícios de 6 e 7 pavimentos**

**ficha técnica**

Autores: Alter Smith, Sylvain Gasté, Romain Rousseau e Franck Biron

Consultores: Saint-Gobain França, Triptyque Architecture

Equipe: Saint-Gobain Brasil

Quantidade de Unidades/hectare: 200 un/ha

Colocação: 2º Prêmio

**regras para implantação**

vocabulário de formas: 

**Regra 1:**  $\emptyset$  → 

**Regra 2:**  → 

**Regra 3:**  →   


**projeto**

**Elevação**



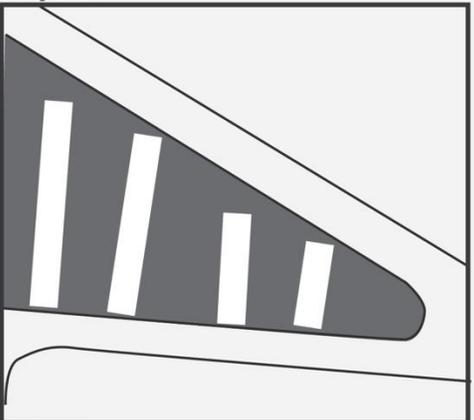
**Corte**



**Perspectiva**



**Implantação**



(Fonte: MENDES et al., 2013)

Baseando-se na análise dos projetos do concurso “Habitação para todos”, definiu-se uma metodologia para composição das regras de implantação. Primeiramente, buscou-se identificar o vocabulário de formas, ou seja, definiu-se um conjunto finito de formas primitivas que compunham a proposta de implantação urbana de cada projeto. Nesse caso, buscou-se trabalhar com as formas bidimensionais, uma vez que o principal objetivo era estudar as composições em planta das unidades habitacionais – nas categorias de Casas térreas, Casas assobradadas e Casas escalonadas – e os blocos habitacionais (edifícios) – nas categorias de Edifícios de 3 pavimentos, Edifícios de 4 pavimentos e Edifícios de 6 e 7 pavimentos. A partir da definição do vocabulário de formas, definiram-se as regras compositivas para cada estudo de caso.

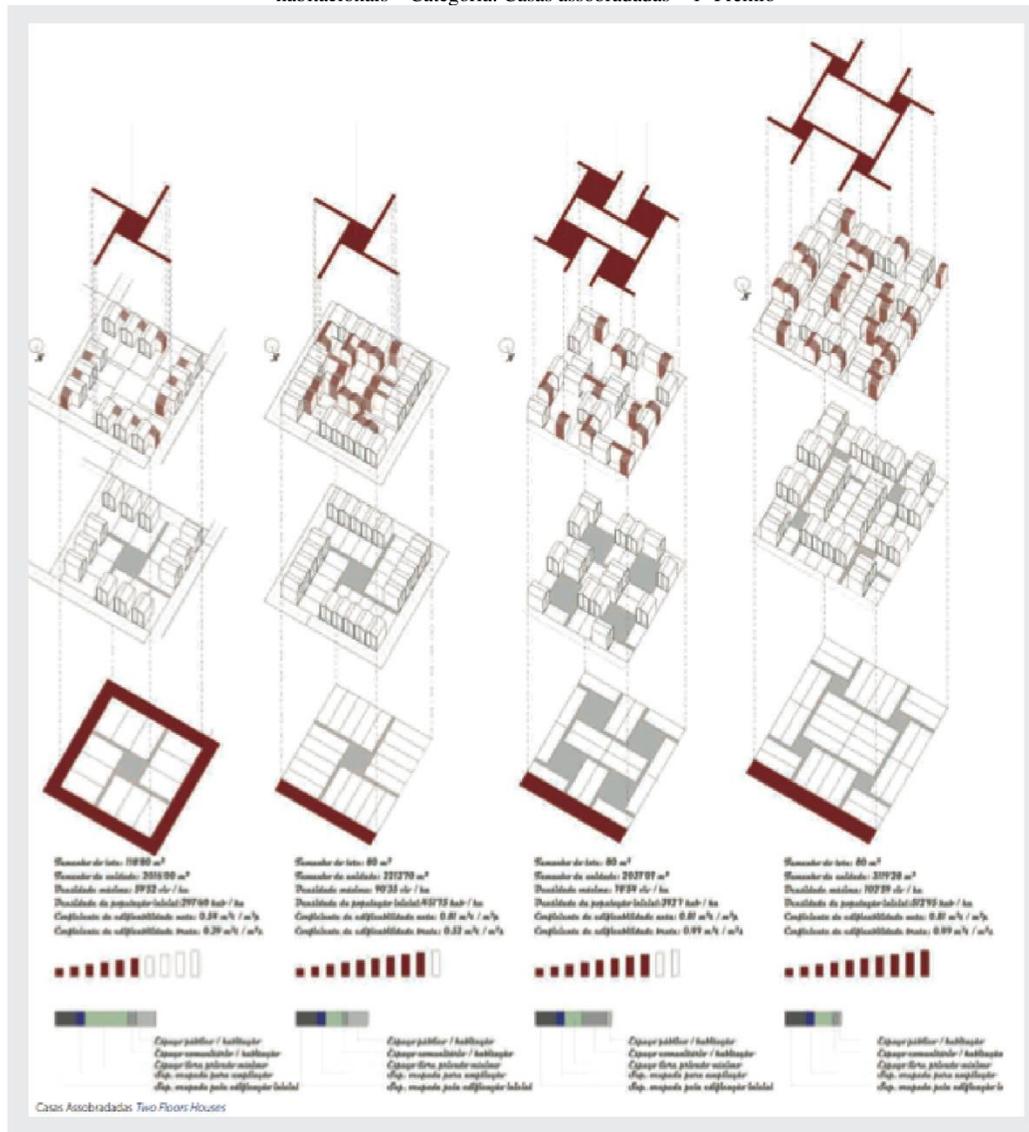
As principais operações utilizadas para definição das regras utilizadas na composição dos conjuntos habitacionais analisados foram: o espelhamento, a rotação, a translação e a adição de formas. A partir da organização das informações e da criação das regras, notou-se que os projetos sugerem propostas que priorizam a diversidade tipológica, a flexibilidade dos espaços e a racionalização da construção. Contudo, no que tange a implantação das unidades habitacionais ou blocos, a composição do espaço externo e das áreas comuns, apenas alguns projetos se destacam por propor composições que priorizam as áreas de convívio escapando da lógica ortogonal de disposição dos elementos (MENDES et al., 2013a).

Os projetos premiados da 1ª categoria: “Casas térreas” apresentaram regras de implantação semelhantes, baseadas em operações de espelhamento nos dois eixos; no entanto a implantação do projeto do 1º Prêmio baseia-se no espelhamento de uma forma retangular (tanto para as unidades de 2 ou 3 dormitórios), enquanto o segundo projeto, de acordo com o memorial descritivo da equipe, utiliza uma forma que “visa proporcionar riqueza volumétrica, saliências, reentrâncias e transparências” e compõe a implantação do conjunto através da tripla geminação proposta pelo projeto – nas duas laterais e nos fundos (CDHU, 2010; p. 38).

As premiações da categoria “Casas escalonadas” apresentaram regras de espelhamento e adição semelhantes, no entanto a implantação das habitações em cada projeto explorou partidos distintos: o 1º Prêmio explorou a composição das UHs em *clusters* e a diversidade tipológica, que permite a adaptação a “diferentes situações topográficas, incluindo as de terrenos mais acidentados. Através de diferentes composições e permutações entre as tipologias, é gerado um desenho urbano dinâmico, uma paisagem com situações singulares e de fácil adaptação a contextos diferentes (CDHU, 2010, p. 48). Quanto ao 2.º Prêmio, a implantação dispôs as unidades habitacionais ao longo de caminhos que se adaptam a topografia, priorizando também a individualidade das habitações através da possibilidade de ampliação de 1 ou 2 dormitórios.

Nos estudos de caso da categoria “Casas assobradadas”, foram utilizadas regras de adição, espelhamento e rotação. Contudo, no projeto vencedor do 1º Prêmio – desenvolvido pelo arquiteto Carlos Cesar Arcos Ettin e equipe – ainda que os lotes das UHs sejam dispostos ortogonalmente, percebe-se uma preocupação em criar espaços coletivos diversificados a partir da composição dos sobrados e suas ampliações, originando praças internas dentro das quadras, em forma de aglomerados (*clusters*) (Figura 29).

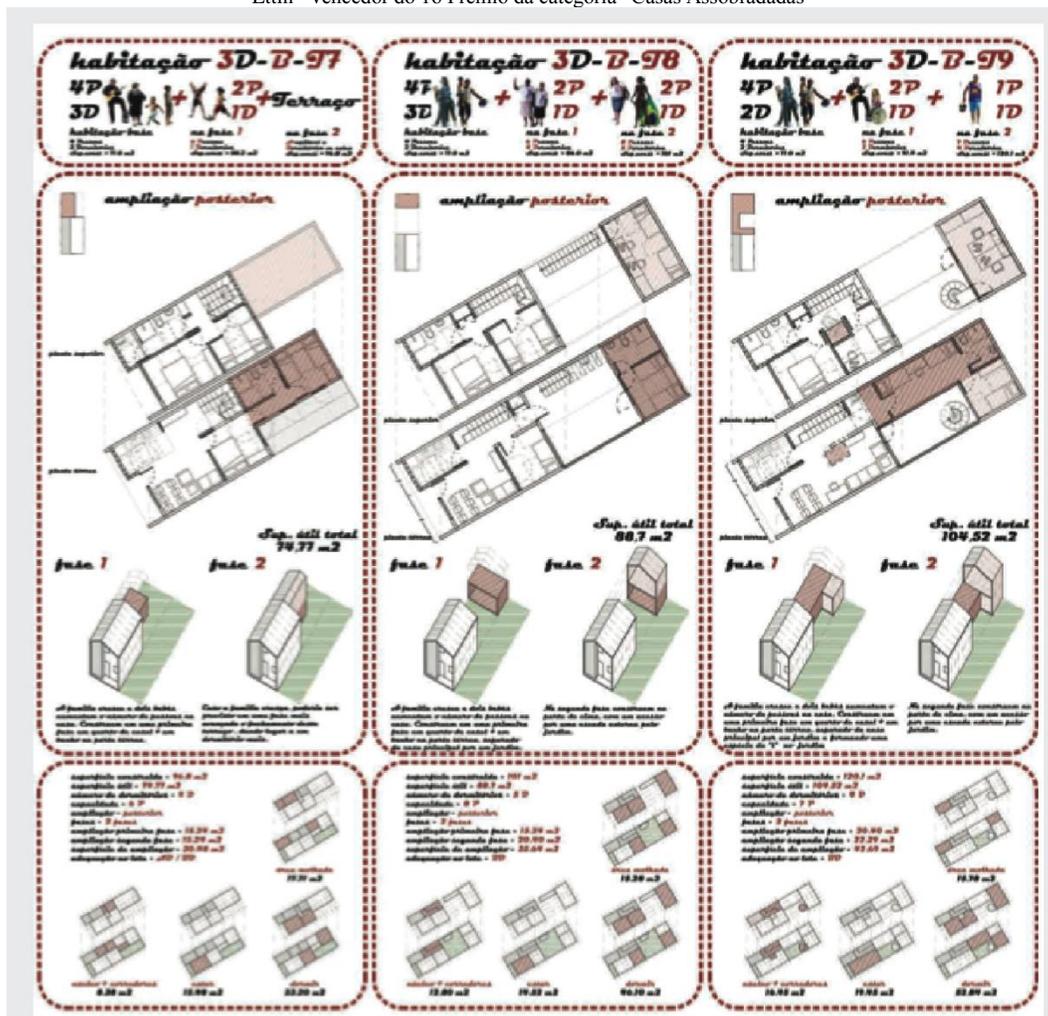
Figura 29: Propostas de implantação dos lotes em clusters e personalização das unidades habitacionais – Categoria: Casas assobradadas – 1º Prêmio



(Fonte: CDHU, 2010, p. 64)

Esse projeto exemplifica a preocupação em criar diversidade habitacional para atender a diferentes perfis familiares. As casas foram concebidas com o intuito de permitir a expansão e adição de cômodos de acordo com as necessidades das famílias (Figura 30).

Figura 30: Diversidade de perfis familiares – proposta desenvolvida pela equipe do arquiteto Carlos Cesar Arcos Ettin - vencedor do 1o Prêmio da categoria “Casas Assobradadas”



(Fonte: CDHU, 2010, p. 64)

O 2º Prêmio da mesma categoria propôs a implantação das unidades habitacionais alinhadas com as vias de circulação, bem como prevê a personalização das habitações com ampliação do térreo e definição das aberturas de acordo com a implantação do módulo no terreno.

Na categoria de “Edifícios de 3 pavimentos”, a proposta vencedora, desenvolvida por Monica Drucker, Ruben Otero e equipe, se destaca por apresentar uma discussão no memorial

descritivo do projeto relativa à descaracterização espacial verificadas no decorrer do tempo nos conjuntos habitacionais de interesse social e sobre a influência da implantação para a qualidade e apropriação dos espaços comuns, como por exemplo, a inserção de edifícios isolados, a ausência do sistema de percursos entre as edificações, a disposição de espaços livres que não possibilitam o controle de acesso de indivíduos, espaços subutilizados e com fraca caracterização e definição espacial (CDHU, 2010, p. 76). Dessa forma, o partido arquitetônico é definido a partir de um módulo retangular que possibilitam operações de subtração, translação e adição para configurar diferentes composições de blocos habitacionais (Figura 31). Contudo, as regras de implantação são definidas por operações de adição, translação e espelhamento.

Figura 31: Propostas de implantação dos blocos – Categoria: Edifícios de 3 pavimentos - 1º Prêmio



(Fonte: CDHU, 2010, p. 78)

As regras que definem a implantação do segundo projeto da mesma categoria - desenvolvido por Pascoal M. C. Guglielmi e equipe - são compostas basicamente pela operação de espelhamento dos blocos habitacionais em formato retangular, seguindo o alinhamento das ruas. A proposta defende o conceito de “moradia coletiva individualizada”, mesclando as propostas de verticalização, para melhor aproveitamento do terreno, e a individualização das UHs. De acordo com o memorial descritivo do projeto:

a característica mais importante é a eliminação das áreas comuns. (...) Complementarmente, evita problemas com degradação dos espaços comuns – naturalmente impessoais –, o que pode acarretar um processo continuado de deterioração de todo o prédio (CDHU, 2010, p. 80).

Na categoria de Edifícios de 4 pavimentos, ambas propostas utilizaram operações de adição dos blocos habitacionais para definição da implantação do conjunto. No 1º Prêmio, os blocos são compostos por unidades habitacionais de 2 e 3 dormitórios de diferentes formatos, compondo edifícios em formato de “lâminas” que são interligados por passarelas e alinhados as vias de circulação. O 2º Prêmio apresenta a mesma tipologia edilícia – lâminas dispostas lado a lado (devido as características do terreno) - priorizando a personalização das tipologias e individualização dos blocos habitacionais:

Cada edifício possui componentes iguais, conformando totalidades diferentes. A utilização de poucas peças resulta na otimização de recursos e tempo e na simplificação dos processos construtivos. As peças: quatro básicas: dois dormitórios, dois dormitórios para deficiente físico, três dormitórios, três dormitórios para deficiente físico e duas complementares, além de sistema de infraestrutura e circulações (CDHU, 2010, p. 94).

O 1º Prêmio que compõem a categoria “Edifícios de 6 e 7 pavimentos” apresenta regras para definição da implantação compostas pelas operações de adição, translação e rotação, contudo o conjunto arquitetônico define-se por edifícios diversificados - em formato de “L” e lâminas - agrupados e dispostos ao longo das vias de circulação. Blocos são compostos por unidades habitacionais retangulares, com flexibilidade de configurações, sendo dispostos buscando proporcionar a criação de praças internas e áreas comuns, bem como a acomodação à topografia natural do terreno.

As regras para composição da implantação do segundo projeto – desenvolvido por Alter Smith e equipe - são definidas basicamente pela operação de adição dos blocos habitacionais lado a lado, perpendiculares a orientação das vias de circulação e agrupados em 2 lâminas. O conceito principal da proposta é a criação de jardins internos entre os blocos, definindo espaços comuns arejados e de fácil apropriação pelos moradores.

### **1.3.2. Estudos de caso: Conjuntos Habitacionais construídos**

Com o intuito de complementar a análise da questão da implantação em conjuntos de habitação de interesse social, definiu-se um corpus de projetos construídos – nacionais e internacionais – seguindo a mesma metodologia proposta para a análise dos projetos do concurso “Habitação para todos”.

#### **1.3.2.1. Análise dos projetos**

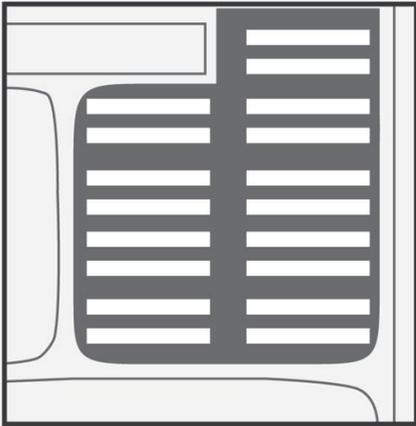
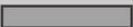
A partir do estudo da bibliografia e da coleta de dados sobre os projetos, foi desenvolvida uma análise dos estudos de caso, conforme o procedimento descrito a seguir:

a) Organização das informações: definiu-se uma padronização para apresentar os dados sobre cada estudo de caso. O quadro de informação foi constituído pelos seguintes dados:

- Nome do conjunto habitacional;
- Ficha técnica da equipe de projeto: autores (arquiteto/escritório), colaboradores/equipe e consultores (quando houver).
- Localização;
- Ano;
- Quantidade de habitações;
- Informações adicionais – construção, desenvolvimento, etc (quando houver).
- regras para implantação: a partir da análise dos dados de cada projeto - plantas, perspectivas e prancha de implantação de cada projeto, foram inferidas regras simplificadas para definição da implantação das unidades habitacionais ou blocos na composição do conjunto habitacional analisado.

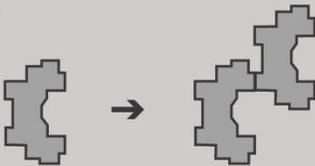
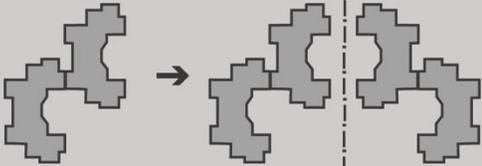
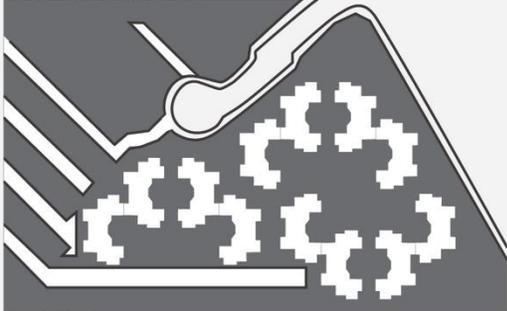
Segue abaixo os quadros de informação dos projetos vencedores de cada categoria do concurso (Figuras 32 a 40):

Figura 32: Informações do projeto - Conjunto Habitacional Zezinho Magalhães, Guarulhos

Conjuntos de habitação de interesse social Zezinho Magalhães Prado - CECAP	
ficha técnica	projeto
<p>Autores: Vilanova Artigas, Paulo Mendes da Rocha e Fábio Penteadó</p> <p>Localização: Guarulhos/SP - Brasil</p> <p>Ano: 1967</p> <p>Quantidade de Unidades: 4.680 apartamentos</p> <p>Quantidade de Unidades/hectare: 1.200 un/ha</p> <p>Desenvolvimento: Companhia Estadual de Casas Populares (CECAP)</p>	 <p><b>Espaço coletivo</b></p> <p>Fonte: <a href="http://arqpb.blogspot.com.br/2009/11/estudo-comparativo-em-habitacao-de.html">http://arqpb.blogspot.com.br/2009/11/estudo-comparativo-em-habitacao-de.html</a></p>
regras para implantação	
<p>vocabulário de formas: </p>	
<p><b>Regra 1:</b></p> <p style="text-align: center;"><math>\emptyset</math> → </p>	<p><b>Implantação</b></p>
<p><b>Regra 2:</b>  →  </p>	
<p><b>Tipologia em lâminas</b></p> <p>Fonte: <a href="http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2008-1/conjuntos_habitacionais/conjuntoshabitacionais.pdf">http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2008-1/conjuntos_habitacionais/conjuntoshabitacionais.pdf</a></p>	

(Fonte: MENDES et al., 2013)

Figura 33: Informações do projeto - Conjunto Habitacional COPROMO, Osasco

Conjuntos de habitação de interesse social COPROMO - Cooperativa Pró Moradia de Osasco	
<b>ficha técnica</b>	
<p>Autores: USINA - Centro de Trabalhos para o Ambiente Habitado</p> <p>Arquitetura: Fernando Nociti, Gilberto Machado Rizzi, João Marcos de A. Lopes, José Corrêa do Prado, Mario Luís Braga, Vladimir Benicasa, Wagner Germano, Sérgio Roberto Mancini</p> <p>Estruturas: Eng. Yopanan Rebello</p> <p>Localização: Jardim Piratininga, Osasco/SP - Brasil</p> <p>Ano: 1992</p> <p>Quantidade de Unidades: 1.000 apartamentos</p> <p>Quantidade de Unidades/hectare: 200 un/ha</p> <p>Desenvolvimento: Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo – CDHU, Programa UMM e auto-financiamento.</p>	
<b>regras para implantação</b>	
<b>vocabulário de formas:</b>	
<b>Regra 1:</b>	$\emptyset \rightarrow$ 
<b>Regra 2:</b>	
<b>Regra 3:</b>	
	<p><b>Espaços coletivos</b></p> <p>Fonte: <a href="http://www.usinactah.org.br/index.php?/s/--copromo/">http://www.usinactah.org.br/index.php?/s/--copromo/</a></p>  <p><b>Implantação</b></p> <p><a href="http://orangearquitectura.blogspot.com.br/2012/05/infinita-habitacao-de-interesse-social.html">http://orangearquitectura.blogspot.com.br/2012/05/infinita-habitacao-de-interesse-social.html</a></p>  <p><b>Implantação</b></p>

(Fonte: MENDES et al., 2013)

Figura 34: Informações do projeto - Condomínio La Playa, Colômbia

**Conjuntos de habitação de interesse social**  
**Condomínio La Playa**

**ficha técnica**

Autores: Ana Elvira Veléz Villa e Juan Bernardo Echeverri

Colaborador: Carlos Andrés Pérez

Localização: Medellín, Colômbia

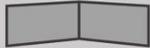
Ano: 2000-2004

Quantidade de Unidades: 264 apartamentos  
Quantidade de Unidades/hectare: 264 un/ha  
Construção: ConConcreto SA

**regras para implantação**

**vocabulário de formas:** 

**Regra 1:**  $\emptyset$  → 

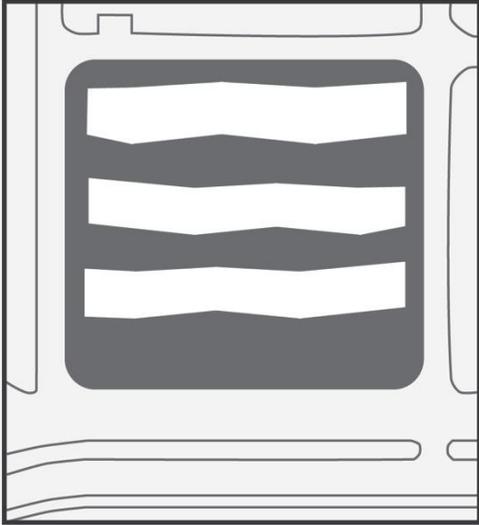
**Regra 2:**  → 

**Regra 3:**  → 

**Regra 4:**  →   




**Espaços coletivos**  
Fonte: Revista AU, n° 186, Setembro de 2009.



**Implantação**  
Fonte: Revista AU, n° 186, Setembro de 2009.



**Implantação**  
Fonte: Revista AU, n° 186, Setembro de 2009.

(Fonte: MENDES et al., 2013)

Figura 35: Informações do projeto - Conjunto Habitacional do Rincão, São Paulo

**Conjuntos de habitação de interesse social**  
**Conjunto Habitacional do Rincão**

**ficha técnica**

Autores: Hector Viglieca e Bruno Padovano

Localização: São Paulo

Ano: 1990

Desenvolvimento: Superintendência de Habitação Popular (HABI)

Quantidade de Unidades: 306 habitações  
Quantidade de Unidades/hectare: 300 un/ha

**regras para implantação**

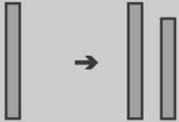
**vocabulário de formas:**



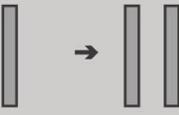
**Regra 1:**



**Regra 2:**



**Regra 3:**



**Espaços coletivos**  
Fonte: [http://www.pauta.arq.br/0\\_condrincao.html](http://www.pauta.arq.br/0_condrincao.html)



**Espaços coletivos**  
Fonte: <http://dc304.4shared.com/doc/BXdY0wJS/preview.html>



**Implantação**  
Fonte: [http://www.pauta.arq.br/0\\_condrincao.html](http://www.pauta.arq.br/0_condrincao.html)



(Fonte: MENDES et al., 2013)

Figura 36: Informações do projeto - Conjunto Quinta Monroy, Iquique, Chile

**Conjuntos de habitação de interesse social**  
**Conjunto Quinta Monroy**

**ficha técnica**

Autores: Elemental S.A. - Alejandro Aravena, Alfonso Montero, Tomás Cortese, Emilio de la Cerda

Localização: Iquique - Chile

Ano: 2002/2003

Construção: Constructora Loga

Quantidade de Unidades: 93 habitações  
Quantidade de Unidades/hectare: 192 un/ha

**regras para implantação**

vocabulário de formas: 

**Regra 1:**

$\emptyset$  → 

**Regra 2:**

 → 

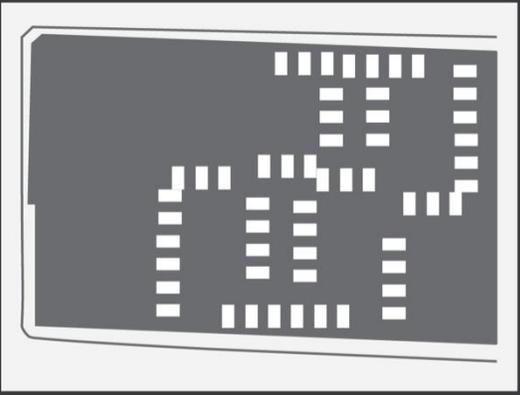




**Espaços coletivos**  
Fonte: [www.elementalchile.cl](http://www.elementalchile.cl)



**Implantação**  
Fonte: [www.elementalchile.cl/proyecto/quinta-monroy/](http://www.elementalchile.cl/proyecto/quinta-monroy/)



**Implantação**

(Fonte: MENDES et al., 2013)

Figura 37: Informações do projeto - Conjunto habitacional São Francisco, São Mateus – São Paulo  
As regras para implantação foram desenvolvidas por Andrade (2012)

## Conjuntos de habitação de interesse social

### Conjunto habitacional São Francisco - Setor VIII

---

**ficha técnica**

Autores: Demetre Anastassakis, Dayse Góis, Pedro Cascon, Sônia Le Coep, Christiane Ammon, Canagé Vilhena, Cristina Haas, Eduardo Koatz, Hugo Biagi Filho (paisagismo), Léa Anastassakis (socióloga), Carlos Fernandes, Fábio Doubs (estagiários)

Localização: São Mateus, zona leste de São Paulo - Brasil

Ano: 1989/1990  
Construção: Mutirão e autogestão

Quantidade de Unidades: 600 habitações  
Quantidade de Unidades/hectare: 300 un/ha



**Vista do conjunto habitacional da Av. Sapopemba.**  
Fonte: <http://jardinsaofrancisco.blogspot.com.br>

---

**regras para implantação\***

**vocabulário de formas:**



**Regra 1:**  $\emptyset \rightarrow$  

**Regra 2:** 

**Regra 3:** 

**Regra 4:** 

**Regra 5:** 

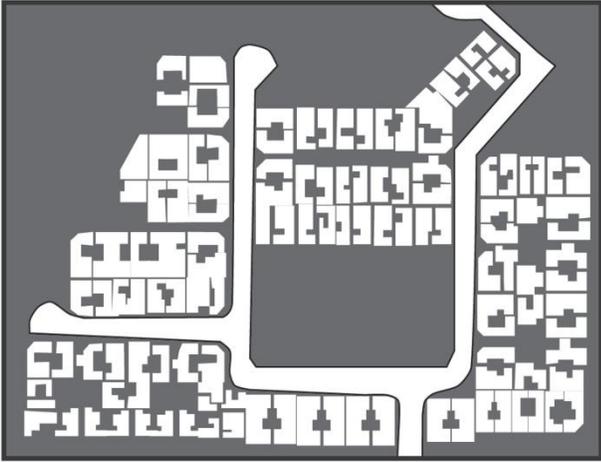
**Regra 6:** 

**Regra 7:** 



**Corte do terreno**  
Fonte: <http://jardinsaofrancisco.blogspot.com.br>

---



**Implantação**

\* As regras apresentadas neste estudo de caso foram desenvolvidas por Max Andrade, como exercício da disciplina: Sistemas Generativos de Projeto, ministrada pela Profa. Dra. Gabriela Celani no programa de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP.

(Fonte: MENDES et al., 2013)

64

Figura 38: Informações do projeto - Pinwheel house, Mian yang, Sichuan,China

**Conjuntos de habitação de interesse social**  
**Pinwheel house - Projeto 1K house/MIT**

**ficha técnica**

Autor: Ying chee Chui

Orientador do projeto: Professor Yung Ho Chang

Localização: Mian yang - Sichuan - China

Ano: 2010

Quantidade de Unidades/hectare: 100 un/ha

Construção: Autogestão

Suporte técnico: Atelier FCJZ



**Unidade habitacional**

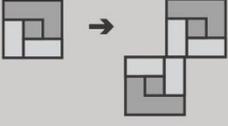
Fonte:  
<http://www.archdaily.com/174198/1k-house-pinwheel-house-ying-chee-chui/>

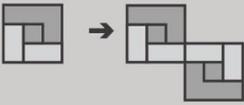
**regras para implantação**

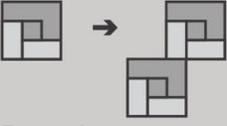
**vocabulário de formas:** 

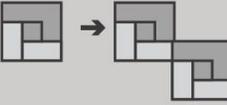
**Regra 1:** 

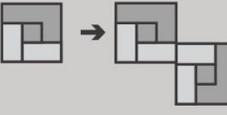
**Regra 2:** 

**Regra 3:** 

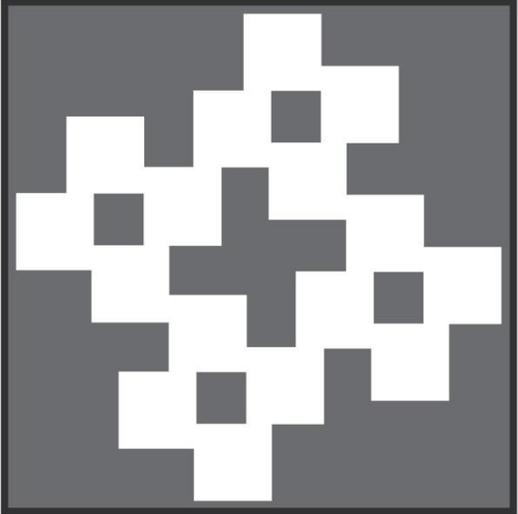
**Regra 4:** 

**Regra 5:** 

**Regra 6:** 

**Regra 7:** 

**Regra 8:** 



**Implantação**

Fonte:  
[http://web.mit.edu/1khouse/website%20info/images/1p\\_PINWHEEL.pdf](http://web.mit.edu/1khouse/website%20info/images/1p_PINWHEEL.pdf)

(Fonte: MENDES et al., 2013)

Figura 39: Informações do projeto - Conjunto residencial Box House, São Paulo

**Conjuntos de habitação de interesse social**  
**Conjunto residencial Box House**

**ficha técnica**  
Autor: Yuri Vital

Engenharia: José Ferreira da Costa Júnior

Localização: São Paulo/SP - Brasil

Ano: 2008

Construção: Costa Junior

Quantidade de Unidades: 17 habitações  
Quantidade de Unidades/hectare: 190 un/ha

**regras para implantação**

**vocabulário de formas:** 

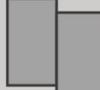
**Regra 1:**

∅ → 

**Regra 2:**

 → 

**Regra 3:**

 → 

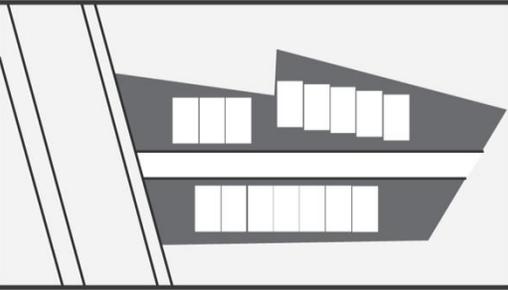
**Unidades habitacionais**  
Fonte: [www.yurivital.com/](http://www.yurivital.com/)



**Implantação**  
Fonte: [www.yurivital.com/](http://www.yurivital.com/)



**Implantação**



(Fonte: MENDES et al., 2013)

Figura 40: Informações do projeto - Conjunto habitacional PREVI Lima, Peru

**Conjuntos de habitação de interesse social**  
**El Proyecto Experimental de Vivienda - PREVI Lima**

**ficha técnica**  
Autores: Christopher Alexander, Sanford Hirshen, Sara Ishikawa, Christie Coffin, Shlomo Angel

Localização: Lima - Peru

Ano: 1969

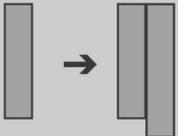
Quantidade de Unidades: 1.726 habitações  
Quantidade de Unidades/hectare: 120 un/ha

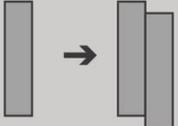
Desenvolvimento: Governo do Peru e Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

**regras para implantação**

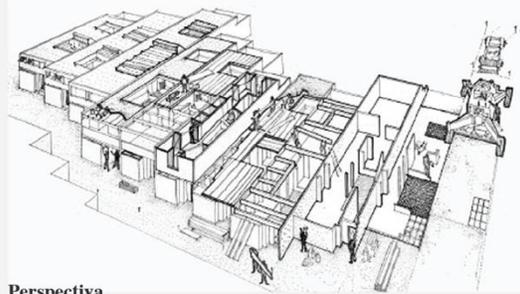
**vocabulário de formas:** 

**Regra 1:**  
 $\emptyset \rightarrow$  

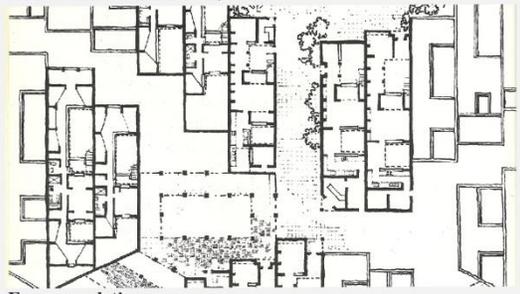
**Regra 2:**  


**Regra 3:**  


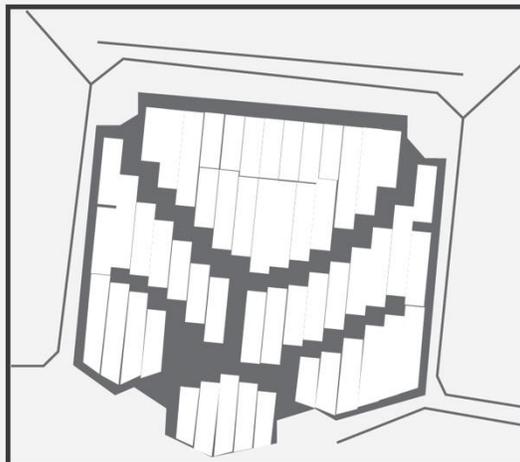
**Perspectiva**  
Fonte: ALEXANDER et al, 1969.



**Espaços coletivos**  
Fonte: ALEXANDER et al, 1969.



**Implantação**



(Fonte: MENDES et al., 2013)

A análise dos conjuntos habitacionais e a definição das regras de implantação permitiu verificar que as principais operações utilizadas para compor a implantação dos blocos

e unidades habitacionais dos conjuntos construídos foram a rotação, a adição de formas, o espelhamento e a translação. Contudo, ainda que as regras utilizadas para definição dos blocos habitacionais sejam semelhantes, os resultados compositivos são bastante distintos, uma vez que alguns projetos apresentam uma configuração em *cluster*, como por exemplo, o Conjunto habitacional São Francisco e outros, uma implantação ortogonal, como o Conjunto habitacional Zezinho Magalhães Prado.

Desenvolvido em 1967 pelos arquitetos Vilanova Artigas, Paulo Mendes da Rocha e Fábio Penteadó e construído pela Companhia Estadual de Casas Populares (CECAP), o Conjunto habitacional Zezinho Magalhaes Prado, foi concebido para acomodar cerca de 55 mil habitantes em um terreno de 130 hectares nos arredores de Guarulhos na grande São Paulo. A implantação do projeto foi pensada a partir de grandes blocos autônomos, dispostos em malha xadrez e estruturados pelas vias de circulação, dessa forma, as regras de implantação deste projeto baseiam-se apenas em operações de adição. Segundo Fuentes (2008), a concepção urbanística dos projetos desenvolvidos pela CECAP, na década de 1970, reflete uma intensa atividade profissional de questionamento da produção habitacional no país, desenvolvendo conjuntos que valorizavam o espaço externo comunitário, os equipamentos públicos e hierarquicamente organizados.

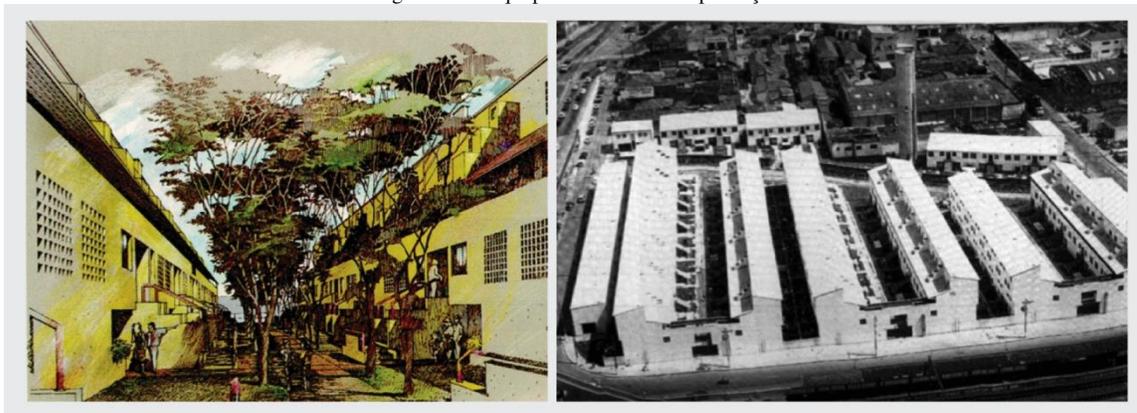
O conjunto residencial COPROMO (Cooperativa Pró Moradia de Osasco) foi desenvolvido em 1991 e 1992 pelo Centro de Trabalhos para o Ambiente Habitado (USINA) em colaboração com os futuros moradores. Sua construção iniciou-se no ano de 1992 em mutirão, e se destaca pela implantação dos blocos habitacionais em *clusters*, que configuram uma praça de lazer, que se conecta a uma praça maior até um amplo espaço central, que funciona como estacionamento, praça e local para assembleias. As regras para implantação são criadas a partir de operações de adição e espelhamento dos blocos habitacionais e ainda que simples, resultam em uma implantação com espaços públicos que

priorizam a convivência, permitem a conexão com outros módulos e a apropriação do espaço pelos moradores.

O condomínio de HIS La Playa, localizado em Medellín, na Colômbia, foi construído no entorno do centro da cidade, em um terreno antes ocupado por uma fábrica. Dessa forma, sua implantação foi delimitada pela área de 15 mil m<sup>2</sup> que a antiga indústria têxtil Cotejer ocupava e pode ser definida por regras de adição, translação e espelhamento.

O conjunto habitacional do Rincão foi elaborado durante o ano de 1990, pelos arquitetos Hector Vigliecca e Bruno Padovano, situado num terreno de 12.878,43 m<sup>2</sup> junto à Estação Vila Matilde do Metrô na Zona Leste, privilegiando também a proximidade com a estação da CBTU – Companhia Brasileira de Trens Urbanos e o viaduto Vila Matilde (OLIVEIRA, 1999). A implantação localiza-se em uma área de sobra urbana – resultado da canalização do córrego do Rincão e foi traduzida em regras de adição dos edifícios laminares com variações de extensão (devido a adaptação a curva do córrego). Entre os edifícios definem-se pátios internos, como vilas, limitados aos blocos próximos, dessa forma, valorizam as relações de vizinhança e a apropriação dos espaços comuns (Figura 41).

Figura 41: Croqui pátios internos e implantação



(Fonte: ANDRADE, 1993 *apud* OLIVEIRA, 1999) (Fonte: Revista AU n. 33 *apud* OLIVEIRA, 1999)

O conjunto Quinta Monroy, localizado no Chile, dispõe de uma implantação ortogonal, composta basicamente por regras de adição, contudo sua organização em clusters – um agrupamento de 100 famílias, divididas em 4 grupos de 25 famílias – permitiu trabalhar em uma escala urbana suficientemente reduzida que incentiva as relações de vizinhança e apropriação do espaço comum.

O conjunto habitacional Jardim São Francisco, Setor VIII, foi desenvolvido pelo arquiteto Demetre Anastassakis e equipe, em 1989/1990 para um concurso nacional destinado à construção de habitação de interesse social no município de São Paulo. O conjunto constituiu-se por uma área de cerca de 10.000 m<sup>2</sup> ocupada por 154 habitações, dispostas em clusters, valorizando elementos como a vila, a esquina e a praça; rompendo as formas espaciais tradicionais usadas em projetos de habitação de interesse social no Brasil. As unidades habitacionais são geminadas, assimétricas, com acessos em planos diferenciados e com pequenos pátios, que serviam como espaços de convívio individualizados. Essa estrutura de “vilas”, caracterizada por uma rede complexa de espaços também contemplava a possibilidade de expansão da moradia ao longo dos anos, de acordo com os recursos e as necessidades das famílias. As regras para implantação das UHs definem-se por operações de espelhamento e adição de formas para composição dos aglomerados<sup>11</sup>.

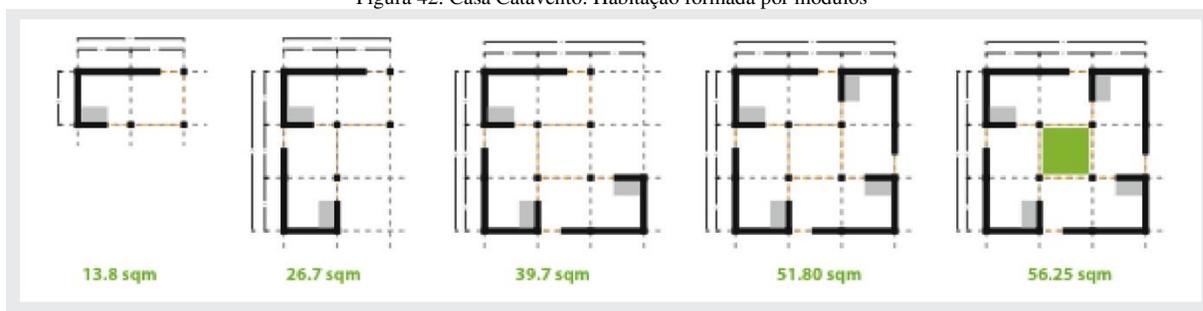
O projeto “1K House”, coordenado pelo prof. Yung Ho Chang e desenvolvido no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) no Departamento de Arquitetura, foi iniciado em 2008 e tem como objetivo desenvolver projeto de habitação de interesse social que ofereçam qualidade de vida para o espaço construído, utilizar técnicas construtivas sustentáveis e a custos acessíveis – neste caso, estipulado pelo valor de 1.000 dólares cada UH. O projeto analisado denominado “Pinwheel House” (em português: Casa Catavento),

---

<sup>11</sup> As regras de implantação apresentadas no estudo de caso do Conjunto Habitacional São Francisco - Setor VIII, foram desenvolvidas por Max Andrade, como exercício da disciplina Sistemas Generativos de Projeto, ministrada pela Profa. Dra. Gabriela Celani no Programa de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP.

constitui um dos estudos realizados por uma aluna de pós-graduação do Departamento de Arquitetura do MIT - Ying Chee Chui, cujo protótipo foi construído na cidade de Mianyang, na China. O conceito do projeto definiu-se como resultado da estrutura da habitação, constituída por módulos retangulares que se conectam por meio de um jardim central, que vistos em planta, lembram um catavento (Figura 42). A proposta de implantação das habitações é constituída por regras compostas por operações de adição das UHs rotacionadas, formando clusters que compartilham áreas externas mais amplas e comunitárias.

Figura 42: Casa Catavento: Habitação formada por módulos



(Fonte: <http://web.mit.edu/1khouse/>)

Localizado no bairro da Brasilândia – zona Norte de São Paulo – o conjunto residencial Box House, foi desenvolvido pelo arquiteto Yuri Vital em 2008 e vencedor do prêmio IAB-SP, edição de 2008, na categoria: Habitação de interesse social, produção privada. As habitações são padronizadas e isentas de corredores – solução que favoreceu a conexão entre os ambientes e a redução da área total das unidades em apenas 46 m<sup>2</sup>. Segundo o autor:

A ideia era fazer habitações populares com qualidade estética e funcional, sem custos elevados. Utilizaram-se conceitos modernos, como formas geométricas puras, limpeza formal e preocupação com a repetição e a harmonia, sem perder de vista a funcionalidade e a racionalidade (Revista AU, n° 194, p. 48).

O conjunto habitacional é estruturado por uma rua interna que define a ordenação espacial das 17 unidades habitacionais, originando as regras para implantação definidas por operações de espelhamento e adição de formas.

O *Proyecto Experimental de Vivienda* (PREVI) constitui uma proposta em resposta a precariedade dos assentamentos espontâneos e deterioração de alguns setores na década de 1960, na cidade de Lima, no Peru. A iniciativa foi promovida pelo Governo peruano e co-financiada pelo *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo* (PNUD) e buscava incorporar discussões recentes da arquitetura em torno da habitação, em contraproposta aos paradigmas do movimento moderno da habitação multifamiliar de alta densidade (GARCÍA-HUIDOBRO et al., 2009). O desenvolvimento do *Proyecto Piloto 1* foi concebido por meio de um concurso internacional<sup>12</sup> e um nacional<sup>13</sup>, cujo objetivo era priorizar a “racionalização, modulação, tipificação, crescimento progressivo, flexibilidade e função” das habitações (GARCÍA-HUIDOBRO et al., 2005). Segundo os autores:

...los aspectos experimentales del proyecto eran el de un barrio y un proyecto basado en un concepto de baja altura y alta densidad, como modelo para la futura expansión urbana; la idea de casa patio con posibilidades de crecimiento; configuraciones de casas en clusters (racimos) dentro del plan general del barrio; un barrio de prioridad peatonal y a escala humana; mejores y nuevos métodos de construcción sismorresistente y, un plan general para la arquitectura paisajística del barrio (GARCÍA-HUIDOBRO et al., 2009).

Dentre os treze projetos que compõem o bairro PREVI (Figura 43), analisou-se a proposta desenvolvida por Christopher Alexander e seus colaboradores, desenvolvida em 2 partes: a primeira é composta pelo projeto de implantação das UHs, plantas e detalhes construtivos; na segunda parte são apresentados os 67 *patterns* que deram origem ao projeto

---

<sup>12</sup> As 13 equipes convidadas foram: Stirling/Inglaterra, Svenssons/Dinamarca, Esquerria, Samper, Sáenz, Urdaneta/Colômbia, Atelier 5/Suíça, Korhonen/Finlândia, Correa/Índia, Kikutake, Maki, Kurokawa/Japão, Iñiguez de Onzoño, Vásquez de Castro/Espanha, Hansen, Hatloy/Polônia, Aldo van Eyck/Holanda, Candilis, Josic, Woods/França, Christopher Alexander.

<sup>13</sup> As equipes peruanas selecionadas por meio de concurso aberto foram: Miguel Alvarino; Ernesto Paredes; Miró-Quesada, Williams y Núñez; Gunter y Seminario; Morales y Montagne; Juan Reiser; Eduardo Orrego; Vier y Zanelli; Vella, Bentín, Quiñones y Takahashi; Mazzarri y Llanos; Cooper, García-Bryce, Graña y Nicolini; Chaparro, Ramírez, Smirnoff, Wiskowsky, y Crousse, Páez y Pérez-León.

submetido. Os *patterns* desenvolvidos por Alexander et al. (1969, 1977) demonstram possíveis soluções de projeto baseadas na percepção do ambiente construído, por meio de proposições do tipo “se...então”. Cada *pattern* descreve um problema arquitetônico recorrente (se) e (então) apresenta as condições para solucioná-lo, seguidas de um croqui esquemático (BARROS, 2011)<sup>14</sup>. Segundo Alexander et al. (1969), os *patterns* descrevem, de uma forma abstrata, lições que um arquiteto peruano pode aprender, a partir das soluções projetuais adotadas nesta proposta e reutilizá-los em seus próprios projetos, uma vez que as possíveis combinações diversificadas dos *patterns* podem gerar uma enorme variedade de soluções.

Figura 43: Implantação do Proyecto Experimental de Vivienda (PREVI), Lima – Peru

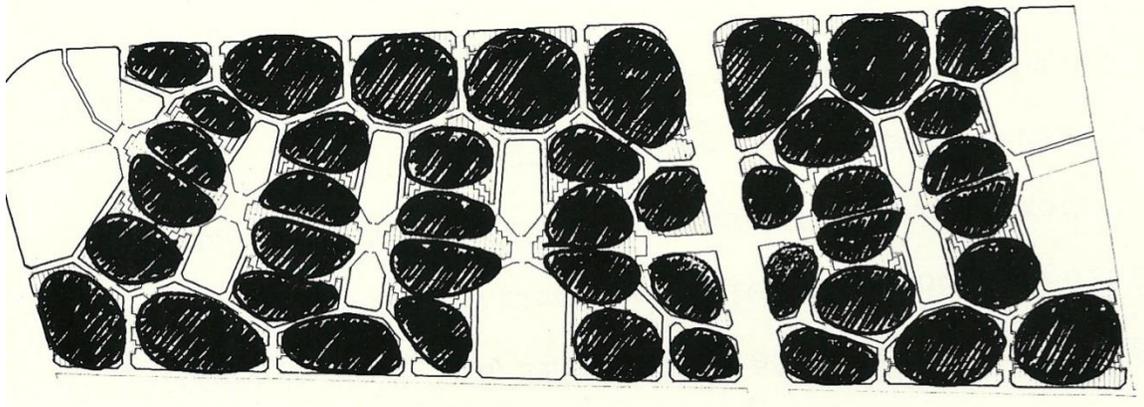


<sup>14</sup> Barros (2011, p. 20), em seu livro *Habitação coletiva: A inclusão de conceitos humanizadores no processo de projeto* define: “(...) os patterns foram aqui traduzidos e interpretados como parâmetros projetuais (...). Acredita-se no caráter propositivo dos patterns e que a nomenclatura parâmetro enfatiza esta interpretação, no sentido de ser um elemento cuja variação de valor modifica a solução de um problema sem lhe modificar a natureza”.

(Fonte: GARCÍA-HUIDOBRO et al., 2009)

A implantação deste projeto é composta por células constituídas de 25 a 75 casas, entremeadas com ruas para pedestres que se bifurcam e ora se alargam, dando origem a pequenas praças no interior da quadra (Figura 44). Os lotes possuem 5,20 metros de largura e podem variar sua profundidade de 13 a 27 metros, de acordo com o orçamento e necessidades de cada família. A morfologia fluida da implantação permite a combinação das diferentes dimensões dos lotes, bem como sua configuração em *clusters* possibilita que os moradores de cada célula se apropriem do espaço externo e o torne um espaço “único”. As regras para definição desta configuração espacial foram compostas por regras de adição de diferentes tamanhos de retângulos (que representam as variações dos lotes).

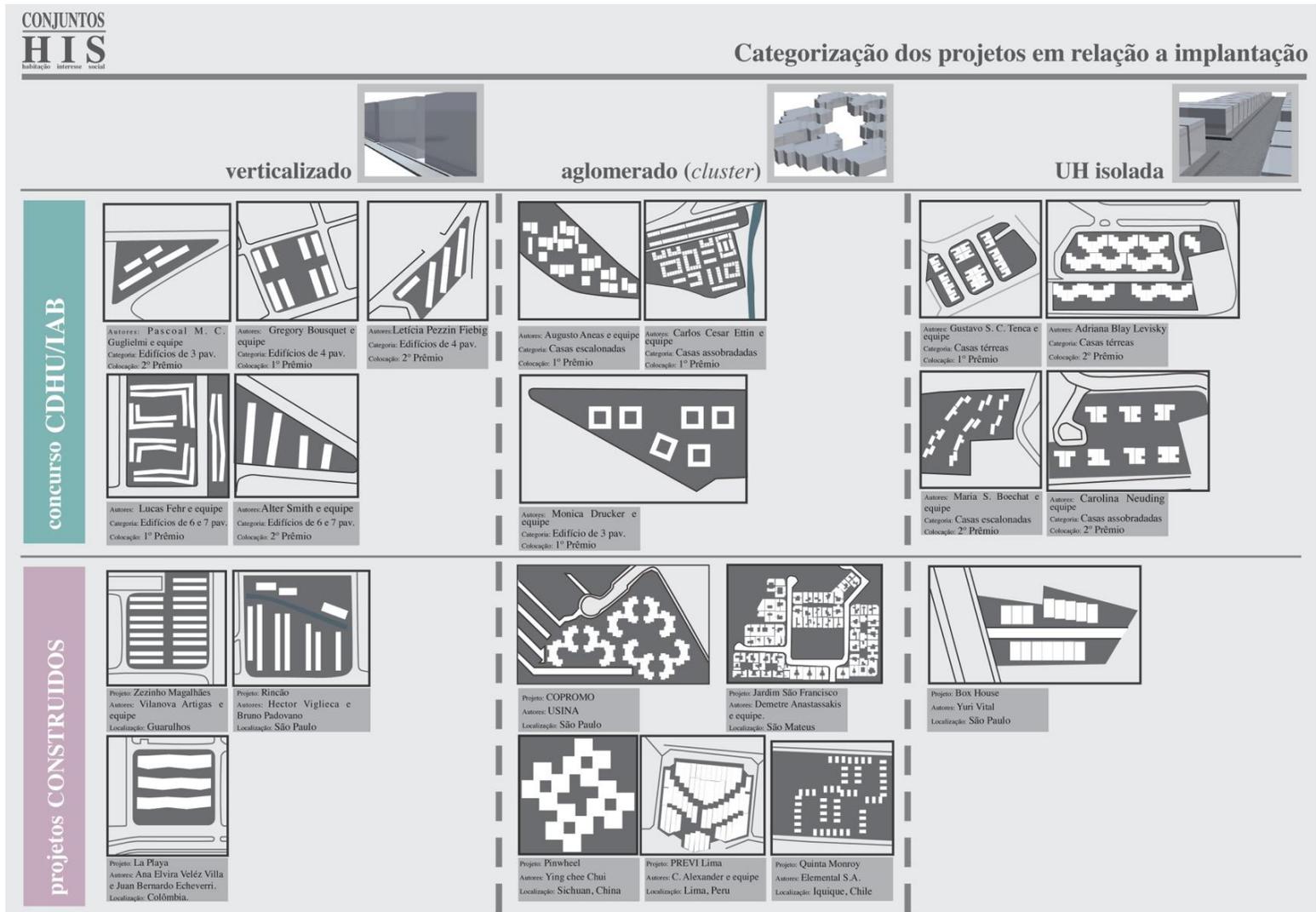
Figura 44: Implantação definida por células compostas de 25 a 75 habitações



(Fonte: ALEXANDER et al., 1969)

Como parte da análise das tipologias edilícias e implantação dos conjuntos habitacionais analisados neste capítulo – projetos vencedores do concurso “Habitação para todos” (CDHU-IAB) e projetos construídos - definiu-se uma organização dos projetos em categorias: “casas isoladas”, “verticalizados” e “aglomerados” (*clusters*) (Figura 45). Dessa forma, foi possível traçar um panorama das soluções propostas para conjuntos de HIS em âmbito nacional e na atualidade - ao analisar os premiados do concurso - bem como nos projetos construídos, alguns em contexto internacional e já consolidados.

Figura 45: Categorização dos projetos em relação a implantação, analisados sob a ótica da Gramática da Forma



(Fonte: MENDES et al., 2013)

Esta análise permitiu fazer inferências sobre as regras de implantação de cada estudo de caso sob a ótica da Gramática da Forma e assim, verificarmos padrões nas soluções adotadas. Nos projetos analisados foram identificadas, na maioria dos casos, regras contendo transformações de translação e espelhamento. As transformações de rotação e roto-translação só estiveram presentes em poucos casos, mas em geral deram origem a espaços externos mais diversificados e interessantes. Por meio da relação figura-fundo, foi possível avaliar a qualidade dos espaços externos criados a partir dessas composições. Os conjuntos habitacionais mais bem sucedidos são aqueles que apresentam uma gradação hierárquica da escala das áreas externas, permitindo diferentes usos e apropriações por parte dos moradores. Os projetos que apresentaram essas características são o conjunto habitacional São Francisco, PREVI-Lima, COPROMO e Pinwheel House. Nesses projetos a escala dos espaços livres é definida pelas edificações que os envolvem e a relação entre as áreas construídas e externas determina uma gradação de usos do mais privado ao mais público e do individual ao coletivo.

Este estudo contribuiu para verificar as possíveis soluções para geração de ordenação espacial de unidades ou blocos habitacionais no exercício projetual proposto e desenvolver a categorização de diferentes tipos de implantação, com o objetivo de relacionar a qualidade do espaço externo gerado a partir da configuração, alinhamento ou agrupamento dos edifícios.

**Experiências de projeto em Habitação de Interesse Social**

## 2. Experiências de projeto em HIS

Este capítulo apresenta, primeiramente, uma visão geral e sucinta do paradigma da introdução das tecnologias CAD e CAM e o potencial generativo e criativo dos meios digitais no processo de projeto, bem como introduz as abordagens do Projeto Paramétrico, Projeto baseado em regras e a combinação de ambas as abordagens. Cabe ressaltar que são tratados apenas alguns aspectos, uma vez que esses temas poderiam constituir objetos específicos de pesquisa. Contudo, acredita-se que os pontos destacados possuem relevância para situar a relação entre as transformações no processo de projeto, a produção arquitetônica e a temática da presente pesquisa. Para ilustrar essas experiências, são apresentados os seguintes projetos antecedentes, e suas principais contribuições para o desenvolvimento do método de projeto proposto nesta pesquisa: (1) Transferência de Inovação Tecnológica na Autoconstrução de Moradias (TITAM), (2) *Instant House*, (3) Casa Generativa.

### 2.1. Antecedentes

Steele (2001) aponta três grandes revoluções tecnológicas que marcaram e modificaram o curso da história humana: a agrária, a industrial e a informática. O impacto das duas primeiras revoluções no campo da arquitetura foi amplamente discutido; no entanto, a revolução informática, iniciada nos anos 1950, está em desenvolvimento e sua consequência ainda não pode ser mensurada. As mudanças decorrentes deste processo introduziram novos paradigmas em relação à produção industrial e a concepção de produtos, alcançando inclusive o setor habitacional. Hoje vivenciamos uma nova abordagem em direção à personalização em série, em contraposição à padronização Moderna.

A partir do panorama contemporâneo, o espaço é redesenhando através da multiplicidade de dispositivos e ferramentas resultantes da Era da Informação – dispositivos

que possibilitam novas realidades arquitetônicas e sugerem formas mais complexas, abertas e dinâmicas. Dessa forma, as tecnologias digitais estão transformando não apenas os processos de projeto, como também a prática arquitetônica - sua produção e fabricação, possibilitando avanços na construção alcançados anteriormente apenas nas indústrias automotiva, aeronáutica e naval (KOLAREVIC, 2005). Segundo Kane (2005), apenas recentemente, a profissão do arquiteto conscientizou-se da mudança sutil, no entanto de grande importância para a prática arquitetônica, a qual singularmente vem transformando o cotidiano e o processo de projeto de escritórios nos últimos anos; hoje, pela primeira vez, podemos vivenciar uma geração de jovens profissionais nascidos na era digital. Os avanços nas tecnologias CAD e CAM e o potencial generativo e criativo dos meios digitais, promoveram uma conexão direta entre método de projeto e construção. Como consequência deste fato, a relação histórica entre arquitetura e seus meios de produção sofrem uma mudança de paradigma (KOLAREVIC, 2005), conectando a necessidade cada vez maior da produção em massa que leve em consideração a individualidade na sociedade contemporânea, aplicável desde o desenho industrial alcançando o âmbito do habitat humano. Para Catherine Slessor:

A noção de que a singularidade é agora tão econômica e fácil como obter a repetição, desafia as hipóteses simplificadoras do Modernismo e sugere o potencial de um novo paradigma pós-industrial baseado nas capacidades mais criativas da eletrônica e não da mecânica (SLESSOR, 2000 *apud* KOLAREVIC, 2005, p. 53).<sup>15</sup>

Fischer e Herr (2001) definem a metodologia de projeto generativo, distinguindo-a das abordagens tradicionais, na medida em que o projetista, durante o processo de projeto, não projeta o produto diretamente. Ele projeta um sistema capaz de gerar diversas alternativas de produtos, como mostram as figuras 46 e 47.

---

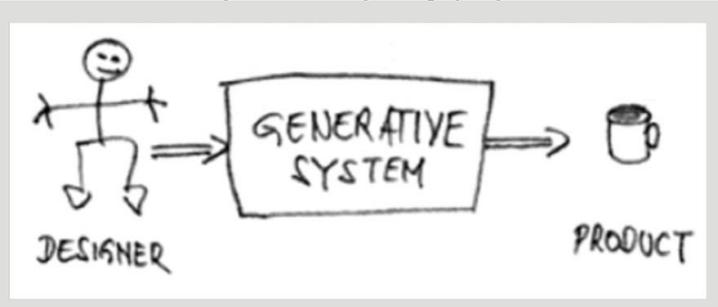
<sup>15</sup> No original: “the notion that uniqueness is now as economic and easy to achieve repetition challenges the simplifying assumptions of Modernism and suggest the potential of a new, post-industrial paradigm based on the enhanced, creative capabilities of electronics rather than mechanics”.

Figura 46: Abordagem tradicional de projeto



(Fonte: FISCHER; HERR, 2001)

Figura 47: Abordagem de projeto generativo



(Fonte: FISCHER; HERR, 2001)

Dentro deste paradigma, a relevância acerca do uso de um sistema generativo, como por exemplo, a Gramática da Forma (*shape grammar*), no processo de projeto e na produção arquitetônica se dá pela possibilidade de gerar diferentes soluções personalizadas utilizando a produção em série, prática que originou o conceito denominado “*mass customization*” (personalização em massa) e um novo paradigma pós-Fordismo para a economia do século XXI. Dessa forma, torna-se possível pensar em métodos que permitem a personalização em massa de bens consumíveis – incluindo habitações –, constituindo componentes individuais personalizados em resposta a diferentes condições locais para criar soluções ótimas dentro das variantes necessárias para cada projeto (KOLAREVIC, 2005).

O conceito de *mass customization* foi definido por autores como Stan Davis (1996), Tseng e Jiao (2001), Pine (1993), e Kaplan e Haenlein (2006), sendo utilizado na arquitetura por José Pinto Duarte em sua tese de doutorado, intitulada “*Customizing Mass Housing: a discursive grammar for Siza's houses at Malagueira*” (2001), na qual se propõe uma discussão acerca das implicações profundas da personalização em massa na arquitetura e na indústria da construção.

Assim, Duarte (2007) define três aspectos de qualidade em relação à produção da habitação: o primeiro implica a satisfação dos requisitos funcionais de acordo com a regulamentação da construção; o segundo aspecto requer a satisfação de requisitos estéticos

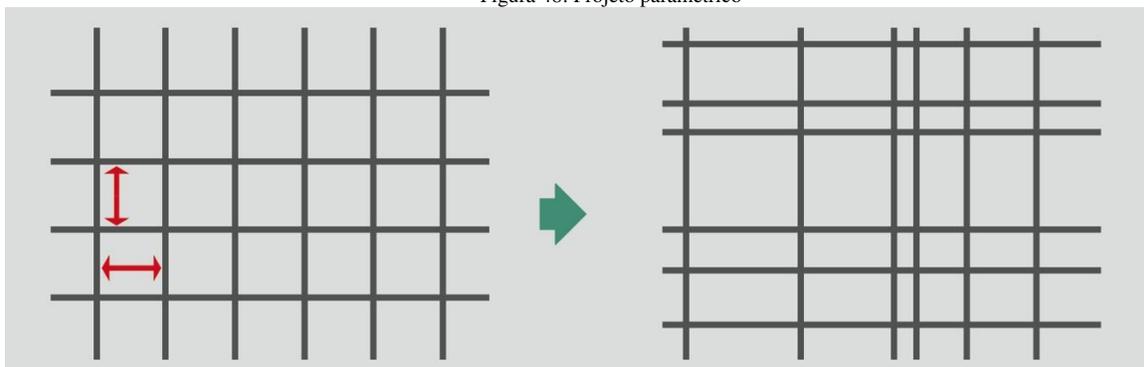
codificados em um determinado estilo de projeto (histórico ou baseado no trabalho de um determinado arquiteto); e o terceiro exige a satisfação de requisitos que podem ser funcionais, estéticos ou relacionados com o custo especificado pelo cliente. Assim, um elevado nível de personalização do projeto conduz a uma elevada satisfação do usuário.

## 2.2. Abordagens projetuais

### a. Projeto paramétrico (*Parametric Design*)

Desde o *Design Methods Movement* – período de discussões, conferências e publicações sobre métodos de projeto nas áreas de arquitetura, engenharia e desenho industrial na década de 1960 - duas abordagens vêm sendo empregadas no sentido de otimizar o processo de projeto e proporcionar maior flexibilidade aos projetos arquitetônicos: a parametrização e o projeto baseado em regras (*rule-based design*) (Figuras 48 e 49). A primeira estratégia consiste em definir relações topológicas entre as partes de um edifício, sendo a definição das medidas precisas uma fase subsequente do projeto. Em geral essas dimensões podem ser selecionadas a partir de um intervalo desejável, com valores mínimos e máximos, sempre múltiplos das medidas dos componentes construtivos, resultando maior flexibilidade e variedade (MONEDERO, 2000).

Figura 48: Projeto paramétrico

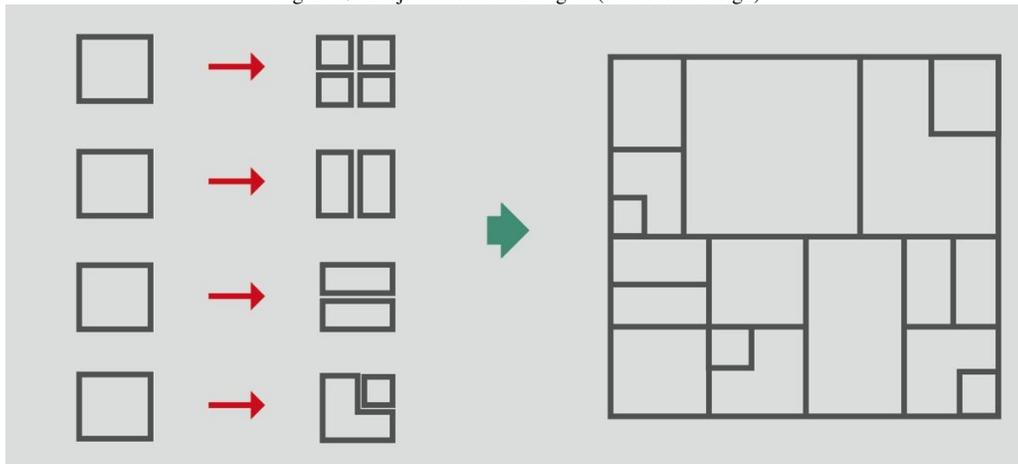


(Fonte: Elaborada pelo autor)

b. Projeto baseado em regras (*rule-based design*)

A estratégia baseada em regras (*rule-based design*) (BROADBENT, 1970) consiste em definir situações em que determinado elemento pode ser conectado a outro, e de que maneira isto pode ocorrer. Este método permite uma variedade ainda maior de projetos, uma vez que a ordem da aplicação das regras pode resultar em composições completamente diferentes.

Figura 49: Projeto baseado em regras (*rule-based design*)

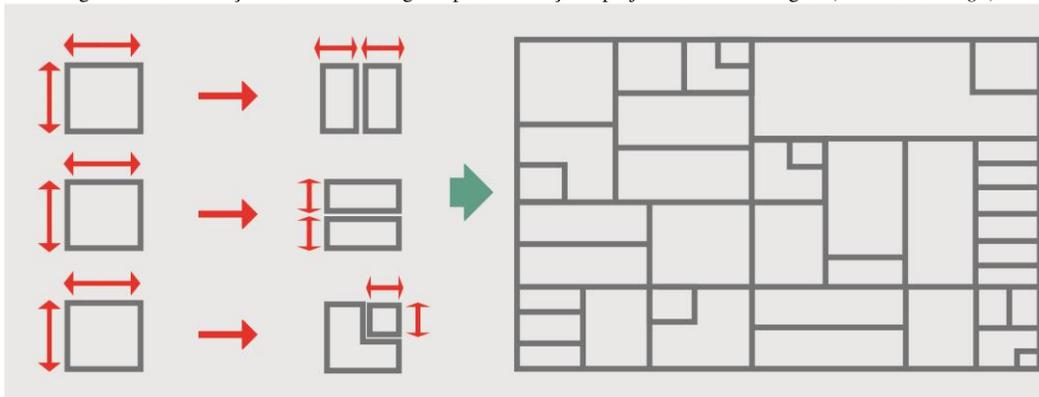


(Fonte: Elaborada pelo autor)

c. Parametrização e *rule-based design*

A presente proposta, objetiva combinar as duas estratégias - regras de combinação e parâmetros - pois pode levar a um número ainda maior de possibilidades, mantendo a racionalidade e a lógica construtiva (Figura 50).

Figura 50: Combinação das duas abordagens: parametrização e projeto baseado em regras (*rule-based design*)



(Fonte: Elaborada pelo autor)

Um dos métodos que vêm sendo utilizados para a geração sistemática de arranjos espaciais personalizados é a Gramática da Forma. Ao longo dos anos, tem sido explorada em diversas aplicações para a resolução de problemas projetuais, permitindo a geração de projetos a partir de uma forma inicial, por meio da aplicação recursiva de regras compositivas (DUARTE, 2007; KNIGHT, 2000; CELANI et al., 2006). Este método permite combinar as regras com a variação paramétrica, gerando uma grande diversidade de possibilidades, mas sempre com uma lógica subjacente. Dessa forma, torna-se possível manter a viabilidade econômica e construtiva das casas populares.

Pensar projetos de habitações em série tem sido um tema importante na arquitetura desde a revolução industrial no século XIX com o êxodo rural em direção às cidades. Durante a primeira metade do século XX, os projetistas tentaram resolver o problema introduzindo na arquitetura processos de produção em série baseados na linha de montagem; esta técnica obrigava a produção de peças standardizadas e produtos idênticos. Contudo, nenhuma das abordagens industriais voltadas para a questão da habitação em série foi capaz de solucionar o problema habitacional (DUARTE, 2007).

De acordo com Nardelli (2010), nas áreas da arquitetura, engenharia e construção (AEC), pode-se apontar experimentações e investigações de novas abordagens tanto no

processo de projeto, como a tendência para migração do sistema CAD para o BIM (*Building Information Modeling*), processos generativos e soluções projetuais condicionadas por determinado desempenho (*performance*), bem como ferramentas de fabricação digital aplicadas a construção. Assim, apresenta-se nesse capítulo projetos anteriores à pesquisa em andamento, cujo processo e/ou construção apresentaram inovações relativas ao desenvolvimento projetual: (1) projeto TITAM (1995), (2) *Instant House* (SASS, 2005; SASS, L., BOTHA, 2006) e (3) Casa Generativa (CASA G, 2010).

### **2.2.1. Transferência de Inovação Tecnológica na Autoconstrução de Moradias (TITAM)**

Em 1995, um grupo de pesquisadores do Departamento de Arquitetura e Construção (DAC) da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) da UNICAMP desenvolveu uma metodologia automatizada de projeto arquitetônico para casas populares implementada na ferramenta computacional denominada AUTOMET. O objetivo do projeto intitulado *Transferência de Inovação Tecnológica na Autoconstrução de Moradias* (TITAM) foi caracterizar a autoconstrução em Campinas, visando o suporte ao projeto arquitetônico de casas populares, considerando os recursos de CADD (*Computer Aided Design and Drafting*). A ferramenta AUTOMET possibilitou o desenvolvimento de projetos arquitetônicos em 2D e 3D para casas térreas de interesse social, mais especificamente voltada para a autoconstrução, sendo desenvolvida com a ferramenta AutoCad R.12 e programação em Autolisp (KOWALTOWSKI, 2003).

Para o desenvolvimento do aplicativo AUTOMET foram analisados 524 questionários em bairros autoconstruídos na cidade de Campinas. Dessa forma foram definidos os perfis dos moradores e necessidades requeridas. O questionário incluiu o levantamento de dados sobre: propriedade e modo de construção das casas implantadas no lote, a pretensão de permanência do ocupante no lote, a tipologia e satisfação com o bairro, o

número de pessoas que habitam a casa e a existência de inquilinos morando junto à família proprietária da residência (KOWALTOWSKI; RUSCHEL, 1995).

Para a implementação do projeto TITAM estabeleceu-se contatos com órgãos relacionados à HIS para a divulgação da metodologia de apoio e formalização de convênios, dentre eles, a Companhia de Habitação do Município de Campinas (COHAB de Campinas) e empresas do setor privado. O projeto ainda contava com um centro móvel de transferência de tecnologia – um veículo Blazer concedido pela GM do Brasil adaptado para a instalação de equipamentos de apoio ao projeto, como impressora e notebook (Figura 51). Após a etapa de transferência, a equipe do projeto acompanhou as construções e posteriormente, realizou uma coleta de dados por meio de questionário específico, medições técnicas e registros fotográficos de cada obra (KOWALTOWSKI, 2003).

Figura 51: Cenas do centro móvel de atendimento no Jardim Conceição, em Sousas – distrito de Campinas, para a transferência de inovação tecnológica na autoconstrução de moradias



(Fonte: KOWALTOWSKI, 2003)

O aplicativo AUTOMET tem a limitação de trabalhar apenas com parâmetros dimensionais. No entanto, se combinasse a utilização de regras com a variação paramétrica poderia oferecer maior variedade de plantas. De qualquer forma, o projeto evidencia a

importância da utilização de sistemas computacionais introduzidos ao processo de projeto arquitetônico, bem como salienta a necessidade de ampliar a aplicação de novas ferramentas voltadas ao problema habitacional no Brasil.

Assim, o projeto TITAM é uma referência importante para a definição da pesquisa aqui apresentada, pois mesmo com objetivos distintos, ambas as pesquisas buscam propor soluções inovadoras para a problemática que envolve HIS, a partir da utilização de sistemas CAD e novas metodologias projetuais.

### ***2.2.2. Instant House***

O sistema denominado *Wood Frame Grammar* dispôs do uso da Gramática da Forma, para desenvolver um sistema generativo implementado em VBA para provisão de habitações de emergência personalizadas. Este projeto foi desenvolvido especialmente para as vítimas da cidade de New Orleans, após o desastre causado pelos furacões Rita e Katrina, e se baseia no catálogo de padrões *Louisiana Speaks*, criado pela organização *Urban Design Associates*. A publicação fornece diretrizes para a construção de formas e detalhes para a produção de uma casa ou edifício comercial no estilo Louisiana. A partir desse catálogo foi desenvolvida uma Gramática da Forma, que buscou incorporar elementos ornamentais vernaculares nas habitações de uso provisório (Figura 52), provendo maior conforto psicológico às vítimas do desastre (SASS, 2008).

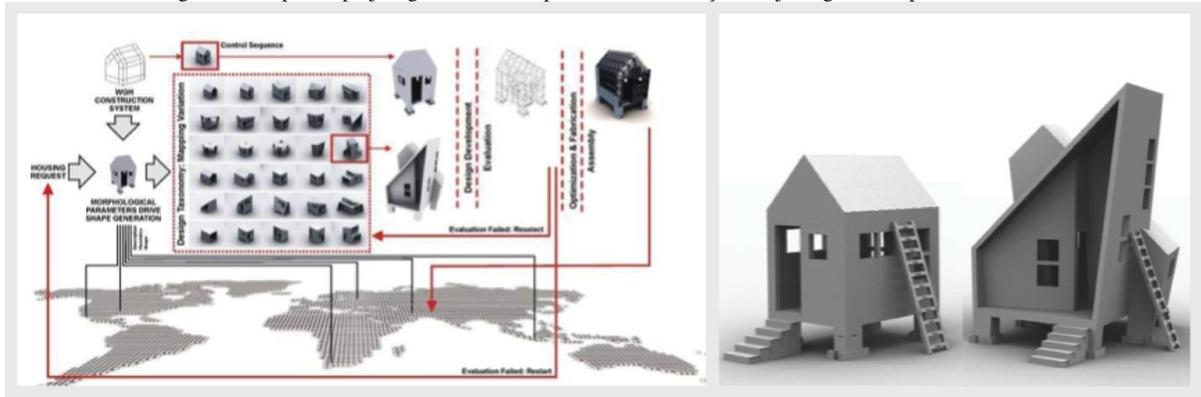
Figura 52: Detalhe ornamental de fachada e montagem da habitação de emergência em estilo Louisiana



(Fonte: SASS, 2008)

O projeto se inicia a partir de um quadro morfológico onde são definidos critérios regionais, como clima, localização, restrição espacial, variação estilística e influência vernacular; dessa forma é gerada uma única solução – de forma aleatória ou preferencial - a partir da combinação de um conjunto de variáveis (Figura 53).

Figura 53: Etapas do projeto generativo e do processo de fabricação. Projetos gerados a partir do sistema

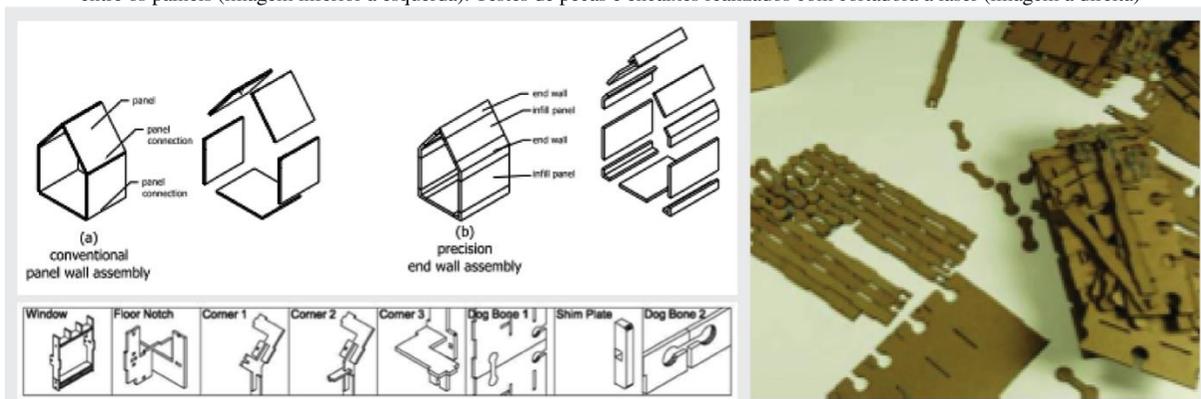


(Fonte: SASS e BOTHA, 2006)

A gramática é empregada para dividir uma forma sólida inicial em componentes para fabricação digital por meio de uma fresadora CNC, sendo a construção constituída apenas por um tipo de material – folhas de madeira compensadas de 3/4”- proporcionando melhor

acabamento e qualidade entre as conexões em comparação a construção tradicional que utiliza diferentes materiais e corte manual das peças (Figura 54) (SASS, 2005).

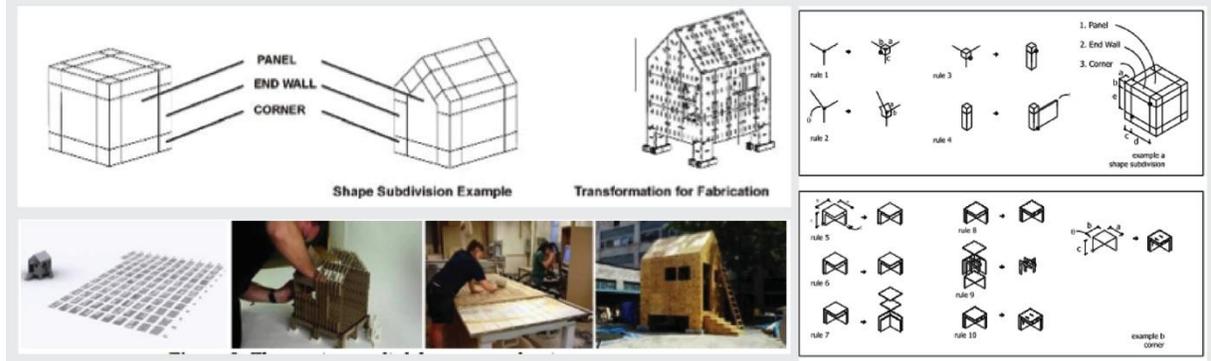
Figura 54: Sistema tradicional de encaixe de painéis e painéis cortados com fresadora CNC (imagem superior à esquerda). Tipos de conexão entre os painéis (imagem inferior à esquerda). Testes de peças e encaixes realizados com cortadora a laser (imagem à direita)



(Fonte: SASS, 2005; SASS, BOTHA, 2006)

A Gramática da Forma desenvolvida para geração das peças da *Instant house* utiliza operações básicas de subdivisão para definir 3 categorias de construção não tradicional em madeira: paredes de extremidade (*End walls*), cantos (*Corners*) e painéis de enchimento (*Infill Panels*). A partir do desenvolvimento do sistema generativo, foram executados testes em escala reduzida utilizando uma cortadora a laser; essa etapa foi desenvolvida em apenas algumas horas, reproduzindo uma réplica perfeita do modelo em escala real, bem como contribuiu para checar a sequência da construção, testar as conexões entre as partes e avaliação do projeto materializado (Figura 55). Contudo, a construção do protótipo em escala real consome 3 dias de montagem em 2 pessoas (SASS e BOTHA, 2006).

Figura 55: Exemplo de subdivisão da forma e transformação para fabricação (imagem superior à esquerda). Etapas de avaliação do modelo em escala reduzida e em escala real (imagem inferior à esquerda). Regras da gramática denominada Wood frame Grammar (imagem à direita)



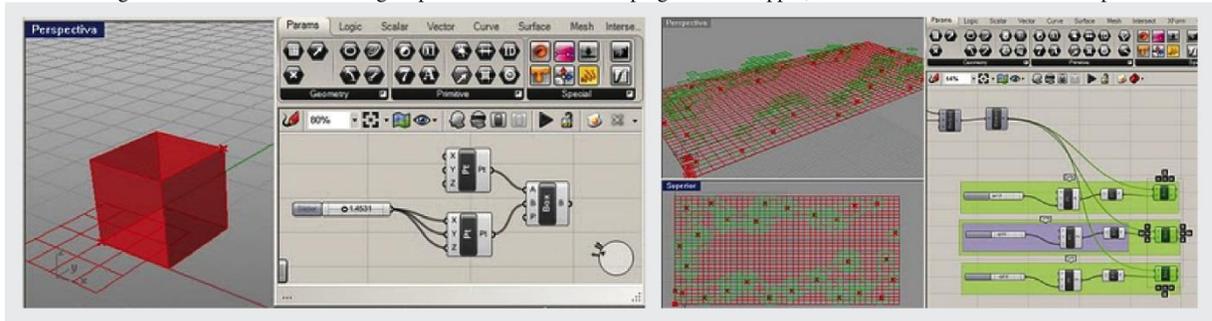
(Fonte: SASS, 2005; SASS e BOTHA, 2006)

Este projeto contextualiza e justifica a utilização de um método de fabricação digital aliado a um processo de projeto generativo, uma vez que no caso da *Instant house* foi desenvolvido um sistema complexo de partes interconectadas, referências cruzadas que o sistema faz ajustes automáticos de acordo com as alterações, tornando difícil seu desenvolvimento manualmente, além da otimização do uso do material, corte das peças e personalização das habitações.

### 2.2.3. Casa Generativa

Desenvolvido a partir de Maio de 2010 na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS pelos professores Dr. Benamy Turckienicz e Dr. Rodrigo Garcia Alvarado, o projeto da Casa Generativa – Casa G – foi criado em um processo de colaboração durante *workshops* e aulas, tendo como foco a exploração de ferramentas digitais aplicadas ao processo projetual – como o uso de *plug-ins* paramétricos e de desempenho desenvolvidos para o software Rhinoceros: Grasshopper, Scan&Solve, Galapagos e Geco – bem como a utilização da fabricação digital na execução do projeto – cortadora a laser e fresadora CNC (Figura 56).

Figura 56: Exercícios de modelagem paramétrica utilizando o plug-in Grasshopper, desenvolvido em aulas e workshops



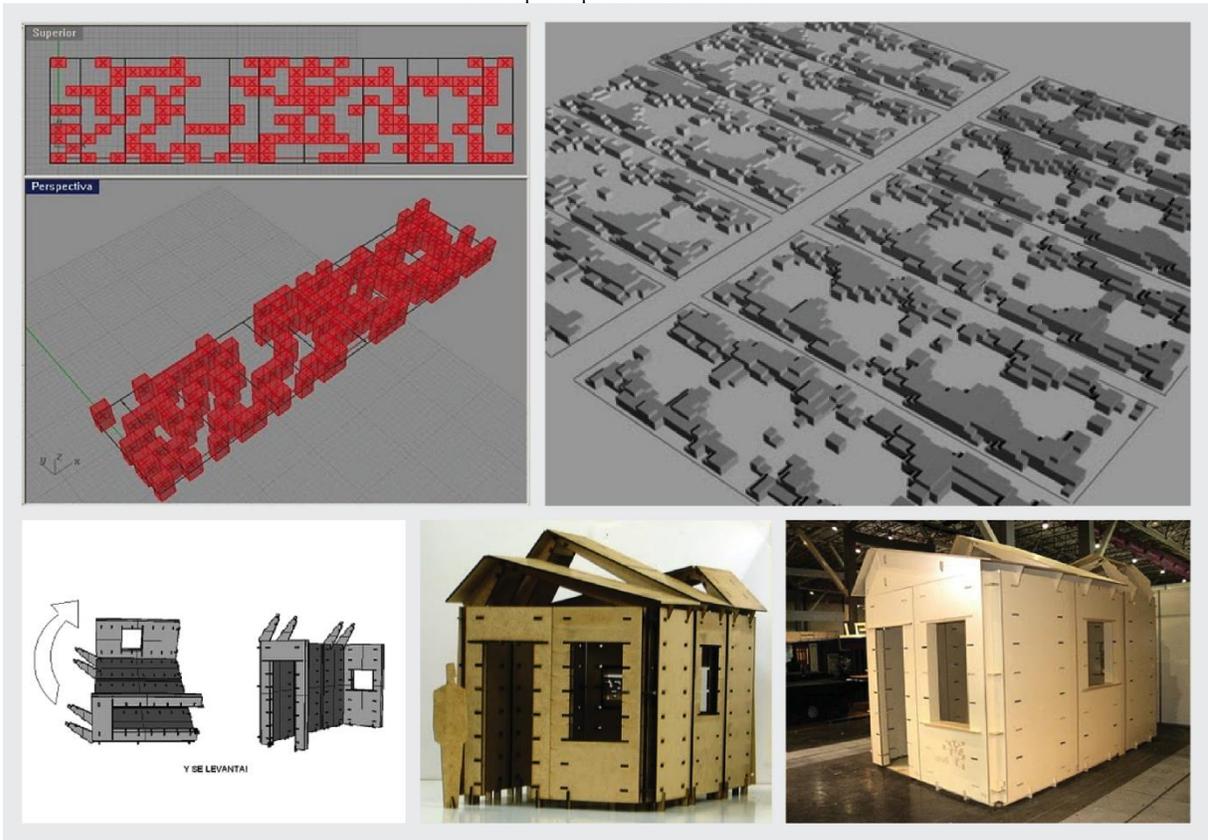
(Fonte: GARCIA, 2010<sup>16</sup>)

A partir de referências como o projeto da *Instant House* (SASS, 2005; SASS e BOTHA, 2006), do MIT, a proposta da Casa G, é pensada partindo do desenvolvimento de um sistema para geração do projeto da habitação e de uma abordagem paramétrica, constituindo exemplos de implementação em VBA e em Grasshopper. Este sistema permite a parametrização das peças, espessura do material, encaixes, aberturas, etc, otimizando o processo de desenvolvimento e alterações no projeto.

O processo de projeto da Casa G está disponível no blog: <http://casagenerativa.blogspot.com.br/>, registrando cada etapa do desenvolvimento da pesquisa, desde os primeiros estudos de encaixes e mobiliário paramétrico, à construção do protótipo em escala real, bem como estudos relacionados à modulação e implantação de unidades habitacionais. Segundo Sass e Botha (2006) as tecnologias de prototipagem rápida contribuíram de forma efetiva como ferramenta de análise e simulação da montagem dos protótipos em escala real, assim como no projeto da Casa Generativa (Figura 57).

<sup>16</sup> Disponível em: <<http://casagenerativa.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 03 de Agosto de 2012.

Figura 57: Exercícios no Grasshopper de implantação de unidades habitacionais, instruções de montagem, modelo desenvolvido na cortadora a laser e protótipo final em escala 1:1



(Fonte: GARCIA, 2010<sup>17</sup>)

A análise desses projetos contribuiu para verificar a viabilidade da utilização das abordagens projetuais: paramétrica e estratégia baseada em regras (*rule-based design*), das tecnologias de prototipagem rápida (corte a laser) e fabricação digital (fresa CNC e máquina *Contour Crafting*) para geração de projetos de habitação de interesse social e emergencial.

<sup>17</sup> Disponível em: <<http://casagenerativa.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 03 de Agosto de 2012.

## **2.3. Gramática da Forma como método de análise de conjuntos de HIS**

Nessa etapa da pesquisa, apresenta-se a análise de dois projetos de conjuntos de HIS utilizando a Gramática da Forma como método. Esses projetos foram escolhidos por apresentarem maior riqueza espacial no que tange a implantação das unidades habitacionais e sua relação com os espaços públicos. O primeiro estudo teve início na disciplina de Gramática da Forma, ministrada pelos professores Dr. José Pinto Duarte e Dr. José Romão, na Faculdade de Arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa e teve como objetivo desenvolver uma Gramática da Forma, para o conjunto habitacional Belapur, na Índia (MENDES et al., 2013b). E o segundo, contou com a colaboração do prof. Dr. José Beirão durante o período de professor visitante na Universidade Estadual de Campinas, no qual analisamos o projeto desenvolvido pelo arquiteto Christopher Alexander para o PREVI, em Lima (MENDES et al., 2013c).

### **2.3.1. Conjunto habitacional Belapur**

Esse estudo teve como objetivo aplicar o método da Gramática da Forma para analisar o projeto do conjunto habitacional Belapur, localizado em New Bombay, na Índia, desenvolvido pelo arquiteto Charles Correa, em 1986. Para o mesmo projeto, foram desenvolvidas duas abordagens diferentes – *bottom-up* e *top-down* – com o objetivo de compará-las e analisar a gramática que melhor corresponde ao projeto. Dessa forma, observou-se o potencial do método para gerar um sistema de projeto que contribua para o desenvolvimento de maior diversidade nas áreas externas e espaços públicos, incentivando a apropriação do espaço e identidade dos moradores.

### 2.3.1.1. Abordagem *Bottom-up*

No livro *A Pattern Language* (1977), Alexander e seus colaboradores definem uma teoria e instruções de aplicação para o uso de uma linguagem de padrões em diferentes escalas de projeto - desde a escala da cidade e desenho urbano até a escala da construção, jardim e layout das unidades habitacionais. O objetivo principal desse estudo foi definir um método para o desenvolvimento de um sistema *bottom-up* para geração de implantação urbana de conjuntos de HIS, que possa ser implementadas baseado em uma lógica incremental, inspirada nos assentamentos informais que surgem a partir da adição progressiva de aglomerados habitacionais e áreas comunitárias associadas.

Essa análise parte da hipótese que propõe o desenvolvimento de uma gramática genérica para melhorar a qualidade dos conjunto de HIS, incluindo a melhoria dos espaços públicos e áreas comunitárias. O conceito de gramática genérica foi apresentado por Li (2001) e consiste em uma Gramática da Forma amplamente aplicável que incorpora as características de uma linguagem razoavelmente abstrata, cujo potencial é capaz de produzir soluções em contextos diferentes, de acordo com as especificidades do projeto.

Pesquisas atuais apresentam a aplicação de gramáticas genéricas em diferentes escalas – Castro e Costa (2014) propõe o desenvolvimento de uma Gramática da Forma para criação de coleções de peças de cerâmica; Benrós *et al.* (2012) propõe o desenvolvimento de uma gramática genérica aplicado à habitação e Beirão (2012) desenvolveu uma gramática genérica para desenho urbano. A estrutura para o desenvolvimento de uma gramática genérica consiste em 4 partes: (1) a inferência de uma gramática analítica específica a partir de um estudo de caso existente; (2) a criação de uma gramática generalizando as regras obtidas a partir da análise dos estudos de caso; (3) para melhorar a qualidade dos projetos a gramática genérico final é revisado de acordo com critérios qualitativos para áreas públicas e comunitárias com base na literatura para desenho urbano e planos habitacionais (Pedro, 1999; Barton *et al.*,

2010.); e (4) a aplicação da nova gramática revista no desenvolvimento de projetos específicos para projetos de conjuntos de HIS.

A metodologia de projeto consiste na utilização da Gramática da Forma como um método analítico aplicado para estudar o projeto do plano Belapur, objetivando capturar o método de projeto utilizado pelo arquiteto para obter áreas comunitárias emergentes, como o resultado da aplicação recursiva de regras locais que envolvem relações espaciais entre lotes e áreas de acesso público comum. O aspecto interessante do conjunto habitacional Belapur é que exemplifica como gerar simultaneamente habitações e uma estrutura emergente hierarquizada do espaço público. As relações espaciais e regras locais podem ser expressas na forma de uma Gramática da Forma que descreve o sistema de habitação Belapur como um sistema incremental que segue os princípios de incrementalidade e maleabilidade, definidos por Correa em sua declaração de direitos de habitação no terceiro mundo (Correa , 1999).

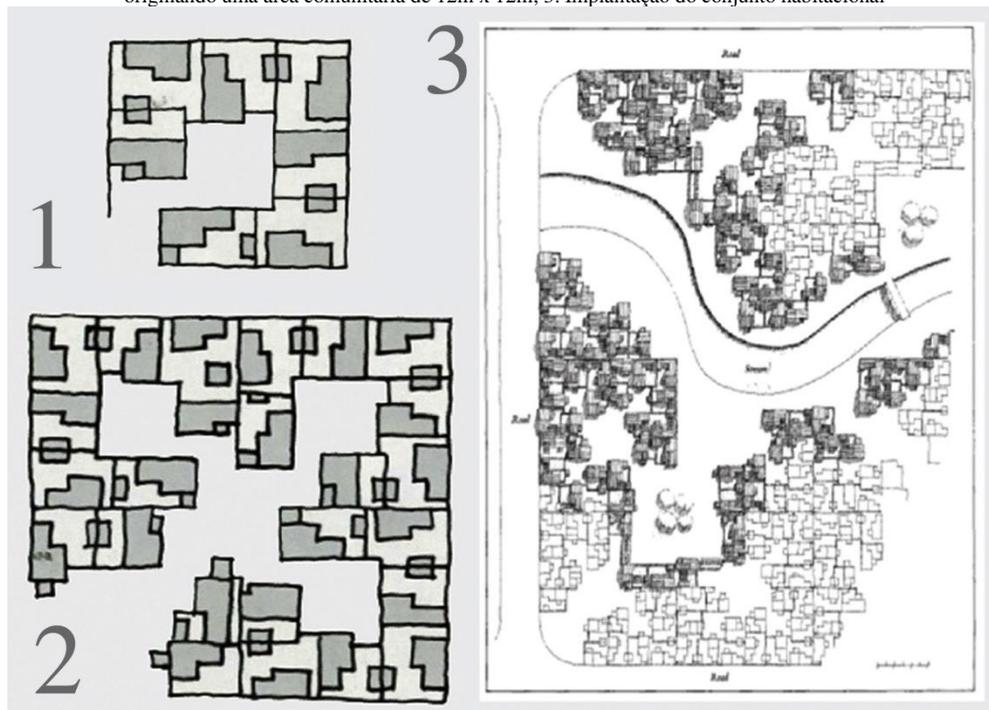
O conjunto habitacional Belapur foi projetado por Charles Correa, em 1983-1986 para acomodar mais de 90% da população de baixa renda de Bombay. As tipologias variam de 45m<sup>2</sup> a 70m<sup>2</sup> e abrangem quase toda a gama de grupos de baixa renda - do menor às categorias média-alta (Correa, 1989).

O conjunto comporta altas densidades - 500 habitantes por hectare, incluindo áreas externas, escolas, etc (Correa, 1999) e está implantado em seis hectares, localizado a 1 km do centro da cidade de New Bombay. A característica mais relevante deste projeto para a presente pesquisa é a maneira como as áreas externas são organizadas em uma hierarquia de espaços comunitários como uma estrutura fractal; consistindo na organização de 7 unidades habitacionais em torno de um pátio íntimo com cerca de 8m x 8m (Figura 58-1). Esta composição é repetida numa escala maior, como mostrado na Figura 58-3 criando uma composição semelhante que se pode ser repetido numa escala ainda maior , por conseguinte, a criação da estrutura fractal. A primeira configuração oferece mais privacidade e um senso de

bairro em escala menor. Três desses grupos se combinam para formar um módulo maior de 21 casas, em torno de um espaço comunitário de 12m x 12m (Figura 58-2).

As casas foram projetadas como um módulo evolutivo, onde "as unidades são colocadas perto o suficiente para proporcionar as vantagens da alta densidade, mas separado o suficiente para permitir a identidade individual e crescimento" - esta estratégia permite o crescimento de um único alpendre para uma casa urbana (CORREA, 1989; 1999), pois cada habitação é independente e não compartilha qualquer parede ou terra com os seus vizinhos, permitindo que uma família possa ampliar sua casa de acordo com as suas necessidades, por meio de auto-construção. Tal política em relação a extensão da casa se assemelha ao conceito desenvolvido pelo escritório Elemental para o projeto Quinta Monroy, no Chile (ARAVENA e IACOBELLI, 2010).

Figura 58: 1. Módulo: sete unidades habitacionais ao redor da área comunitária de 8m x 8m; 2. Módulo composto por 21 casas, originando uma área comunitária de 12m x 12m; 3. Implantação do conjunto habitacional



(Fonte: Correa, 1989)

O projeto Belapur foi analisado porque seu conceito de projeto apresenta qualidades que permitem o crescimento em escala local por meio de um processo *bottom-up* e contém regras para evoluir e gerar espaços externos hierárquicos e áreas comunitárias. Esta forma secundária dá origem a um sistema de crescimento, como uma estrutura fractal. Em outras palavras, esta abordagem *bottom-up* é capaz de responder às necessidades de crescimento e proporcionar espaços externos e comunitários de acordo com as necessidades das populações. De acordo com Correa:

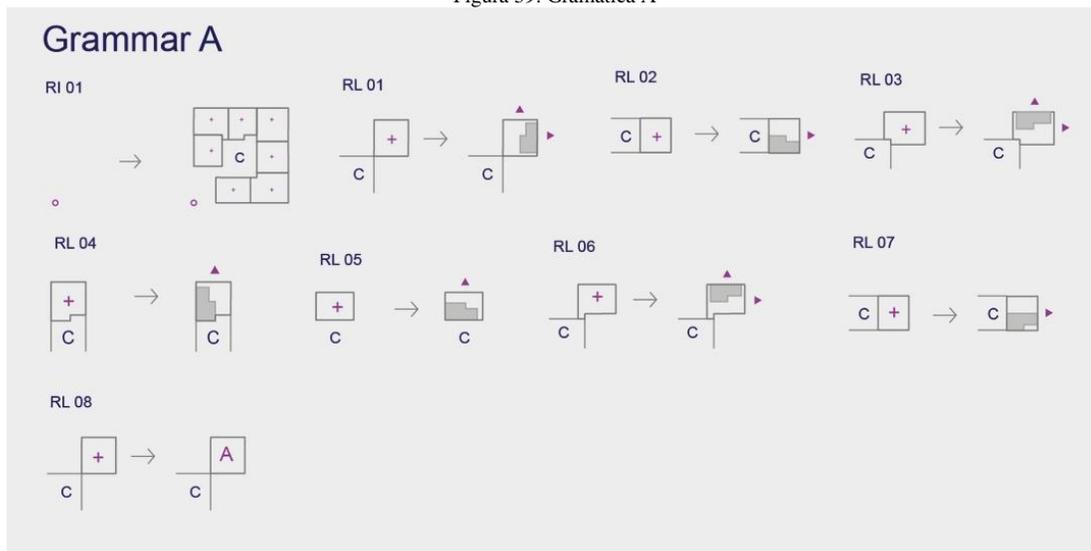
“If there ever is a Bill of Rights for housing in Third World, it would surely have to include – enshrine! – the following cardinal principles: Incrementality, Pluralism, Malleability, Participation, Income generation, Equity, Open-to-sky space, Disaggregation” (Correa, 1999, p. 109).

O raciocínio *bottom-up* subjacente ao projeto pode ser demonstrado nessa gramática desenvolvida. O sistema pode ser descrito com três gramáticas paralelas: Gramática A, que preenche os lotes com um volume inicial da casa, a Gramática 0 - que define as regras de extensão da casa dentro dos lotes e a Gramática B, cujo objetivo é estabelecer as relações espaciais entre os blocos.

Nessa análise observou-se a emergência de ordem no espaço público, em particular, na emergência dos três níveis hierárquicos do espaço público. Para isso, algumas hipóteses foram consideradas para simplificar a apresentação do argumento em discussão aqui. Além disso, os desenhos de Charles Correa ilustram menos do que o real potencial subjacente do seu sistema, ainda que os conceitos de incrementalidade e maleabilidade sugerem uma utilização muito mais ampla das regras e da exploração de outras variações simples. Como tal, as hipóteses aqui consideradas são basicamente duas: (1) que o módulo (bloco) é composto por 7 lotes organizados em torno de um espaço público comum - é sempre o mesmo, ou seja, possui exatamente a mesma geometria e sempre é composto por lotes idênticos, embora observou-se lotes ligeiramente diferentes dentro de cada bloco - essa consideração corresponde exatamente

aos desenhos de Correa (Figura 58-1); (2) a Gramática 0, que definem a inserção da casa no lote, é ignorada aqui, pois não desempenha qualquer função na geração dos espaços públicos no conjunto habitacional Belapur. No entanto, devido as regras que definem as relações espaciais entre os blocos (Gramática B) estarem relacionadas ao fato de algumas casas já estarem construídas ou não, definiu-se que a gramática A simplesmente preenche os lotes com uma casa-tipo (Figura 59).

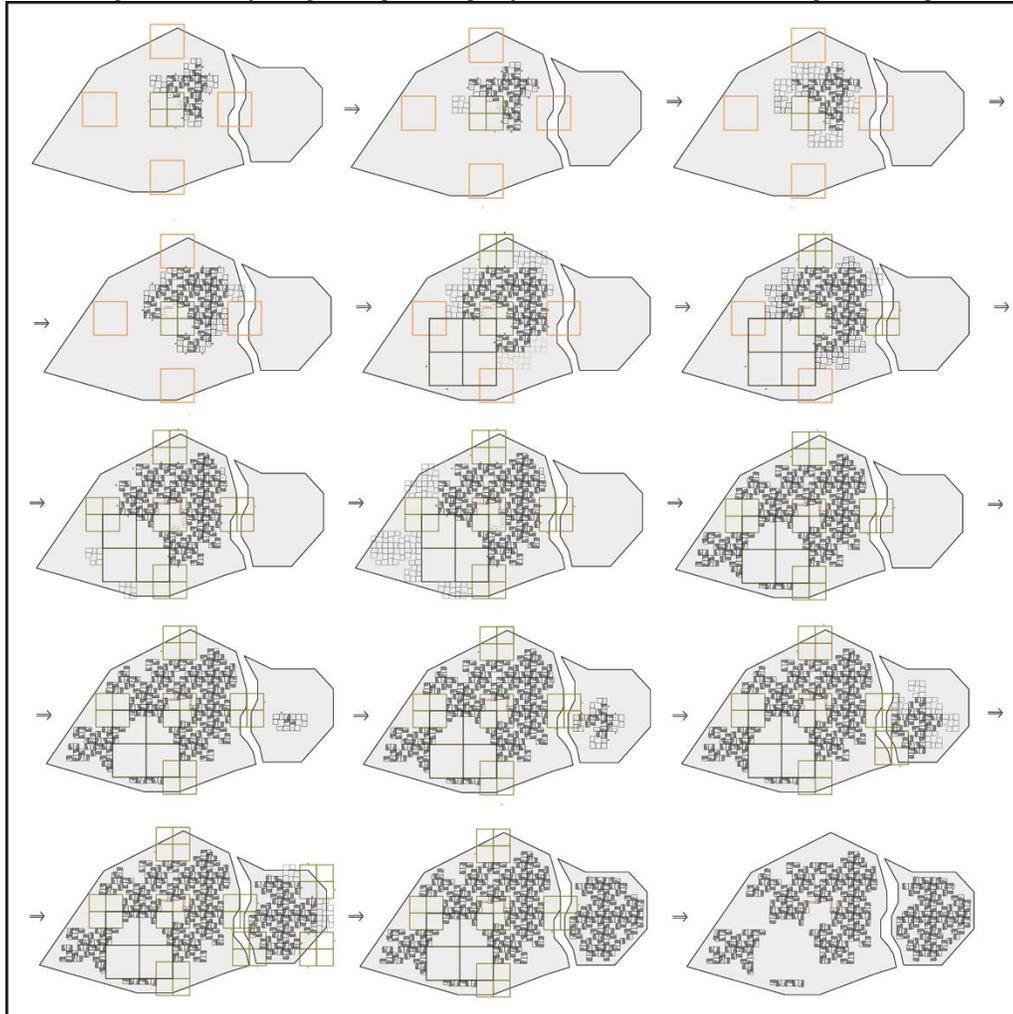
Figura 59: Gramática A



(Fonte: Mendes *et al.*, 2013b)

A combinação dessas gramáticas gera projetos de maneira incremental seguindo os princípios definidos por Charles Correa, aplicando as gramáticas mencionadas. O processo é principalmente aditivo e com base em regras locais, que agem de acordo com as condições dos arredores (Figura 60).

Figura 60: Derivação originada a partir da aplicação da Gramática da Forma de Belapur bottom-up

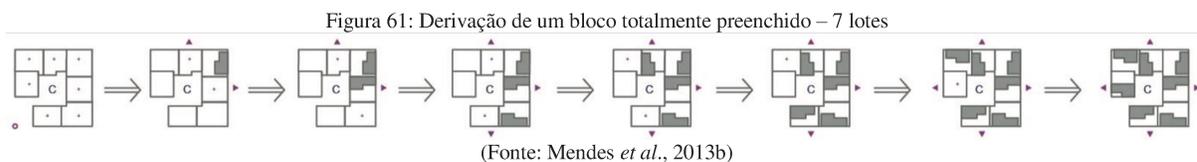


(Fonte: Mendes *et al.*, 2013b)

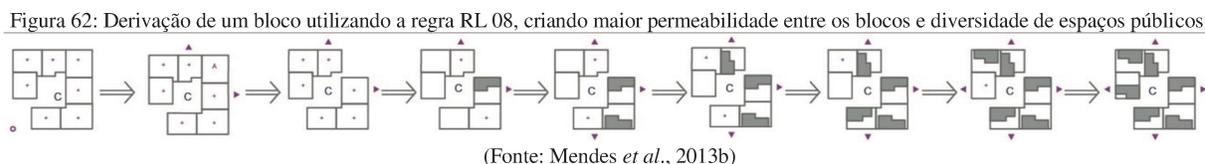
A “Gramática A” consiste em organizar 7 unidades habitacionais por meio do preenchimento dos lotes em torno de um pátio íntimo. No estado inicial, cada lote contém um marcador – *label* - ( + ) definida como " RI 01 ", que pode ser substituído por uma casa. Ao inserir a primeira casa desliga-se todas os marcadores (+), exceto aqueles em lotes vizinhos (Figura 60) . Esta regra garante que a geração seguinte seja derivada por uma condição do lote vizinho. O bloco é preenchido, substituindo os marcadores (+) por casas e adicionando

marcadores (+) aos lotes vizinhos vazios até que todos os lotes sejam preenchidos (ver regras RL 01 a RL 07).

O primeiro lote a ser enchido ao longo de um lado de um bloco gera um marcador (▲) na parte lateral do bloco para a aplicação da gramática B, que pode ser aplicado em qualquer iteração desde o momento em que o marcador está disponível ( Figura 61).

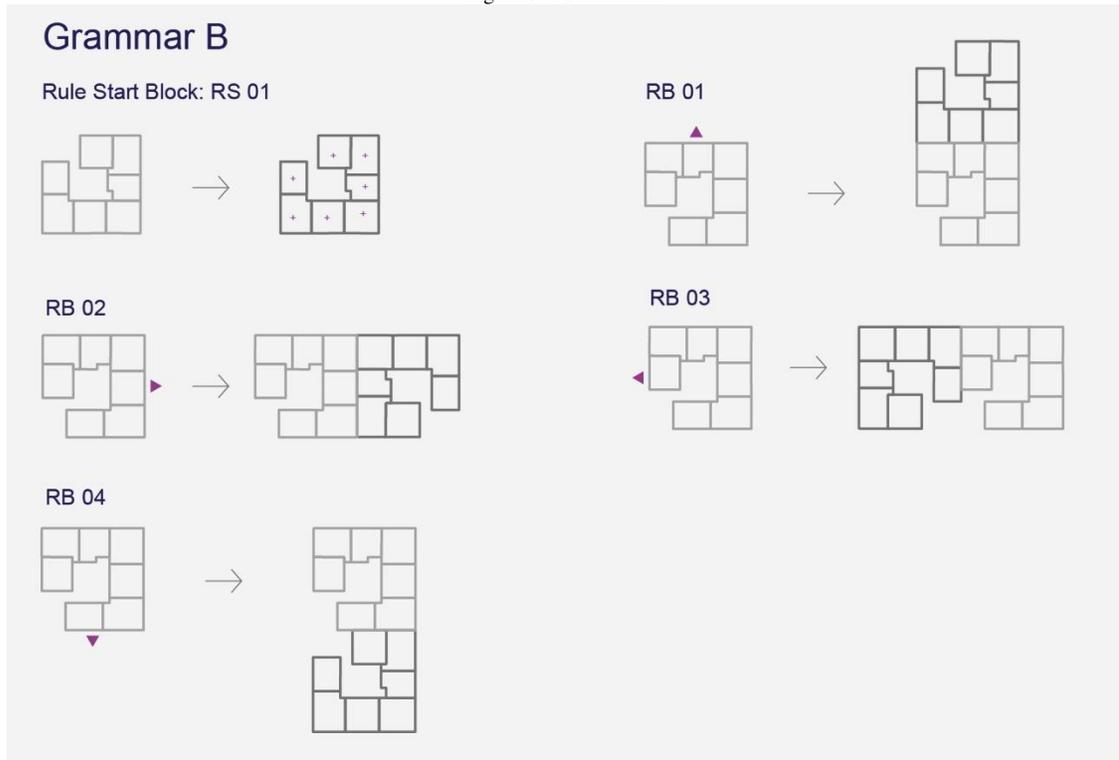


A regra RL 08 define a inserção do marcador (A) cuja função é remover um lote, permitindo assim a permeabilidade do bloco. Esse recurso permite criar diferentes caminhos de acesso aos blocos de habitação, bem como uma maior diversidade de espaços públicos (Figura 62).



O conjunto de regras que compõem a “Gramática B” geram o projeto da escala urbana, definindo as relações espaciais entre três blocos (21 casas), em torno de um espaço comunitário. Essa gramática consiste em quatro regras, associando dois blocos: todas as regras apagam o marcador (▲) e permite a associação de um novo bloco com 7 lotes em 4 relações espaciais distintas. A regra definida como "Start Block" (RS) substitui o novo bloco em cinza e dá início a “Gramática A”, colocando o marcador (+) nos lotes existentes (Figura 63).

Figura 63: Gramática B

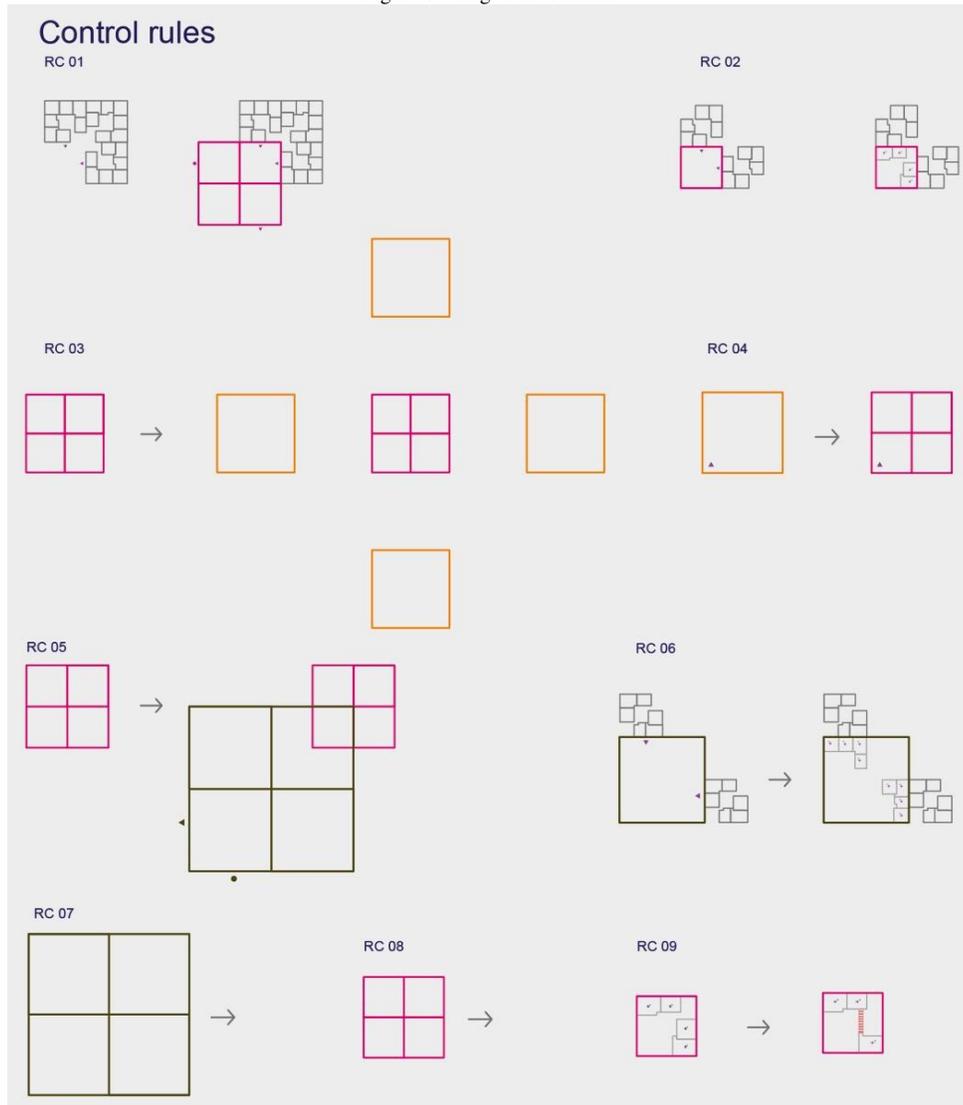


(Fonte: Mendes *et al.*, 2013b)

### Regras de Controle

As regras de controle excluem os marcadores no espaço de um bloco por meio da inserção de 4 lotes opcionais com casas. Assim, a área comunitária permite a inserção de mais 3 áreas que constituem um pátio. Os marcadores ● e ▲ definem possíveis associações com outros blocos (Figura 64). Note-se que os marcadores ● e ▲ restringem duas relações espaciais diferentes em relação à orientação dos blocos. A regra RC 09 remove um dos lotes opcionais dentro do pátio (ver Regra - RC 02) e insere um pórtico para isolar uma unidade bairro constituído por três blocos. Assim, a regra permite criar diferentes níveis de privacidade de acordo com o crescimento da escala dos espaços públicos.

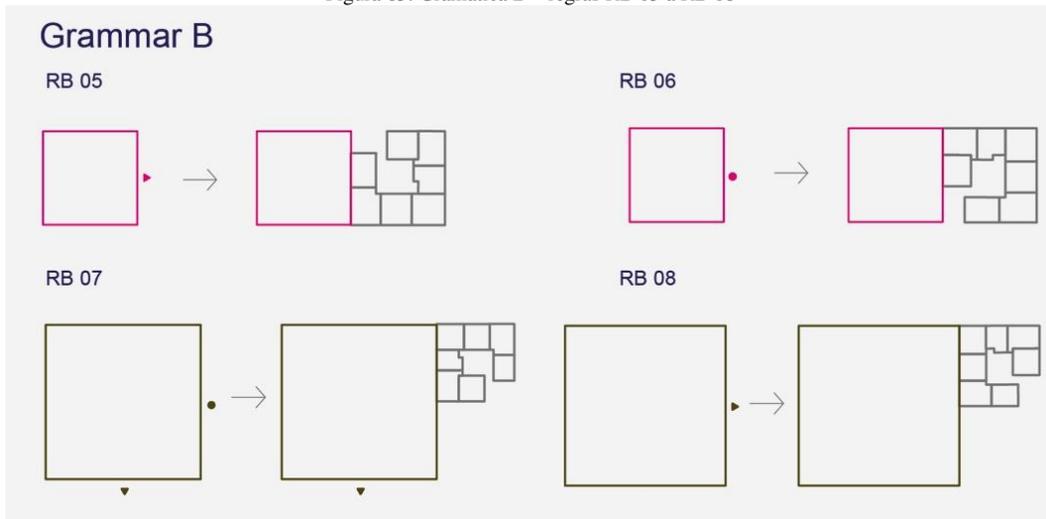
Figura 64: Regras de Controle



(Fonte: Mendes *et al.*, 2013b)

Depois de aplicar as regras de controle, que geram os espaços comuns do conjunto habitacional, é possível aplicar as regras da Gramática B (ver regras RB 05 a RB 08) que permitem a inserção contínua de blocos e aumentar a escala do espaço público (Figura 65).

Figura 65: Gramática B – regras RB 05 a RB 08



(Fonte: Mendes *et al.*, 2013b)

A Gramática B' define a associação entre blocos com acesso na diagonal em duas relações espaciais distintas: todas as regras apagam o marcador (▲) e associam um novo bloco com 6 lotes (Figura 66).

Figura 66: Gramática B' – regras RB 01' a RB 02'



(Fonte: Mendes *et al.*, 2013b)

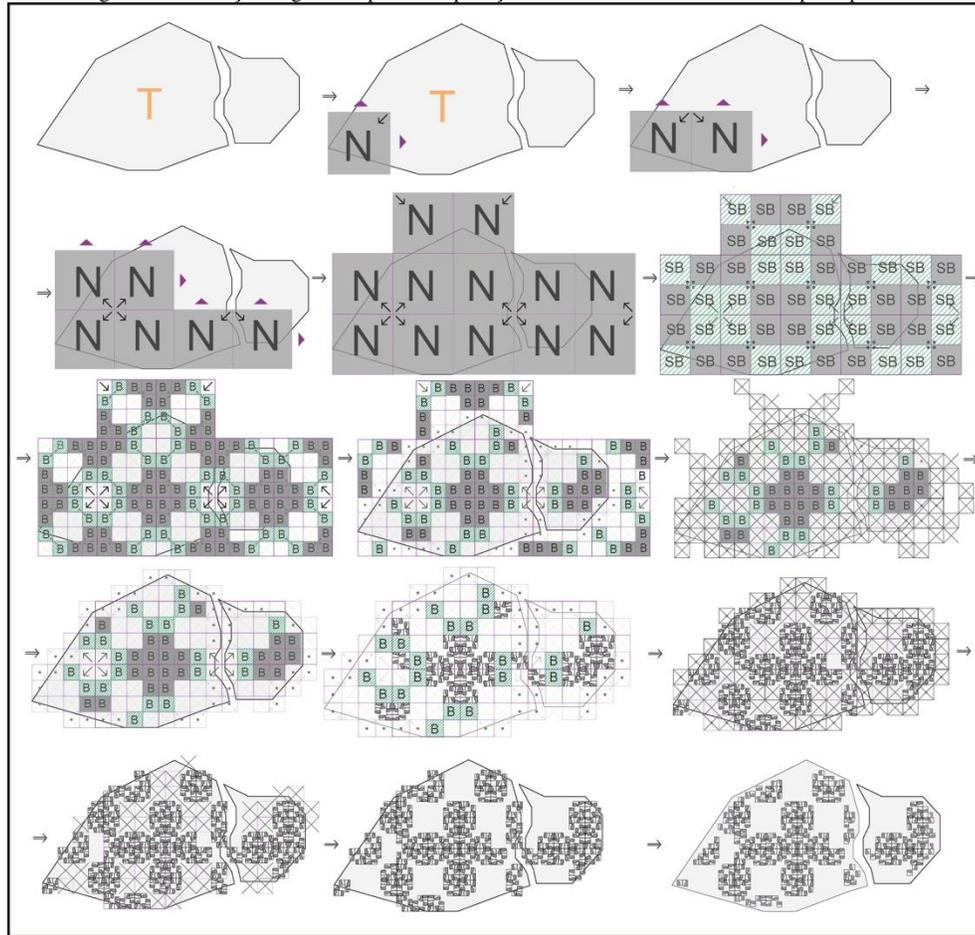
A utilização da Gramática da Forma como método de análise apresenta um sistema de projeto possível, objetivando contribuir para a melhoria dos espaços públicos e áreas comunitárias por meio da inserção de requisitos qualitativos como um mecanismo de controle

que permite a adição de recursos e espaços públicos em uma estrutura hierárquica, de acordo com as necessidades do local.

### **2.3.1.2. Abordagem *Top-down***

O raciocínio *top-down* para gerar a implantação do conjunto habitacional Belapur pode ser demonstrado na seguinte gramática desenvolvida (Figura 67). O sistema pode ser descrito com três gramáticas paralelas: Gramática A, composta pelas regras de vizinhança – responsável pelo preenchimento de todo o terreno com as unidades de vizinhança – representados por quadrados com o marcador (N – *Neighborhood*) que podem ou não ser preenchidos com até 84 lotes (desconsiderando os blocos que serão retirados para dar origem aos “acessos” da quadra).

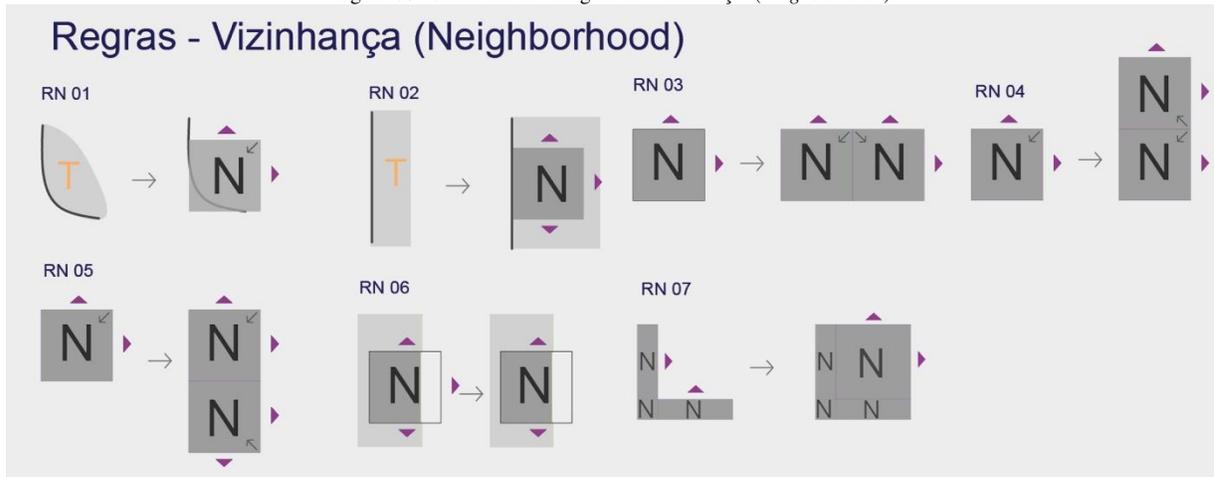
Figura 67: Derivação originada a partir da aplicação da Gramática da Forma de Belapur top-down



(Fonte: Elaborada pelo autor)

A regra RN 01 e RN 02, da Gramática A, definem a inserção da 1ª unidade de vizinhança no terreno, podendo ser localizada em uma esquina da área de implantação ou em um limite qualquer do terreno. As regras RN 03 a RN 07 permitem o preenchimento de toda a área, bem como estabelecem as relações dos blocos e as áreas comunitárias, por meio da inserção do marcador ( ↗ ) para localizar as superquadras (módulo constituído por 3 quadras, ou seja, 21 lotes) que originarão os acessos aos pátios (Figura 68).

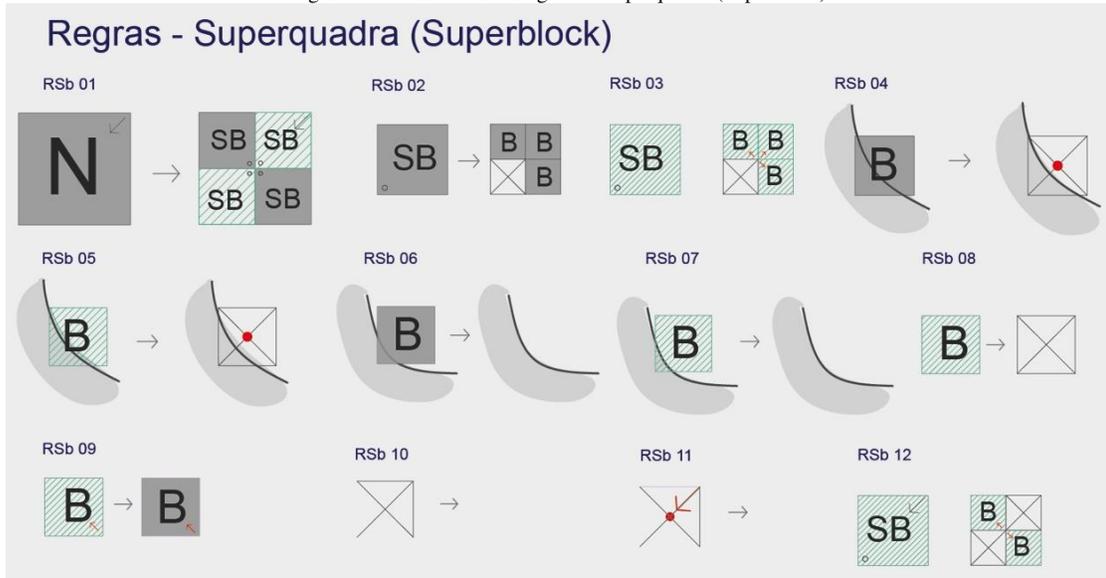
Figura 68: Gramática A – Regras da Vizinhança (*Neighborhood*)



(Fonte: Elaborada pelo autor)

A posição do marcador (↗) definirá a inserção de uma superquadra (SB – *Superblock* - Figura 58-2), que garante o acesso à área comunitária resultante do agrupamento de 3 quadras (B – *Block* – Figura 58-1). A Gramática B é composta por uma regra de subdivisão da unidade de vizinhança (N) em 4 superquadras (SB) – RSb 01, regras de subdivisão das superquadras em 3 quadras (B – *Block*) compostas por 7 lotes cada e um acesso – RSb 02 e RSb 03 ou 2 quadras e dois acessos – RSb 12 – utilizada na substituição da superquadra com o marcador (↗). Além disso, essa gramática é constituída por regras que definem as exclusões de quadras que entrecruzem os limites do terreno (Figura 69).

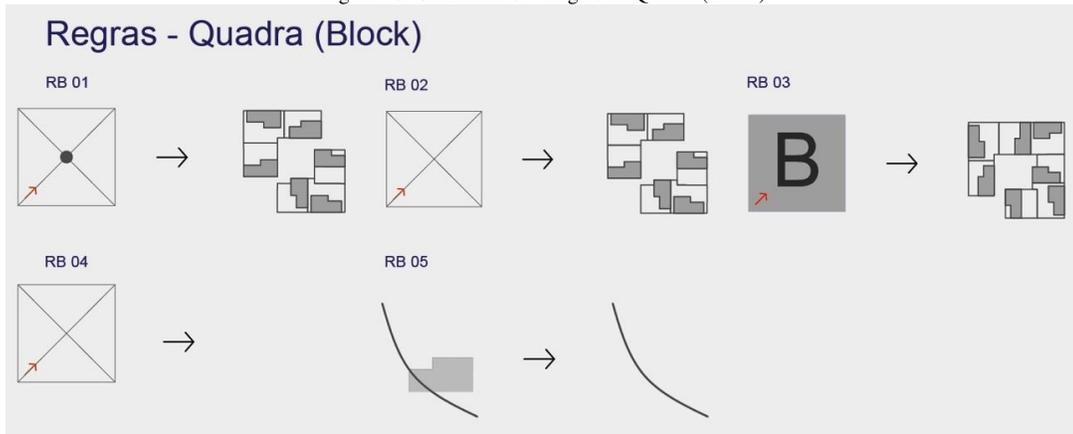
Figura 69: Gramática B – Regras da Superquadra (Superblock)



(Fonte: Elaborada pelo autor)

As regras da Gramática C se referem à substituição dos quadrados com marcadores pelo desenho da quadra, lotes e casas. As regras RB 01 e RB 02 permitem a inserção de quadras com duplo acesso na diagonal e 6 lotes, que podem ser apagados se entrecruzarem os limites do terreno por meio da aplicação da regra RB 05. A regra RB 03 substitui o quadrado com o marcador (B) por uma quadra composta por 7 lotes e o marcador (↗) define o acesso ao pátio interno de aproximadamente 8m x 8m (Figura 70).

Figura 70: Gramática C – Regras da Quadra (Block)



(Fonte: Elaborada pelo autor)

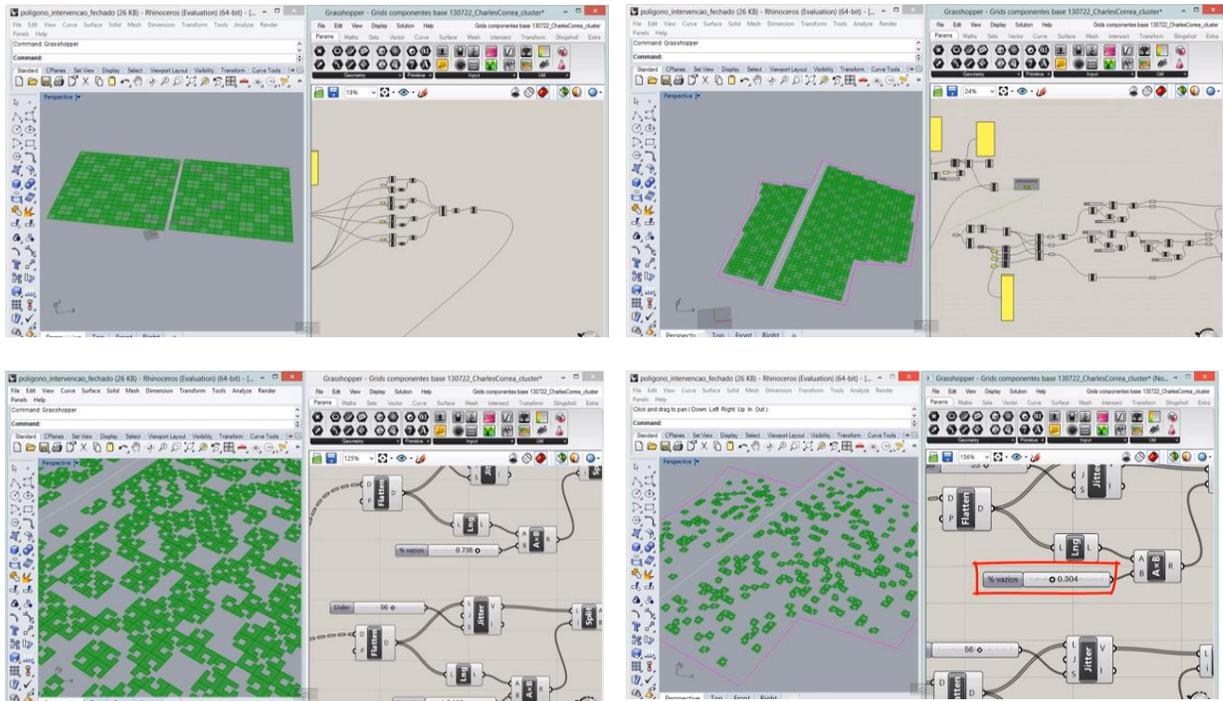
O desenvolvimento de uma Gramática da Forma *top-down* para o estudo do conjunto habitacional Belapur, permitiu analisarmos a escala urbana do projeto de Charles Correa e a hierarquia dos espaços públicos conforme subdividimos os módulos, até atingir a escala da quadra composta por 7 lotes. Por meio desse estudo foi possível analisarmos a malha ortogonal que estrutura a inserção das unidades em diferentes escalas – vizinhança, superquadra e quadra - bem como a criação das áreas comunitárias como resultado da subdivisão fractal e ausência de blocos habitacionais.

Como parte da análise da abordagem *top-down* experimentamos implementar as regras de subdivisão no software de modelagem Rhinoceros e *plug-in* paramétrico Grasshopper<sup>18</sup>, com o objetivo de testar sua viabilidade como um sistema computacional e como ferramenta para otimizar a geração de soluções (Figura 71).

---

<sup>18</sup> A utilização do software de modelagem tridimensional Rhinoceros juntamente com o *plug-in* Grasshopper – *Generative modeling for Rhino* - permite a construção de um modelo paramétrico. A interface do software Rhinoceros permite representar virtualmente a geometria criada pelas regras construídas na interface do *plug-in* Grasshopper. Desta maneira, à medida que os valores dos parâmetros estabelecidos no Grasshopper são alterados, o modelo geométrico é automaticamente atualizado (BARBOSA et al., 2012).

Figura 71: Implementação no software Rhinoceros e plug-in Grasshopper



(Fonte: Elaborada pelo autor)

### 2.3.2. Proyecto Experimental de Vivienda (PREVI – Lima)

Na análise da proposta desenvolvida pela equipe de Christopher Alexander para o concurso PREVI, em Lima, discutiu-se a possibilidade dos padrões (*patterns*) criados para esse projeto gerarem um conjunto de pequenas gramáticas independentes correspondentes a cada padrão descrito no livro *Houses generated by patterns*, de 1969. A partir desse estudo, propõe-se o desenvolvimento de uma gramática genérica ou meta gramática que possa contribuir na melhoria da qualidade dos projetos de conjuntos de HIS, focando, principalmente, em gerar maior diversidade dos espaços públicos e das áreas comunitárias.

A hipótese desse experimento é que a linguagem de padrões, compostas por gramáticas inferidas a partir do projeto e das instruções (ou descrições de cada padrão) escritos por Alexander, possa ser aplicado para projetar novos projetos de conjuntos habitacionais dentro

de um universo formal mais amplo do que o plano urbanístico apresentado (MENDES *et al.*, 2013c).

### **Uma linguagem de padrões**

Christopher Alexander, nasceu em Viena, em 1936 e possui formação em arquitetura e matemática pela universidade de Cambridge, doutorado em arquitetura defendido na Universidade de Harvard, exercendo carreira como professor na UC Berkeley, atualmente, já aposentado. Alexander iniciou sua atividade teórica na década de 60, tornando-se conhecido por seu posicionamento polêmico em relação à prática arquitetônica, ao propor a reestruturação dos modos de compreensão e produção do espaço.

Na década de 1970, o autor publicou livros que apresentam sua produção teórica sobre as linguagens tradicionais de projeto: *The Oregon Experiment* (1976), *A Pattern Language* (1977) e *Timeless Way of Building* (1979). Nessas obras, Alexander expõem que a qualidade da arquitetura tradicional - construída em um período particular da história e em um lugar específico - se deve ao controle da linguagem por parte da própria população. Dessa forma, a linguagem, resulta de um processo evolutivo natural, pertencendo ao lugar e à comunidade que a emprega; ao passo que, no mundo contemporâneo, as linguagens que determinam a estrutura de uma cidade são especializadas e privadas, definidas por diferentes áreas de atuação: arquitetura, engenharia, urbanismo, paisagismo; constituindo um conhecimento restrito aos profissionais. Assim, Alexander defende que, dificilmente os usuários compreendem a linguagem dos especialistas, perdendo o controle sobre o espaço produzido na cidade (VAZ, 2011).

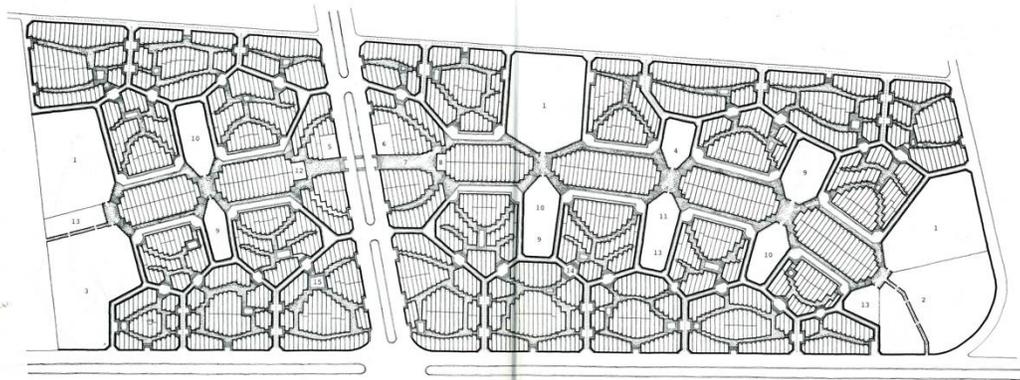
## **PREVI - Lima**

Conforme descrito no capítulo anterior, a experiência denominada PREVI (*Proyecto Experimental de Vivienda*), incluiu a realização de quatro projetos-piloto para a região metropolitana de Lima. Para o concurso do primeiro deles, o Projeto Piloto 1, foram convidados treze dos mais renomados escritórios de arquitetura estrangeiros da época, incluindo os japoneses Fumihiko Maki e Kisho Kurokawa, o holandês Aldo Van Eyck, o britânico James Stirling, o indiano Charles Correa e o americano Christopher Alexander.

Após o recebimento das propostas, o júri, dividido, decidiu aprovar todas elas. Isso resultou em um conjunto habitacional de grande variedade tipológica, em que cada quadra foi projetada por um arquiteto diferente, sob a supervisão geral do arquiteto britânico Peter Land (BARRIONUEVO *et al.*, 1971; SALAS e LUCAS, 2012). Em consequência das diversas dificuldades políticas e econômicas enfrentadas, o projeto original foi reduzido e apenas 500 unidades habitacionais foram entregues no final da década de 1970. Cada arquiteto participante projetou aproximadamente 20 unidades, o que acabou resultando em um “bairro-colagem”, onde as características de implantação de cada proposta acabaram se perdendo (GARCÍA-HUIDOBRO *et al.*, 2005).

Por esse motivo, decidiu-se analisar, por meio da Gramática da Forma, a proposta originalmente apresentada ao concurso por Christopher Alexander e seus colaboradores, a qual foi posteriormente publicada em Alexander *et al.* (1969) (Figura 72).

Figura 72: Projeto originalmente desenvolvido para o concurso PREVI-Lima pela equipe de Christopher Alexander



(Alexander, 1969)

Segundo McGuirk (2011), o concurso PREVI marcou uma mudança “de uma abordagem modernista dogmática para uma nova visão que incorpora a natureza orgânica e evolutiva dos assentamentos informais”. Em particular, a proposta apresentada por Alexander foi considerada especialmente relevante pelo júri, por atender às características sociais peruanas<sup>19</sup>, ao mesmo tempo em que oferecia grande liberdade individual.

A morfologia fluida da implantação do projeto proposto pela equipe do arquiteto Christopher Alexander permite a combinação das diferentes dimensões dos lotes, e sua configuração em *clusters* (conforme categorização proposta no Capítulo 1 desta tese) possibilita que os moradores de cada célula se apropriem do espaço externo e o tornem um espaço “único”.

---

<sup>19</sup> Alexander chegou a morar em uma casa tipicamente peruana por duas semanas, tentando compreender as características essenciais da sociedade local.

## Metodologia

A metodologia utilizada nesta pesquisa é constituída por 3 etapas: (1) análise da proposta para o PREVI-Lima, projetado por Alexander; (2) desenvolvimento de uma gramática genérica a partir dos *patterns* descritos no livro *Houses Generated by Patterns* (1969) e (3) criação de uma gramática específica recombinação os *patterns* criados por Alexander.

Pesquisas recentes apresentam a aplicação de gramáticas genéricas em diferentes contextos - Benrós *et al.* (2012) propôs o desenvolvimento de uma gramática genérica aplicada à habitação e Beirão (2012) desenvolveu uma gramática genérica para o contexto do projeto urbano. A presente pesquisa busca a utilização desta abordagem entre a escala da habitação e do urbanismo, na escala de um conjunto habitacional e com enfoque na qualificação do espaço público.

Para o desenvolvimento da gramática – etapa 2 da metodologia - definiu-se uma nomenclatura para os *patterns* genéricos a partir dos nomes dos *patterns* criados por Alexander. Por exemplo, o padrão *Car – pedestrian Symbiosis*, apresentado no livro *Houses Generated by Patterns*, originou o padrão genérico RSc-p (Regra Simbiose Carro - pedestre) seguido da numeração sequencial para aplicação de cada estágio da regra (RSc-p 01, RSc-p 02, RSc-p 03...).

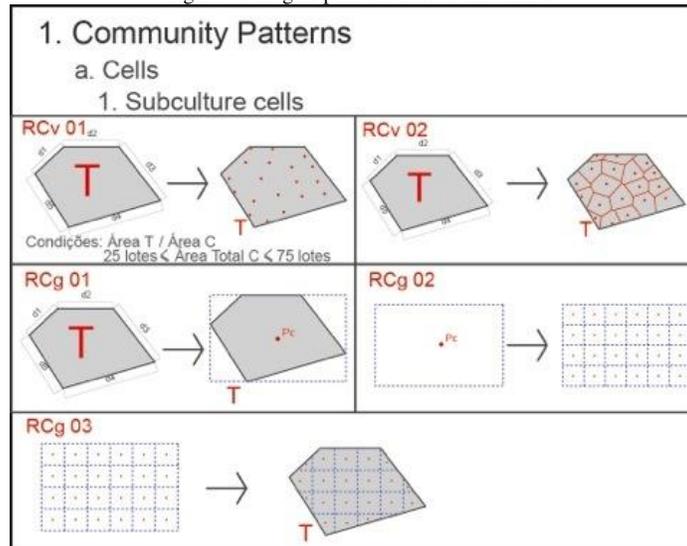
Como anteriormente se referiu, o projeto de Alexander apresenta dois tipos de elementos distintos: um conjunto de *patterns* que podem ser utilizados para gerar o projeto e uma solução por ele elaborada aplicando os mesmos *patterns*. Numa leitura atenta de Alexander *et al.* (1969) podemos perceber que: (1) o universo de soluções permitido por meio da leitura da linguagem de padrões possui uma liberdade de interpretação um pouco mais ampla do que seria obtido inferindo as regras a partir do projeto; ou seja, é possível definir

diferentes soluções para um mesmo problema de projeto a partir da descrição textual apresentada por Alexander em um padrão específico, do que apenas interpretar o projeto (desenho) submetido no concurso (2) Alexander apresenta os padrões numa sequência instruída pela escala a que reporta o padrão e não porque a sequência de aplicação de padrões (ou estrutura algorítmica) seja essa. A primeira observação está patente no primeiro padrão (*Cells*) que no projeto se formaliza por meio de um diagrama de Voronoi<sup>20</sup> (RCv 01 e RCv 02), mas se considerarmos apenas a forma escrita poderá ser aceita uma formalização idêntica à expressa na RCg 01 a 03 (Figura 73). Tal formalização torna-se ainda mais pertinente ao verificarmos que mais tarde, em *A Pattern Language* (1977) Alexander apresenta o padrão *Parallel roads* no qual expõe um formalismo semelhante. A segunda observação está patente no modo como Alexander expressa as relações entre padrões, as quais não correspondem à sequência escalar da sua apresentação. Por exemplo, no padrão *Paseo*, Alexander descreve o *paseo* como um percurso pedestre conectando uma sequência de *Activity Nuclei*, padrão que apresenta de seguida. Esta ideia fica ainda mais reforçada quando verificado que em *A Pattern Language* acrescenta à estrutura descritiva de um padrão o sistema de relações com outros padrões. Este, constitui na realidade, a estrutura algorítmica de todo o conceito e é por isso que optou-se por estruturar as regras segundo a mesma lógica.

---

<sup>20</sup> Os Diagramas de Voronoi são utilizados em muitas áreas da ciência e da tecnologia e têm inúmeras aplicações. Eles têm sido objeto de extensa investigação durante as últimas décadas. Na matemática, um Diagrama de Voronoi é um tipo especial de decomposição de um dado espaço, por exemplo, um espaço métrico, determinado pela distância para uma determinada família de objetos (sub-conjuntos) no espaço. Estes objetos são normalmente chamados de sítios ou geradores. Cada sítio está associado a célula de Voronoi correspondente, isto é um conjunto de todos os pontos no dado espaço o qual a distância para o dado sítio não é maior que sua distância para os outros objetos (REEM, 2011).

Figura 73: Regras para subdivisão em células



(MENDES et al., 2013c)

## Gramática Meta-PREVI

A estrutura de padrões criados por Christopher Alexander, para o plano PREVI Lima é definida por três conjuntos de padrões, de acordo com as escalas: 1. urbana – *Community Patterns*; 2. edifício – *House Patterns* e 3. detalhamento – *Construction Patterns*. Devido aos objetivos específicos da pesquisa desenvolveram-se gramáticas apenas para os padrões da escala *Community Patterns* de acordo com a organização abaixo.

### 1. *Community Patterns*

#### a. *Cells*

##### a. *Subculture cells*

##### b. *Degrees of publicness*

#### b. *Road System*

##### a. *Looped local roads*

##### b. *T-junctions*

##### c. *Direct visible parking*

##### d. *Tiny parking lots*

- c. *Pedestrian Network*
  - a. *Paseo*
  - b. *Activity Nuclei*
  - c. *Car-pedestrian symbiosis*
  - d. *Pedestrian 50cm above car*
  - e. *Knuckle at road crossing*
- d. *Community Spine*
  - a. *Central market*
  - b. *Evening centers*
  - c. *Walkthrough schools*
  - d. *Visible kindergartens*
  - e. *Social gardens*
- e. *Cell Interior*
  - a. *Cell gateway*
  - b. *Multipurpose outdoor rooms*
  - c. *Shops on corners*
  - d. *Centripetal pedestrian paths*
  - e. *Street football*
  - f. *Flowers on the street*

A seguir, são apresentadas as gramáticas definidas para os padrões indicados em negrito.

Os padrões desenvolvidos para a escala do bairro foram baseados na descrição do autor sobre cada *pattern*, bem como no projeto apresentado no concurso PREVI, em Lima. Dessa forma, o primeiro padrão descrito foi a subdivisão da área em células (*Subculture Cells*). Alexander defende que os cidadãos têm necessidade de pertencer a uma unidade identificável, sendo capazes de reconhecer o território da cidade onde moram. Dessa forma, o padrão

*Subculture Cells* sugere que qualquer área urbana com mais de “algumas centenas de habitações” (ALEXANDER, 1969, p. 56), deve ser formada por 25 a 75 casas, não ultrapassando o limite de 1500 pessoas por célula ou menos de 50 habitantes. Outra interessante característica ao estruturar uma comunidade em células é permitir que cada família escolha a localização de sua habitação de acordo com a proximidade ou distância do eixo de atividades ou espaços públicos, possibilitando, conseqüentemente, escolher áreas mais ou menos ruidosas. Assim, o padrão *Subculture Cells* está relacionado com o padrão *Degrees of Publicness*<sup>21</sup>.

Como anteriormente se referiu, o padrão *Subculture Cells* pode ser interpretado de duas formas distintas: (1) a partir do projeto apresentado no concurso (desenho – planta baixa) e (2) a partir do texto descritivo do *pattern* escrito por Alexander *et al.* (1969). Neste caso, as regras RCv 01 (Regra *Cells Voronoi*) e RCv 02 descrevem a solução adotada por Alexander e sua equipe para o projeto no Peru – cuja proposta de implantação do conjunto habitacional é estruturada a partir de um Voronoi. As regras RCg 01 (Regra *Cells Grid*) à RCg 03 também descrevem o mesmo padrão, no entanto, são formalizadas utilizando-se uma malha retangular (Figura 73).

A regra RVI 01 (*Looped local roads*) e a regra RJT 01 (*T-Junction*) propõem a utilização de vias que contornam as células. O segundo padrão analisado define soluções para o sistema viário (*Road System*) conforme a descrição de Alexander *et al.* (1969, p. 64): “*all access to houses is provided by one-lane, one-way, loop roads*”. Segundo o texto, as vias que contornam as células residenciais não devem ultrapassar o limite de alcance de acesso a 100 casas ou 50 vagas de estacionamento (*parking spaces*). Outro padrão do sistema viário detalhado é definido por Alexander por *T-Junctions* (traduzido como “Bifurcação das vias em “T”) e define que todos os cruzamentos das vias do conjunto habitacional devem ser

---

<sup>21</sup> O *pattern* ‘*Degrees of Publicness*’ não foi desenvolvido no presente trabalho.

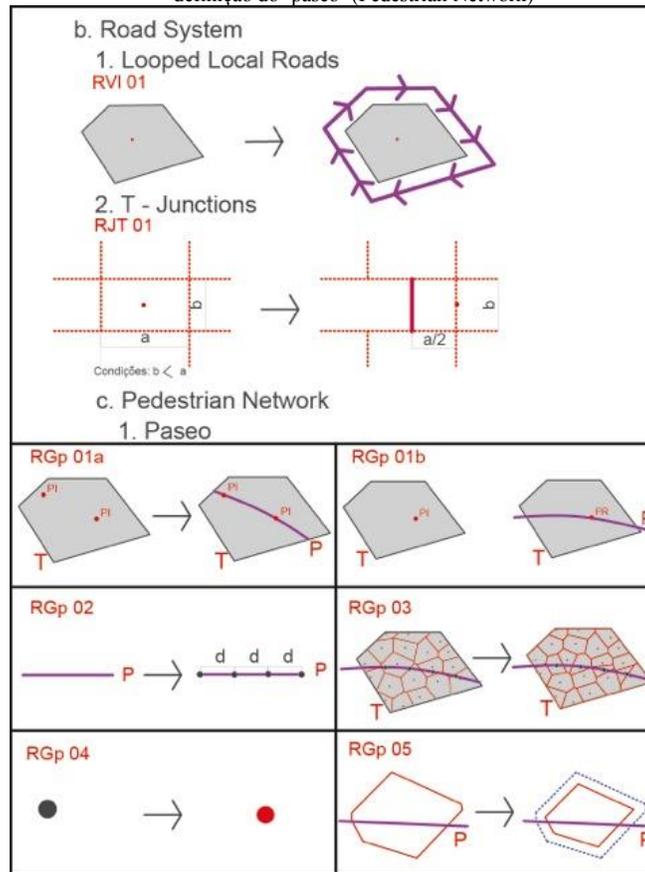
projetados como “bifurcações em forma de “T”. Segundo Alexander (1969), os acidentes de trânsito são mais frequentes em cruzamentos do que em vias com bifurcações em forma de “T” (Figura 74).

Também como ocorreu na interpretação do padrão *Cells Subculture*, a aplicação do padrão ‘*T-Junctions*’ dependerá da escolha da regra que define a estrutura em células. Assim, a aplicação da regra RJT 01 é necessária apenas para a solução que utiliza a regra de malha retangular (RCg 01), uma vez que a própria estrutura do Voronoi impõe a bifurcação das vias em forma de “T” (Figura 75).

O padrão *Pedestrian Network* sugere soluções para promover a apropriação do espaço público e conciliar as vias de pedestres e automóveis. Alexander descreve que em países da América Latina, Espanha e Itália observou-se um hábito comum de passear aos fins de semana, nos feriados e à noite em áreas centrais de comércio/atividades, definindo características sócio-culturais que devem ser incorporadas a projetos de conjuntos habitacionais. Dentre os *patterns* relacionados à rede de vias de pedestres, o primeiro é o passeio, descrito na gramática como regras RGp 01a e RGp 01b.

Este elemento é construído a partir de pontos de referência do entorno (PI). Alexander et al. (1969, 1977) caracteriza esse recurso como um sistema de vias de pedestres em torno das células habitacionais, que geram, dessa forma, um sistema de núcleos de atividades – descrito a seguir. As regras RGp 02 à RGp 04 se aplicam somente para a implantação proposta para o PREVI, pois permitem que a estrutura de Voronoi seja reconstruída a partir da inserção dos pontos equidistantes do passeio. A regra RGp 05 é aplicada tanto na estrutura em Voronoi quanto na malha retangular e objetiva criar uma via ao redor das células que são entrecruzadas pelo *paseo* (Figura 74).

Figura 74: Regras para definição do sistema viário (Road System) e para definição do 'paseo' (Pedestrian Network)



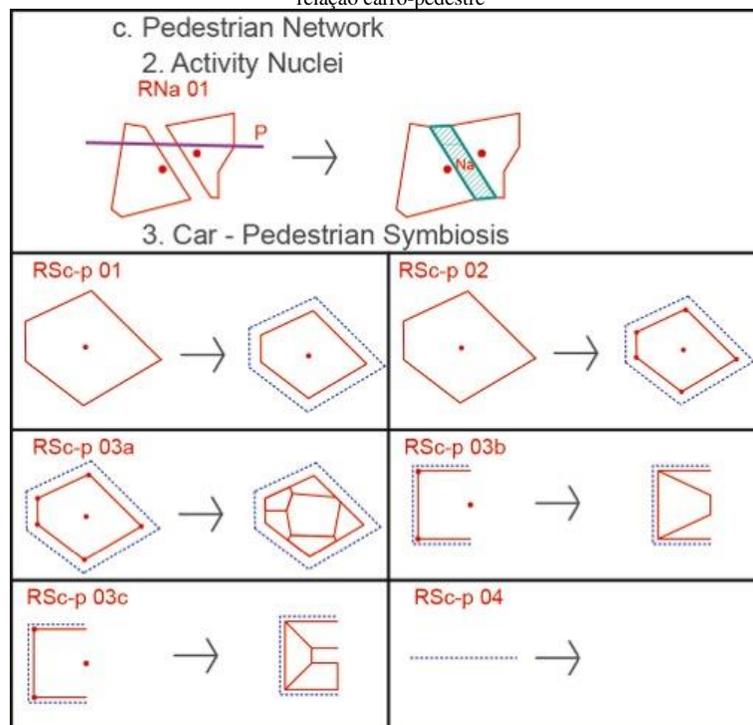
(MENDES *et al.*, 2013c)

Os Núcleos de Atividades (*Activity Nuclei*) são pequenos espaços públicos destinados ao comércio, serviços, supermercados, bares e restaurantes, cinema, igreja, entre outros. Este recurso contribui para impulsionar a utilização das áreas comunitárias, bem como busca trazer vivacidade ao espaço citadino. A regra RNa 01 descreve a inserção desses espaços de convívio entre as células entrecruzadas pelo *paseo*. Alexander defende que um dos maiores problemas em novas comunidades, ou conjuntos habitacionais, é a localização dos serviços e comércio, espaços públicos e outros centros de atividade, pois, geralmente são distantes e isolados ou espalhados. Dessa forma, o arquiteto propõem que é necessário criar espaços que contribuam para gerar concentração de pessoas e que a constituição dos núcleos de atividades dependem de duas propriedades: (1) que o agrupamento de serviços e outros centros de atividade

(igrejas, cinemas, parques, etc) no mesmo núcleo de atividades leve em consideração as relações entre eles; (2) cada espaço público que constitui um núcleo de atividades deve ocupar, no máximo, uma área de 15m x 20m.

O terceiro *pattern* analisado, também inserido nos padrões da rede de vias pedonais, é definido como *Car – pedestrian Symbiosis* (Simbiose Carro – pedestre), este é constituído pelo entrecruzamento do sistema de rede pedonal e sistema de vias de automóveis. A simbiose entre os dois sistemas permite pontos de cruzamentos com menos de 50m de distância, onde se localizam espaços de estacionamento, portões de acesso e áreas comunitárias. Assim como ocorre nas regras para geração do *paseo*, a regra RSc-p 03a é aplicada apenas à estrutura de Voronoi e as RSc-p 03b e RSc-p 03c são utilizadas para as malhas retangulares (Figura 75).

Figura 75: Regras para definição dos Núcleos de Atividades e relação carro-pedestre



(MENDES et al., 2013c)

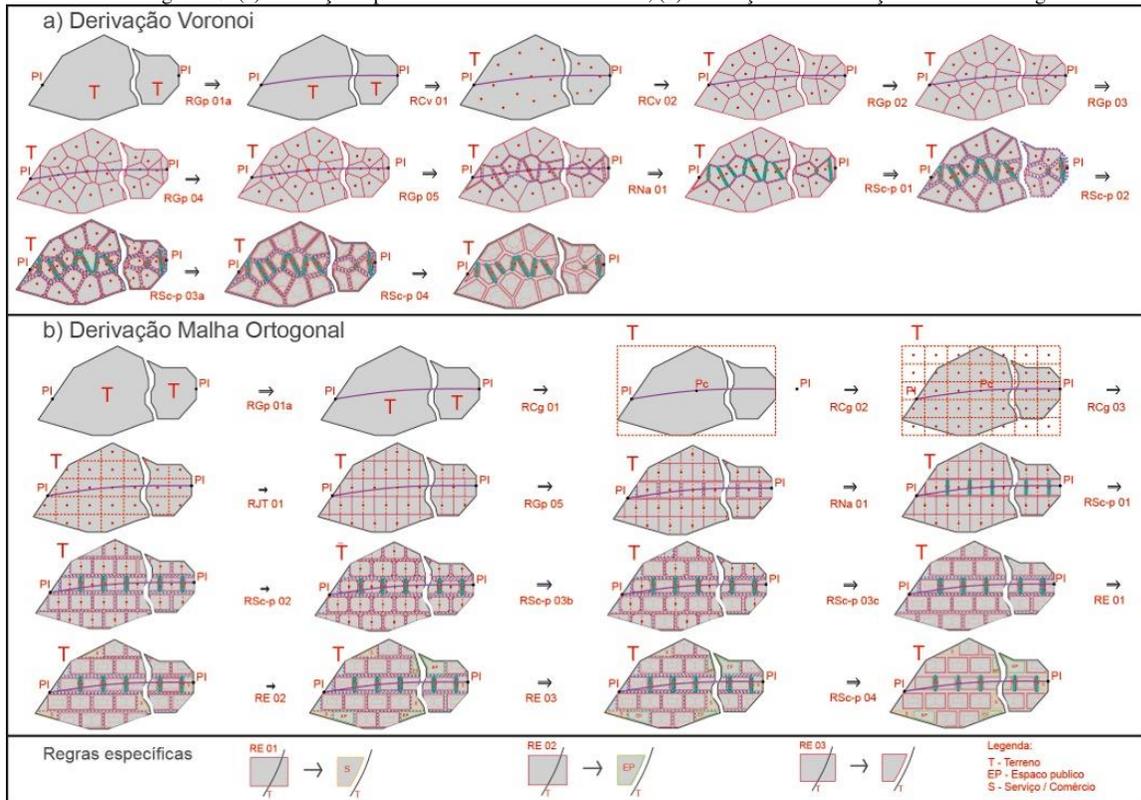
A partir do desenvolvimento das regras que descrevem os padrões criados para o PREVI, buscou-se gerar 2 derivações<sup>22</sup> a partir da aplicação sucessiva das regras. A primeira descreve a mesma solução adotada por Alexander (RCv 01 e RCv 02). Devido a definição da estrutura em Voronoi, observa-se que não foi necessário a aplicar a regra RJT 01 (*T-Junction*), como já mencionado acima. Contudo utilizou-se regras específicas para a definição dos pontos equidistantes do *paseo* (RGp 02) e para reconstrução do Voronoi a partir da inserção desses pontos (RGp 03) (Figura 76a).

A segunda derivação utilizou a proposta da malha retangular, solução que também pode ser interpretada a partir da descrição de Alexander (1969) do padrão de subdivisão em células (*Cells*). Dessa forma, essa solução projetual exige a utilização do padrão *T-Junctions* (RJT 01), para deslocamento das células e geração dos entroncamentos em forma de “T” no sistema viário. Observou-se também a necessidade da criação de regras específicas para esse projeto, como por exemplo, as regras RE 01, RE 02 e RE 03, cujo objetivo é definir diferentes funções para as células que cruzam o limite do terreno – essa situação não ocorre na implantação em Voronoi – dessa forma, essas células podem ser revertidas em espaços públicos (parques, equipamentos esportivos, etc); áreas para serviços e comércio, ou continuarem com a função residencial com um número reduzido de lotes (Figura 76b).

---

<sup>22</sup> A “Derivação” é o processo de aplicação sucessiva das regras de uma gramática da forma, ou seja, é a “sequência” de aplicação das regras. É representada por uma seta dupla entre os estágios de aplicação das regras.

Figura 76: (a) Derivação a partir do recurso de um Voronoi, (b) Derivação com utilização de malha retangular



(Fonte: MENDES et al., 2013c)

Na definição contemporânea de “urbanismo sustentável” (FARR, 2007), conceitos como compacidade, conectividade, alta densidade, distancia de caminhada (*walkability*) são fundamentais para garantir espaços urbanos corretos dos pontos de vista ambiental e social. A criação de um espaço urbano apropriado para o pedestre resulta em uma maior apropriação e vivacidade das áreas comunitárias. As regras inferidas a partir dos *patterns* de Alexander e a utilização da Gramática da Forma podem ser vistas como um método que permite incorporar essas qualidades no desenvolvimento de projetos urbanos sustentáveis. Por exemplo, o padrão *Subculture cells* garante a compacidade e alta densidade do bairro proposto no PREVI, em Lima. Assim, consegue responder à redução da demanda de automóveis, uma vez que reduz a distância de caminhada (*walkability*) e pode reduzir a compra e o uso de automóveis (FARR, 2007). A distância de caminhada também pode ser otimizada a partir da aplicação do padrão

*Car-pedestrian symbiosis*, ao passo que a simbiose entre os dois sistemas permite pontos de cruzamentos com menos de 50m de distância, onde se localizam espaços de estacionamento, portões de acesso e áreas comunitárias.

Outra característica presente no padrão definido como *Looped local roads* é a conectividade – conceito fundamental para contribuir no acesso a transporte público, permitindo que o traçado urbano seja desenhado para reduzir a velocidade de automóveis (máxima de 40-50km/h) e ruas com, no máximo, duas faixas carroçáveis (FARR, 2007, p.33; ALEXANDER, 1969, p. 64).

No livro *The Great Good Place* (1989), Oldenburg descreve o conceito de “terceiro lugar” – termo que se refere ao ambiente social separado dos dois ambientes habituais da casa e do trabalho, e sua importância para a vida da comunidade, promovendo interação social, apropriação e uso do espaço público. Os padrões definidos como *Activity Nuclei* e *Paseo* incentivam o uso misto do espaço e garantem o posicionamento das edificações voltadas para os espaços públicos, em vez de estacionamentos e espaços privados, garantindo a inserção de terceiros lugares no conjunto; assim esses espaços são redefinidos - da escala orientada para automóveis, para a escala orientada para os seres humanos” (FARR, 2007, p. 79).

O desenvolvimento de uma gramática genérica a partir da análise do projeto PREVI e da interpretação dos *patterns*, propostos pela equipe de Christopher Alexander, demonstraram a ampla possibilidade de aplicação em diferentes contextos dos padrões projetuais e o potencial de incorporá-los em conjuntos habitacionais para garantir maior qualidades dos espaços públicos e projetos urbanos mais sustentáveis.

**Gramática da Forma e Projeto Paramétrico  
como experiência didática**

### **3. Gramática da Forma e Projeto Paramétrico como experiência didática**

Este capítulo trata dos instrumentos metodológicos para aplicação do método de projeto proposto em ateliê com estudantes de Arquitetura, utilizando-se a Gramática da Forma e o Projeto Paramétrico como abordagens projetuais. Em seguida, o capítulo apresenta três experiências didáticas realizadas em Portugal, Chile e Brasil a partir da introdução dessas abordagens em ateliê ou *workshop* com estudantes de Arquitetura.

#### **3.1. Tipo de abordagem e instrumentos metodológicos**

Conforme exposto anteriormente, este trabalho objetiva investigar as possibilidades de aplicação da Gramática da Forma, da parametrização, da prototipagem rápida e de outras tecnologias ao problema da habitação contemporânea. Desse forma, propõe-se a introdução de um método, em ateliê de projeto, que utilize a Gramática da Forma para a geração de desenho urbano de conjuntos de habitação de interesse social (HIS).

O desenvolvimento do primeiro estágio da pesquisa ocorreu em quatro etapas a fim de atingir dois objetivos específicos, conforme descritos na introdução: revisão bibliográfica dos temas principais que constituem este trabalho - habitação de interesse social no Brasil e o método da Gramática da Forma; análise dos estudos de caso do Concurso “Habitação para todos” (CDHU/IAB) e projetos construídos; categorização dos projetos de acordo com a implantação e estudo de projetos e métodos precedentes com o objetivo de estruturar a metodologia utilizada na atividade projetual proposta.

Esse processo contribuiu para o levantamento e estudo de diversos projetos de conjuntos habitacionais de interesse social e dessa forma, analisar as soluções adotadas em

relação à implantação dos blocos/unidades habitacionais, e a qualidade dos espaços externos, áreas de convivência e lazer. A partir do material obtido desenvolveu-se um exercício projetual, no formato de um *workshop* (descrito a seguir) cujo responder à questão de pesquisa deste trabalho: o uso da Gramática da Forma e desenho paramétrico pode contribuir como método de projeto para desenvolvimento de estudos de implantação de conjuntos de habitação de interesse social, buscando melhorar a qualidade do espaço construído e áreas externas?

A metodologia proposta para o exercício projetual baseia-se no método da pesquisa-ação, proposto por Kurt Lewin, nos anos 1940 e na prática reflexiva, definida por Schön, em 1983. Segundo Tripp (2005), este método se insere no processo básico de investigação-ação; dentre eles estão a pesquisa-ação (LEWIN, 1946) e a prática reflexiva (SCHÖN, 1983), entre outros. O método desenvolvido por Lewin é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores que se utilizam de suas pesquisas para aprimorar sua didática, e como consequência, o aprendizado de seus alunos. O livro *The Reflective Practitioner*, de Schön, propõe um questionamento: “que tipo de educação profissional seria adequada para uma epistemologia da prática baseada na reflexão-na-ação?” (SCHÖN, 2000). Assim, este método tem como objetivo propor uma teoria do conhecimento que partisse da competência e do talento já inerentes à prática habilidosa – em um exercício definido como *reflexão-na-ação*, ou seja, o “pensar o que fazem, enquanto o fazem” (SCHÖN, 1983; SCHÖN, 2000).

O livro “Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem” (SCHÖN, 2000), discute a experimentação nos ateliês de projetos arquitetônicos como um modelo educacional para a *reflexão-na-ação*, assim, o autor argumenta que não há uma ciência geral que ensine a prática projetual, a não ser nos ateliês de projeto, sendo um exemplo típico de ensino prático reflexivo.

Quando um profissional vê uma situação nova como um elemento de seu repertório, ele tem uma maneira nova de ver e uma nova possibilidade de agir, mas a adequação e a utilidade dessa nova visão ainda deverá ser descoberta na ação. A reflexão-na-ação envolve, necessariamente, experimento (SCHÖN, 2000).

Dessa forma, com o objetivo de estruturar o exercício de projeto proposto no *workshop*, foram analisadas algumas experiências anteriores que retratam a utilização da Gramática da Forma como método de projeto para geração de desenho urbano (DUARTE e BEIRÃO, 2002; DUARTE e BEIRÃO, 2010; DUARTE, 2011; CELANI e VAZ, 2012; BEIRÃO *et al.*, 2012), descritos a seguir.

### **3.2. Ateliês de projeto e a experiência de métodos baseados em regras para desenvolvimento de projetos de desenho urbano**

No livro *Personalizar a habitação em série: uma experiência de projeto*, Duarte e Beirão (2002) descrevem a atividade desenvolvida no ano letivo de 2001/2002, com os alunos do quinto ano do curso de graduação em Arquitetura, na Faculdade de Arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa (FA-UTL). O desafio proposto no ateliê de projeto abordou a escala do desenho urbano ao projeto de edifícios e teve como objetivo a concepção de uma nova ferramenta de projeto – um sistema de regras - composto por “um conjunto de regras para combinar um vocabulário de elementos arquitetônicos e assim conceber uma solução de projeto que satisfaça as necessidades do usuário” (DUARTE e BEIRÃO, 2002, p. 05).

Em seguida, (os estudantes) deveriam ilustrar o potencial do seu sistema de desenho urbano gerando uma solução específica para um local dado, seguindo as regras propostas. Deveriam igualmente demonstrar as capacidades do seu sistema de habitação, primeiro, gerando um catálogo de soluções e, depois, desenvolvendo detalhadamente uma ou mais dessas soluções. Para tal, deveriam conceber um sistema de produção que permitisse a flexibilidade do sistema de projeto (DUARTE e BEIRÃO, 2002, p. 09).

O local escolhido para a implantação do conjunto habitacional foi um dos terrenos incluídos no concurso *Europan 6*<sup>23</sup>, localizado no Bairro de Santos Nicolau, na cidade de Setúbal, em Portugal; uma área de cerca de 3 hectares. O trabalho dos estudantes realizou-se durante dois semestres, em grupos de dois a quatro alunos, em duas etapas distintas: a 1ª etapa consistiu no desenvolvimento do desenho urbano e a 2ª etapa dedicada ao projeto dos edifícios.

Buscou-se focar a análise dos resultados obtidos pelas equipes apenas na escala do desenho urbano, pois apresenta maior relevância para a presente pesquisa, no que tange a utilização de regras para definição do desenho das quadras, vias, espaços públicos e inserção de equipamentos urbanos. O projeto desenvolvido pela equipe 1 (Figura 77) propôs a criação do desenho urbano como um jogo, composto por regras, baseado nas dimensões-base de lote (6 x 12m e 6 x 15m), permitindo, dessa forma, manipular os elementos de desenho urbano: ruas, pátios e lotes.

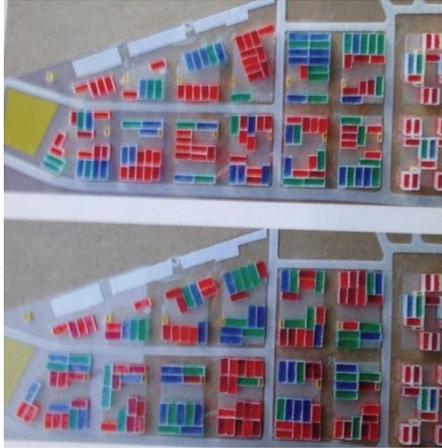
A solução proposta pela equipe 2 (Figura 78) baseia-se na premissa de:

(...) confrontar linhas curvas com uma malha ortogonal. As linhas, desenhadas a partir de elementos do terreno (curvas de nível ou caminhos) interrompem a malha, criam diversos percursos alternativos e conduzem aos equipamentos coletivos (centro comunitário, ginásio e a escola primária). A malha, um elemento artificial, regra a oposição, a dimensão e a configuração dos lotes (DUARTE e BEIRÃO, 2002, p. 19).

---

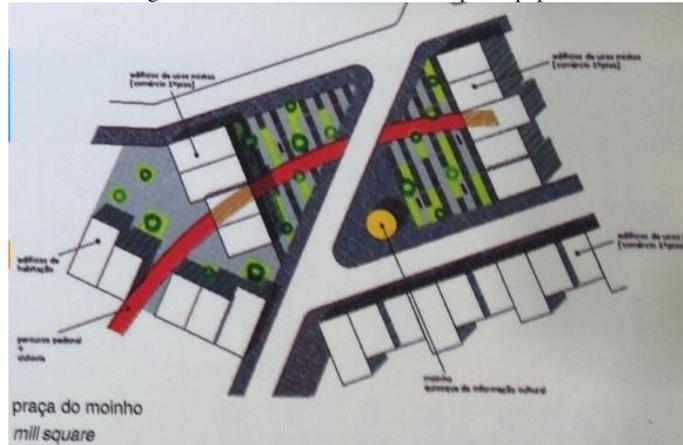
<sup>23</sup> O *Europan* é um concurso europeu, destinado a jovens arquitetos (até 40 anos) do continente, que vem sendo realizado desde 1989, quando foi realizada a primeira edição. Trata-se de um conjunto simultâneo de concursos de ideias – sempre com objetivo de execução/implementação – de projetos para diversas áreas, em diversos países da comunidade europeia, a partir de um tema e de um objetivo comum a todos. A cada edição, são apresentadas dezenas de áreas e programas em áreas urbanas de cidades europeias, que são os objetos de intervenção.

Figura 77: Plano urbano desenvolvido pela equipe 1



(Fonte: DUARTE e BEIRÃO, 2002, p. 13)

Figura 78: Plano urbano desenvolvido pela equipe 2



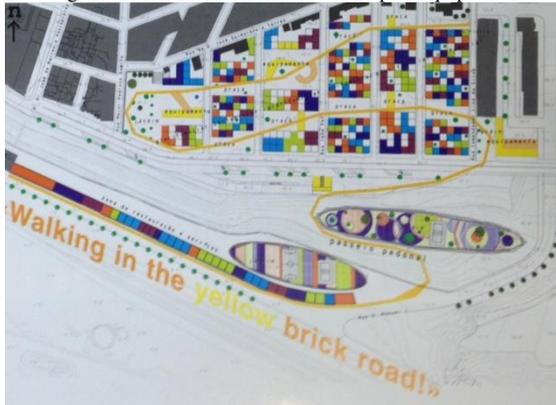
(Fonte: DUARTE e BEIRÃO, 2002, p. 19)

A proposta desenvolvida pela equipe 3 (Figura 79) valorizou o terreno, composto por uma plataforma e uma encosta virada ao Sul, impondo uma métrica ortogonal, cujas quadras são elaboradas segundo uma malha quadrada de 7.20m. Segundo os autores:

Esta rigidez é oposta ao desenho do passeio pedonal curvilíneo que rasga o conjunto. (...) Os espaços públicos surgem das intersecções do percurso pedonal com os quarteirões (DUARTE e BEIRÃO, 2002, p. 25)

O projeto desenvolvido pela equipe 4 (Figura 80) teve como objetivo aumentar a densidade habitacional, preservar pátios comuns, promover a ocupação de pedestres e preservar caminhos e ruínas existentes importantes. Para isso, o grupo optou pela implantação de edifícios plurifamiliares de, no máximo, 4 pavimentos, intercalado com edifícios de 2 e 3 pavimentos; bem como definiu-se regras para distribuição das áreas verdes e equipamentos.

Figura 79: Plano urbano desenvolvido pela equipe 3



(Fonte: DUARTE e BEIRÃO, 2002, p.24)

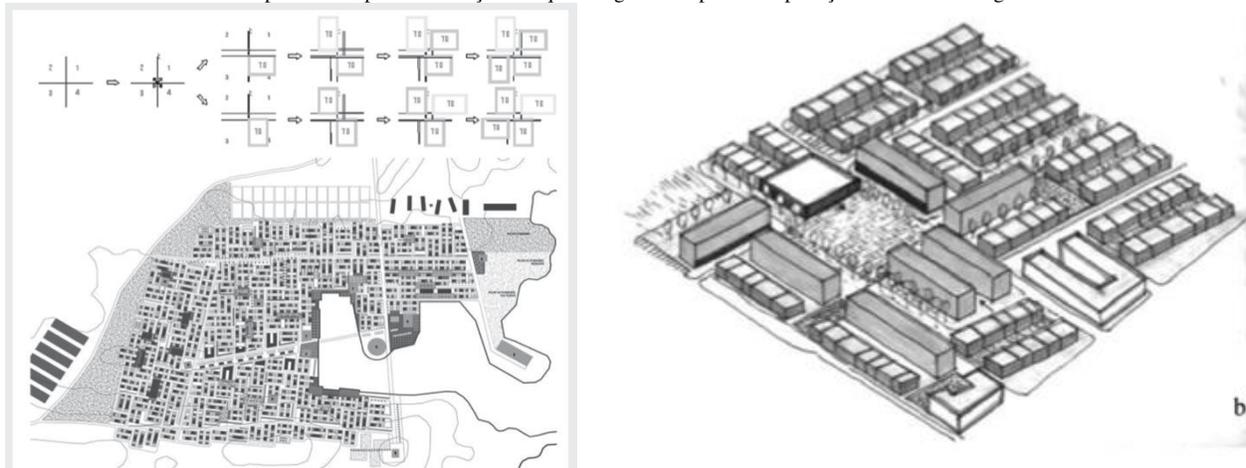
Figura 80: Plano urbano desenvolvido pela equipe 4



(Fonte: DUARTE e BEIRÃO, 2002, p.30)

Analisou-se também outro exercício projetual aplicado no curso de graduação em Arquitetura da UTL, cuja metodologia baseava-se no uso da Gramática da Forma como um instrumento auxiliar no processo de design para desenvolver um projeto de planejamento urbano flexível para uma nova cidade de 5.000 habitantes (BEIRÃO e DUARTE, 2005; DUARTE e BEIRÃO, 2010). Neste exercício, primeiramente, os alunos foram instigados a desenvolver um projeto urbano baseado em regras e posteriormente, foi requisitado que detalhassem um setor do planejamento urbano criado por outro grupo de estudantes, seguindo as regras definidas (Figura 81).

Figura 81: Exemplos das primeiras regras do projeto de planejamento urbano (detalhe acima da implantação), planta de implantação urbana e exemplo de uma possível solução das quadras geradas a partir da aplicação recursiva das regras.



(Fonte: BEIRÃO e DUARTE, 2005; DUARTE e BEIRÃO, 2010)

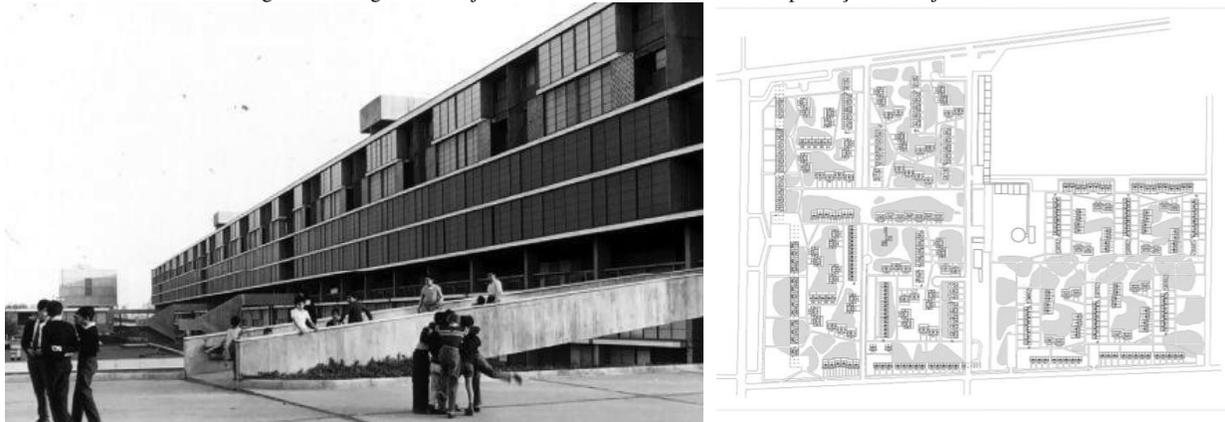
### ***3.3. Workshop Housing Grammar: New Technologies for Housing Design***

Essa atividade ocorreu no período do dia 22 a 27 de julho de 2011, na Faculdade de Arquitetura Desenho e Estudos Urbanos da Universidade Católica do Chile, ministrado pelo prof. Dr. José Pinto Duarte, em colaboração com os professores Arturo Lyon Gottlieb e Rodrigo García Alvarado. O objetivo desse *workshop* foi explorar novos sistemas computacionais para a geração de novas configurações habitacionais mais sustentáveis e energeticamente eficientes, respeitando as características culturais e urbanas captadas pela Gramática da Forma e desenho paramétrico.

Os participantes foram divididos em grupos e seis estudos de casos distintos: (1) habitação vernacular; (2) habitação projetado por arquiteto; (3) habitação imobiliária; (4) habitação multifamiliar (edifício); (5) bloco de habitações e (6) Plano urbanístico (Brasília). Em especial, analisou-se a solução proposta para o estudo de “bloco de habitações”, pela proximidade ao tema dessa pesquisa. O projeto analisado dentro dessa categoria foi o conjunto habitacional Villa Portales, localizado em Santiago, Chile, desenvolvido pelos arquitetos Bresciani, Valdés, Castillo, Huidobro (B.V.C.H.), entre 1954 e 1968.

A partir da década de 1950 o contexto político e social no Chile, impulsionou o Estado a tomar decisões a respeito das questões relacionadas com a economia, devido ao crescimento da população, o início da migração rural-urbana e o surgimento das favelas. A localização da Vila Portales, ou *Unidad Vecinal Portales* (U.V.P), (Figura 82) permite uma posição estratégica contribuindo para a comunicação entre a cidade e a comunidade, estabelecendo proximidade com a estrada central, estação de ônibus e metrô, bem como, encontra-se cercado de equipamentos públicos e culturais como o Parque Quinta Normal, a Biblioteca Metropolitana, a Universidade de Santiago, entre outros (DUQUE, 2011).

Figura 82: Imagens do conjunto habitacional Villa Portales e implantação do conjunto



(Fonte: DUQUE, 2011)

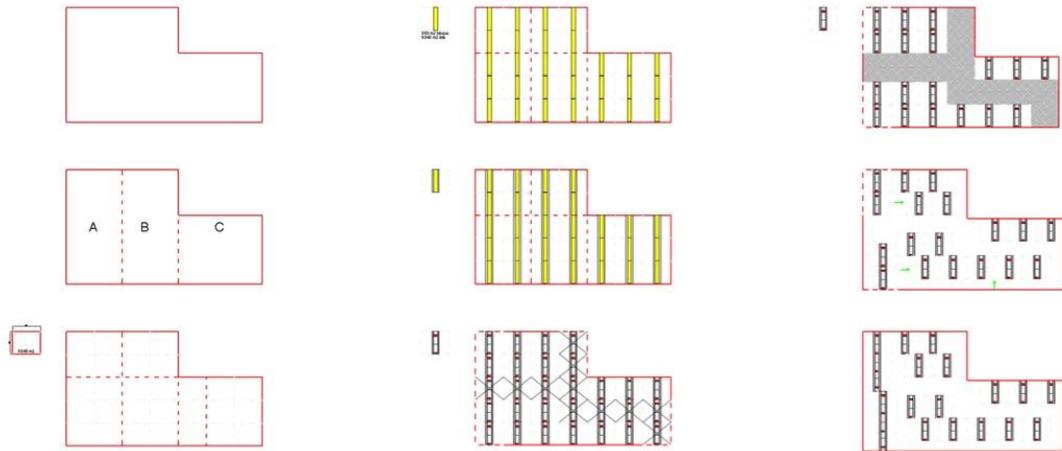
O grupo foi composto pelos participantes: Karin Villarroel, Eloy Bahamondes, Raúl Muñoz, Raimundo Maldonado e Cristóbal Folch e a Gramática da Forma desenvolvida foi estruturada em três escalas: implantação, blocos habitacionais e tipologias (Figura 83). O projeto original é composto por 19 blocos, aproximadamente 2072 habitações e 36 tipologias habitacionais. As regras para implantação são definidas pela seguinte sequência: (1) operação de subdivisão do terreno em 6 partes, (2) inserção das unidades territoriais – dimensão do edifício (6000m<sup>2</sup>) e (3) subtração dos blocos habitacionais para geração dos acessos e espaços públicos (Figura 84).

Figura 83: Estruturação da Gramática da Forma desenvolvida pela equipe



(Fonte: VILLARROEL et al., 2011)

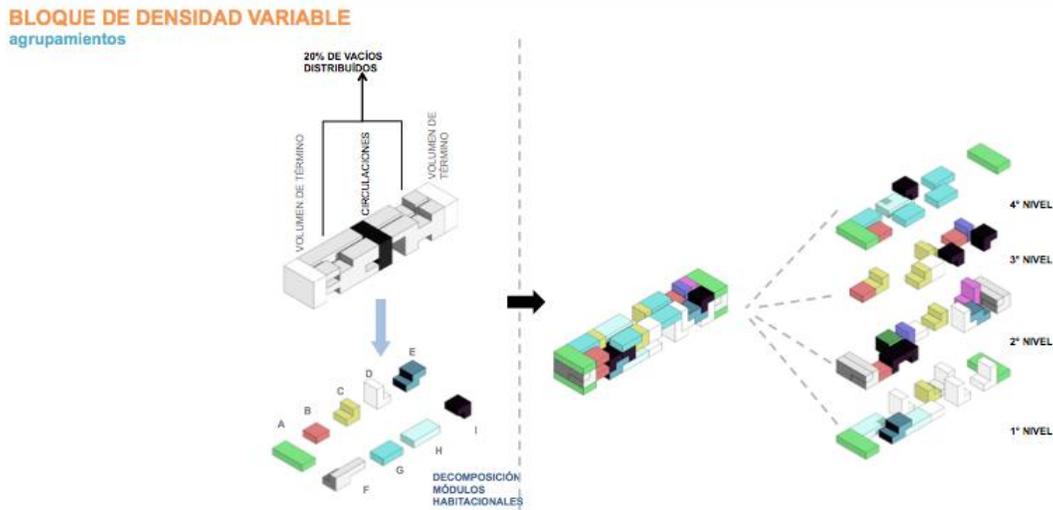
Figura 84: Regras para definição da implantação dos blocos habitacionais



(Fonte: VILLARROEL et al., 2011)

Outra importante questão pela qual analisou-se este estudo de caso, foram as regras que definem a composição dos blocos habitacionais. Os apartamentos foram decompostos em módulos habitacionais que podem ser agrupados de diferentes maneiras, permitindo novas configurações e maior diversidade dos blocos (Figura 85). Esse processo de projeto se assemelha à dinâmica definida para o *workshop* utilizado para validar o método desta pesquisa.

Figura 65: Exemplo de agrupamento das habitações para formação dos blocos com densidades variáveis



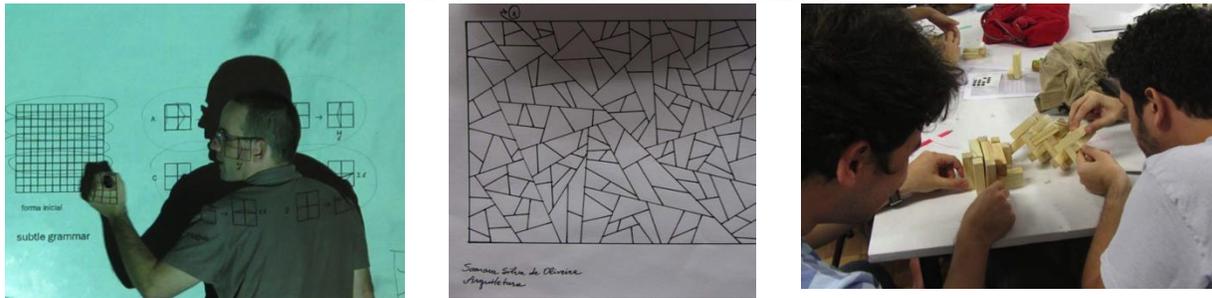
(Fonte: VILLARROEL et al., 2011)

### 3.4. *Shape Grammars Workshop Sigradi 2012*

Esse workshop foi ministrado pela profa. Dra. Gabriela Celani e prof. MSc. Carlos Vaz no XVI *Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital (SIGraDi)*, ocorrido no período de 13 a 16 de novembro de 2012, em Fortaleza. O programa de atividades primeiramente foi composto por aulas expositivas sobre o formalismo da Gramática da Forma, apresentação de estudos que utilizam o método em diferentes áreas de conhecimento – do design de objetos à arquitetura – e exercícios práticos de Gramática da Forma em 2D e 3D (Figura 86).

A segunda etapa do *workshop* teve como objetivo a aplicação da Gramática da Forma como método de projeto para desenvolvimento de um conjunto habitacional. A área de intervenção definida foi escolhida baseada em um concurso para estudantes organizado pelo Centro Financeiro da Habitação e Desenvolvimento da Finlândia, juntamente com a cidade de Lahti, o órgão *Lahti Science and Business Park* e os departamentos de arquitetura das instituições de ensino *Tampere University of Technology*, *Aalto University* e *University of Oulu*. A finalidade do concurso era desenvolver uma proposta para o ano de 2049 de edifícios de habitação social para o distrito Sopenkorpi, em Lahti.

Figura 86: Aula expositiva sobre Gramática da Forma – Prof. Carlos Vaz, resultado de aplicação de uma gramática 2D e alunos desenvolvendo exercício de Gramática da Forma 3D



(Fonte: CELANI e VAZ, 2012)

O distrito Sopenkorpi é uma zona industrial localizado próximo ao centro da cidade de Lahti, das áreas verdes de Salpausselkä e ligações de transportes existentes. A área é

delimitada pela estrada de ferro do sul para o sudeste, por estradas e por um bairro de habitação de baixo crescimento ao oeste. Ao Nordeste, há um pequeno lago chamado Mytjärvi , cuja área entorno é popular para a recreação. O distrito como um todo tem valor histórico e cultural e a maioria dos edifícios que ocupam atualmente o bairro foram construídos gradualmente entre os anos 1930 e 1990 (KITCHEN, 2012) (Figura 87).

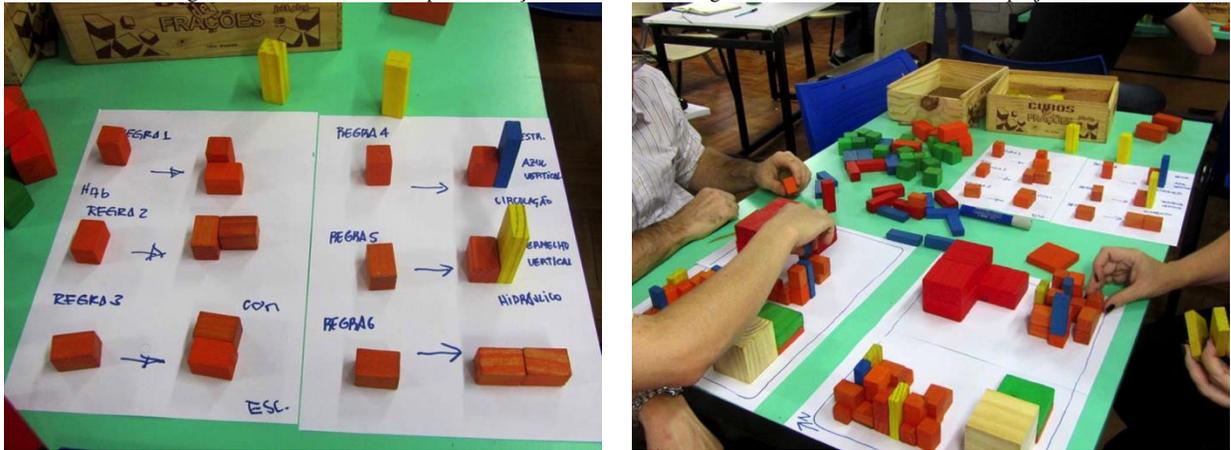
Figura 87: Área de intervenção proposta pelo *workshop*



(Fonte: CELANI e VAZ, 2012)

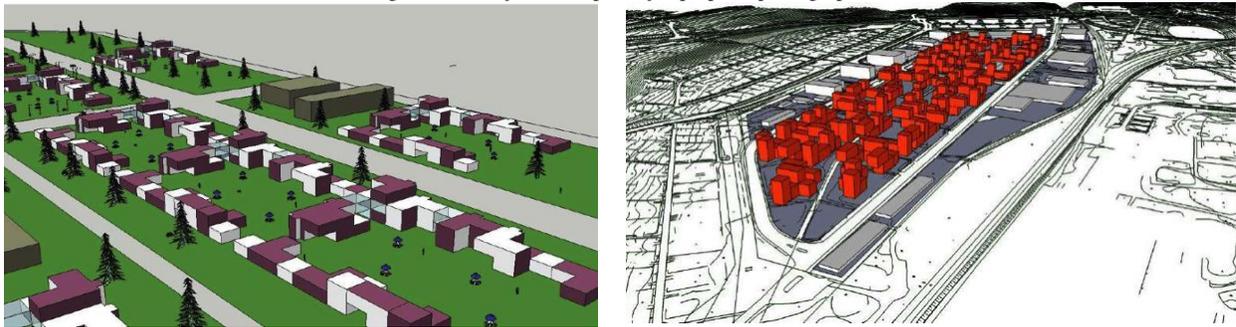
Para o desenvolvimento do projeto, os alunos se organizaram em grupos e trabalharam com blocos de madeira coloridos para definição do vocabulário de formas e regras de composição. Os materiais empregados mostraram-se bastante adequados para o curto prazo de desenvolvimento do *workshop*, por isso optou-se pela utilização dos mesmos nos experimentos propostos nesta pesquisa (Figura 88). Os resultados obtidos demonstraram a facilidade no aprendizado do método da Gramática da Forma e sua aplicabilidade em projetos arquitetônicos, uma vez que os alunos tiveram poucos dias para absorver o conhecimento e em seguida, introduzi-lo para propor uma solução de um conjunto habitacional (Figura 89).

Figura 88: Blocos de madeira para definição do vocabulário da gramática e alunos trabalhando no projeto



(Fonte: CELANI e VAZ, 2012)

Figura 89: Soluções de implantação proposta pelos grupos



(Fonte: CELANI e VAZ, 2012)

As experiências didáticas apresentadas neste capítulo foram importantes referências para a definição dos exercícios projetuais propostos nesta tese, pois demonstraram o potencial do uso da Gramática da Forma e do Projeto Paramétrico para desenvolvimento de projeto de HIS. Cada uma das atividades analisadas foram desenvolvidas em diferentes prazos de duração, o que permitiu analisarmos os resultados de acordo com o período de aprendizado do método e desenvolvimento dos projetos. A partir dessa análise foi possível definir as abordagens projetuais e a duração das diferentes etapas dos exercícios propostos nesta tese.



**Exercícios de projeto: O uso da Gramática da Forma como  
método para desenvolvimento de projetos de implantação urbana  
em conjuntos de HIS**

## **4. Exercícios de projeto: O uso da Gramática da Forma como método para desenvolvimento de projetos de implantação urbana em conjuntos de HIS**

Este capítulo tem como objetivo apresentar as diretrizes utilizadas e descrever o desenvolvimento dos exercícios projetuais realizados para validar a proposta da pesquisa. O método proposto baseou-se no uso da Gramática da Forma e do Projeto Paramétrico para o estudo de implantação em conjuntos habitacionais de interesse social. Com o objetivo de testar o método foram organizados três *workshops* com alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp. Cada *workshop* foi direcionado para diferentes escalas do projeto de um conjunto habitacional: (1) desenho urbano (escala do bairro), (2) implantação urbana do conjunto habitacional e (3) relação entre os edifícios e os espaços externos.

### **4.1. 1º *Workshop: Parametric Urban Design***

Esse *workshop* foi ministrado pelos professores José Nuno Beirão, da Faculdade de Arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa e Gabriela Celani e teve como colaboradora a professora de Urbanismo Gisela Leonelli, ambas da FEC-Unicamp. A autora desta tese foi responsável pelo planejamento das atividades e pelo acompanhamento dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos.

A atividade foi realizada no período de 19 de agosto a 10 de setembro de 2013, na maquetaria e Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção (LAPAC), com a participação de alunos de graduação e pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp.

Tabela 1 – Quadro de participantes do *Workshop: Parametric Urban Design*

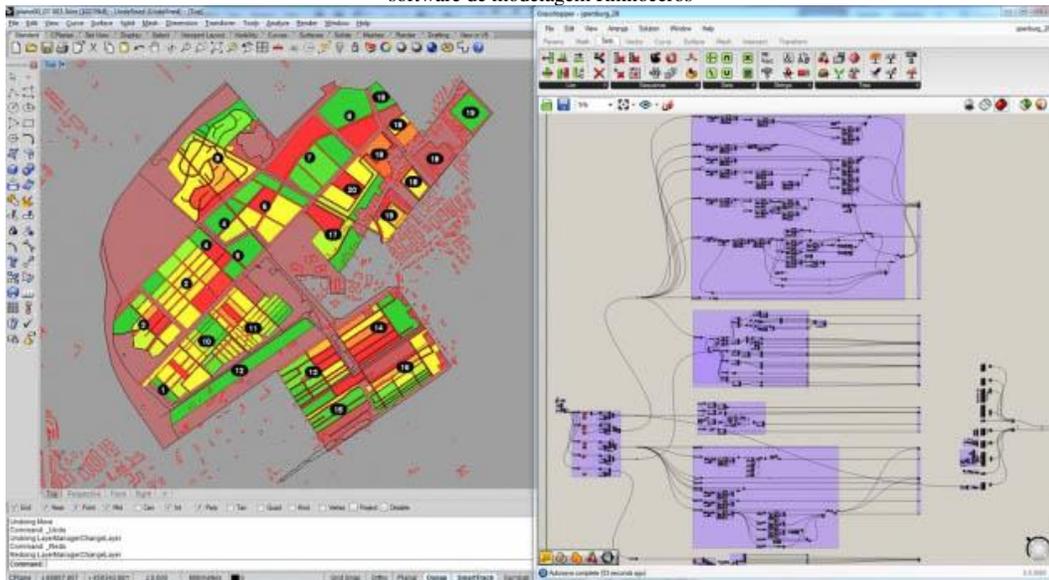
<p><b><i>Workshop: Parametric Urban Design</i></b></p> <p>Instrutores: Prof. Dr. José Nuno Beirão Leticia Teixeira Mendes</p> <p>Duração: 60h</p>	Período: 19/08/2013 – 10/09/2013	Ferramentas
	Colaboradores: Profa. Dra. Gabriela Celani Profa. Dra. Gisela Leonelli	Grasshopper/ Rhinoceros <i>CityMaker</i>
Alunos	Grad./Pós-grad.	
Camila Caetano	Pós-graduação	
Daniel Crempe Winnik	Graduação	
Filipe Campos	Graduação	
Giusepe Filocomo	Graduação	
Giulia Corsi Moreno	Graduação	
Isabela Tavares	Graduação	
Lucas Ariel Gomes	Graduação	
Marcia Anaf Wagner	Pós-graduação	
Marina Duzzi	Pós-graduação	
Maycon Sedrez	Pós-graduação	
Maurício Oliveira	Pós-graduação	
Renata Venitucci	Graduação	
Roberto Hirota Mori	Graduação	
Vinicius Mizobuti	Graduação	
Víctor Calixto	Pós-graduação	
Yasmin Pinheiro	Graduação	

O *workshop Parametric Urban Design* foi a primeira atividade proposta com o objetivo de responder à questão dessa pesquisa: o uso da Gramática da Forma e desenho paramétrico pode contribuir como método de projeto para desenvolvimento de estudos de implantação de conjuntos de habitação de interesse social, buscando melhorar a qualidade do espaço construído e áreas externas? Assim, cada *workshop* realizado foi direcionado para diferentes escalas do projeto que envolve o desenvolvimento de um conjunto de HIS.

Segundo Beirão (2013), o *workshop* teve como finalidade exemplificar uma abordagem para a análise e projeto urbanístico, incluindo um uso ilustrativo de um conjunto de ferramentas que foram desenvolvidas para esse efeito, incluindo o método de projeto *CityMaker*, desenvolvido por Beirão (2013), que usa padrões de projeto paramétricos desenvolvidos no *plug-in* Grasshopper para Rhinoceros.

O método de projeto definido como *CityMaker*, foi desenvolvido por Beirão e consiste em um conjunto de ferramentas para gerar soluções alternativas para um contexto urbano. O método propõe a utilização de um conjunto combinado de padrões de projeto que codificam soluções típicas de projeto usados por urbanistas. A combinação de padrões gera diferentes planos urbanos que podem ser ajustados através da manipulação de vários parâmetros em relação aos indicadores urbanos atualizados. Os padrões foram desenvolvidos a partir da observação de procedimentos típicos de desenho urbano, primeiro codificado como gramáticas discursivas e, mais tarde traduzido para padrões de projeto paramétricos (Figura 90). O método e as ferramentas que constituem o método proposto em *CityMaker* permite ao arquiteto compor uma solução projetual a partir de um conjunto de premissas programáticas e ajustá-lo, ajustando parâmetros enquanto verifica as mudanças dos indicadores urbanos em tempo real (Beirão, 2012).

Figura 90: Ferramenta CityMaker implementada no plug-in Grasshopper e visualização no software de modelagem Rhinoceros



(Fonte: BEIRÃO, 2012)

A primeira etapa do *workshop* foi constituída por uma breve explicação das ferramentas que seriam utilizadas e exemplos de sua aplicação em outros contextos. Além disso, foi apresentado aos estudantes o uso da Gramática da Forma para análise de implantação urbana de conjuntos de HIS (estudos de caso apresentados no capítulo 3 desta tese), a área de intervenção para a proposta de urbanização e o *design brief* (Figura 91). A localização da área para desenvolvimento do exercício projetual foi definida com a colaboração da professora de urbanismo Gisele Leonelli, da FEC-Unicamp e apresenta características relevantes para o estudo de um novo bairro de HIS.

Figura 91: Prof. José Beirão apresentando as ferramentas do *workshop*, alunos participantes e Leticia Mendes apresentando estudos de caso de análise de implantação urbana de conjuntos de HIS utilizando Gramática da Forma



(Fonte: autor, 2013)

A área delimitada para a intervenção proposta está localizada na cidade de Campinas, limítrofe à Rodovia Lix da Cunha e constitui um importante vetor de crescimento da cidade em direção ao aeroporto internacional (Figura 92). O local também suscita diversas questões com as quais os estudantes teriam que se confrontar para o desenvolvimento do projeto, dentre elas a diversidade da vizinhança (que inclui um condomínio de alto padrão, um conjunto habitacional, um loteamento de baixa renda, assentamentos informais e um empreendimento do Governo Federal para treinamento Olímpico), e a proximidade do cruzamento da Anhanguera com a Lix da Cunha, onde se encontra o maior assentamento informal de Campinas, o Parque Oziel<sup>24</sup>.

Para tornar possível a análise urbana proposta no *workshop*, foi necessário o levantamento do uso e ocupação do solo por meio de fotografias aéreas e da ferramenta *Google Earth*, uma vez que não foi possível obter uma base de dados SIG<sup>25</sup> (Sistema de Informação Geográfica) com os órgãos públicos de Campinas. Essas informações foram

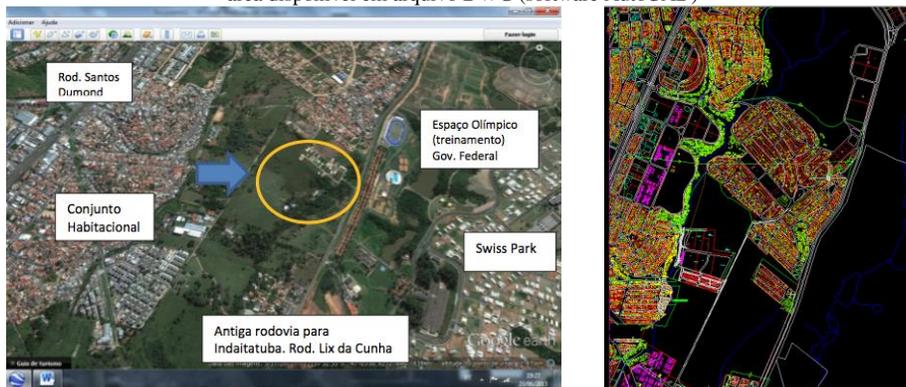
---

<sup>24</sup> Parque Oziel é a maior invasão urbana da América Latina, possui uma população estimada pela Secretaria da Habitação de Campinas em 30 mil pessoas, ou 6.600 famílias.

<sup>25</sup> Sistema de Informação Geográfica (SIG ou GIS - *Geographic Information System*) é um sistema de hardware, software, informação espacial e procedimentos computacionais que permite e facilita a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem.

relevantes como premissas do projeto e análise do entorno da área a ser urbanizada no exercício projetual.

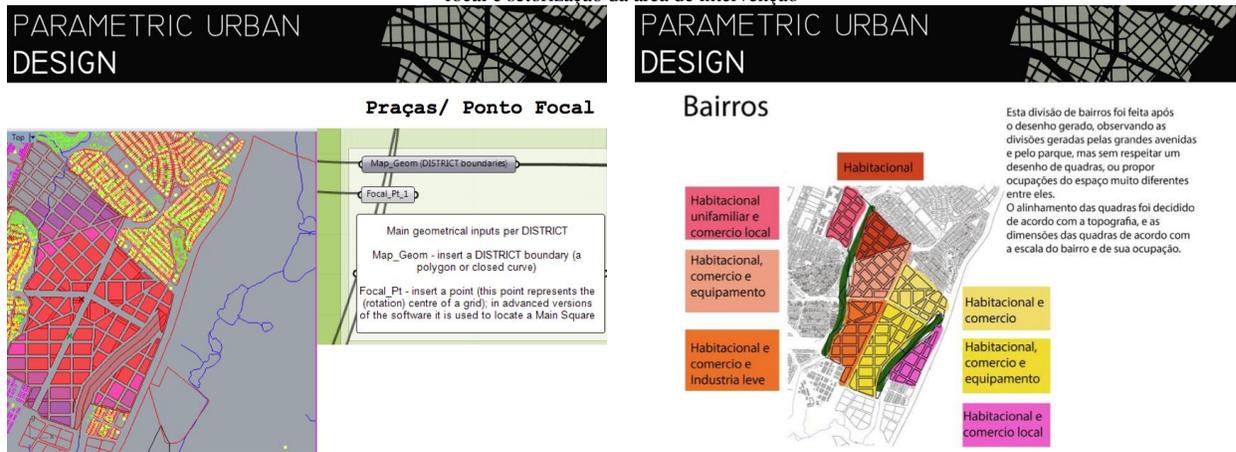
Figura 92: Localização da área de intervenção proposta no *workshop* e levantamento da área disponível em arquivo DWG (software AutoCAD)



(Fonte: Google Earth e autor, 2013)

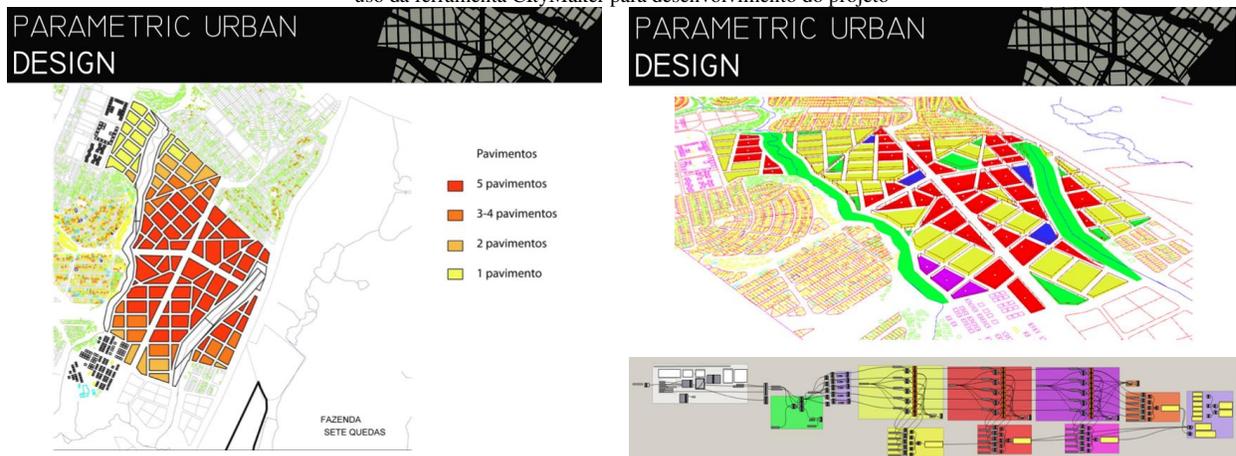
Os alunos foram divididos em equipes de 4 componentes e receberam assessoria dos professores no desenvolvimento do projeto. O resultado do *workshop* mostrou-se satisfatório, na medida em que os alunos conseguiram compreender as ferramentas e conceitos de projeto propostos e aplica-los ao desenho urbano do exercício projetual. A equipe 1 apresentou uma proposta fundamentada na evolução urbana e na constante alteração das necessidades e diversidade, preocupando-se em encontrar soluções flexíveis e elaborar soluções alternativas para redefinir as relações entre espaço construído e espaço livre, garantindo a importância dos fluxos.. Para isto, a equipe optou pela criação de pontos focais descentralizados e multiplicados (Figura 93). Além disso, o grupo apresentou o desenho das quadras a partir da divisão geradas pelas avenidas principais e dos parques, bem como a distribuição da densidade do bairro baseada nos pontos focais (Figura 94). A equipe demonstrou ter assimilado com facilidade o conjunto de ferramentas *CityMaker* para explorar diferentes soluções a partir da alteração dos parâmetros e variáveis.

Figura 93: Apresentação do projeto da equipe 1. Utilização das praças como ponto focal e setorização da área de intervenção



(Fonte: CAMPOS *et al.*, 2013).

Figura 94: Desenho urbano com setorização da área de acordo com o gabarito e demonstração do uso da ferramenta CIttyMaker para desenvolvimento do projeto

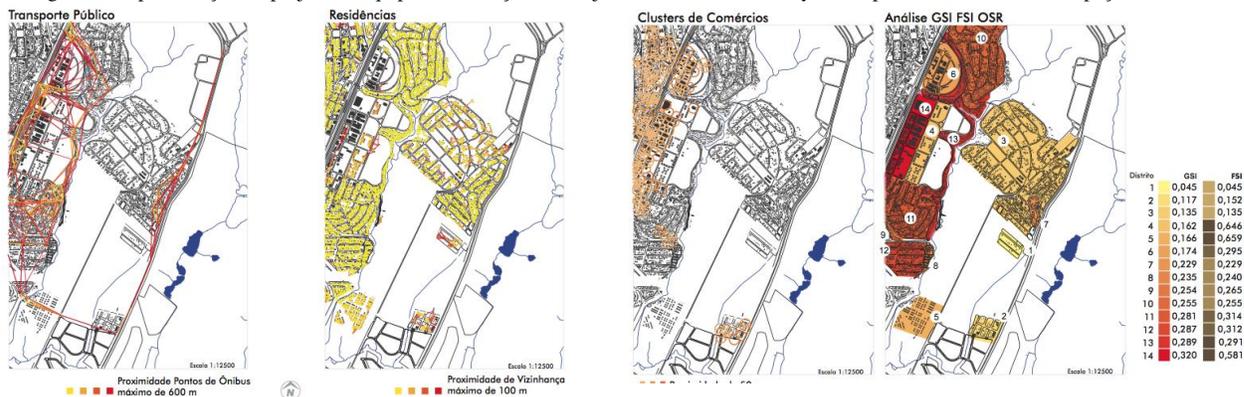


(Fonte: CAMPOS *et al.*, 2013).

A equipe 2 apresentou como diretriz projetual pensar a expansão da malha urbana por meio de um desenho associado ao entorno que fortalece a região com a criação de novos equipamentos e infraestrutura. A intervenção considera as áreas verdes existentes e prevê a criação de espaços públicos, a fim de adequar-se aos parâmetros urbanos internacionais. A apresentação da proposta incluiu referências do traçado urbano de cidades como Paris, Barcelona, São Francisco, Londres e Nova Iorque, bem como explorou de forma relevante as

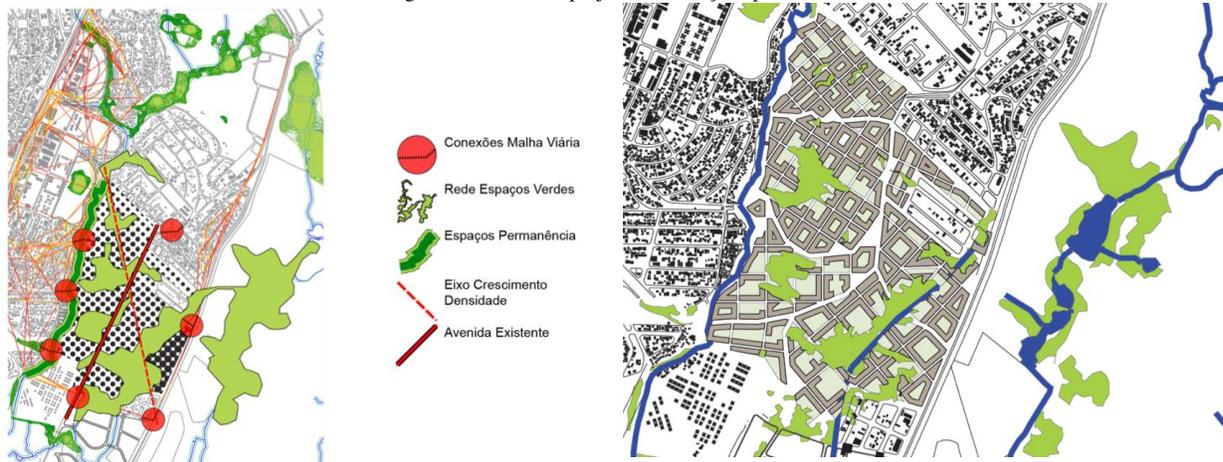
ferramentas do *CityMaker* para análise de uso e ocupação do solo da área do entorno e cálculo da distância do sistema de transporte público (Figuras 95 e 96).

Figura 95: Apresentação do projeto da equipe 2. Utilização do conjunto de ferramentas CityMaker para análise de uso e ocupação do solo



(Fonte: SEDREZ et al., 2013)

Figura 96: Diretrizes projetuais e solução apresentada

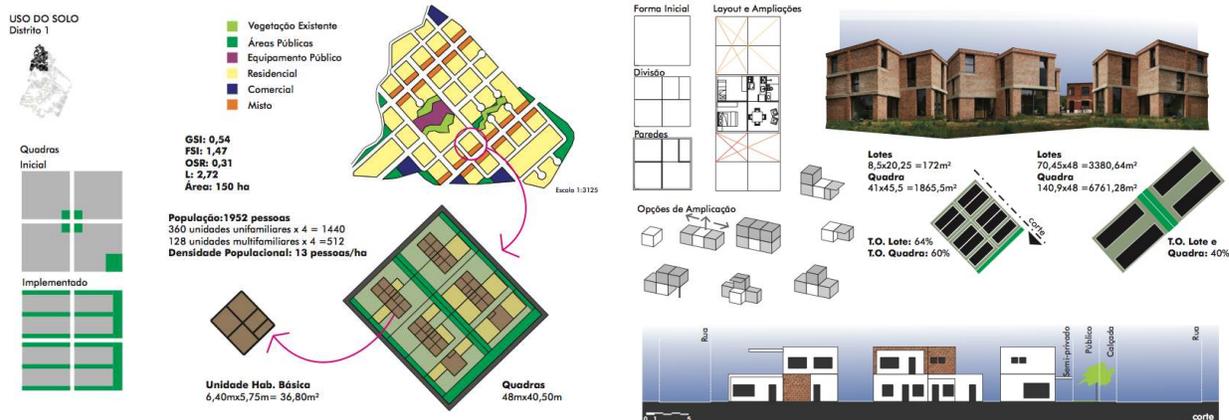


(Fonte: SEDREZ et al., 2013)

A equipe 2 conseguiu chegar ao detalhamento de algumas diretrizes para o conjunto habitacional, propondo a subdivisão da área em distritos menores e assim, apresentar possíveis soluções desde a escala do desenho urbano ao edifício (Figuras 97 e 98). Partindo também de um método baseado em regras, assim como foi apresentado nos estudos de caso dos conjuntos habitacionais construídos e participantes do concurso CDHU/IAB (Capítulo 3), a equipe apresentou regras para subdivisão da quadra, implantação dos edifícios, opções de ocupação

da quadra, detalhamento das vias e gabarito dos edifícios; bem como regras para ampliação das habitações unifamiliares como um sistema evolutivo (Figura 97 à direita).

Figura 97: Detalhamento de diretrizes para o conjunto habitacional, Distrito 1: subdivisão da quadra e regras para ampliação de habitações unifamiliares (sistema evolutivo)



(Fonte: SEDREZ et al., 2013)

Figura 98: Detalhamento de diretrizes para o conjunto habitacional, Distrito 2: apresentação de opções de ocupação da quadra, detalhamento das vias e gabarito dos edifícios



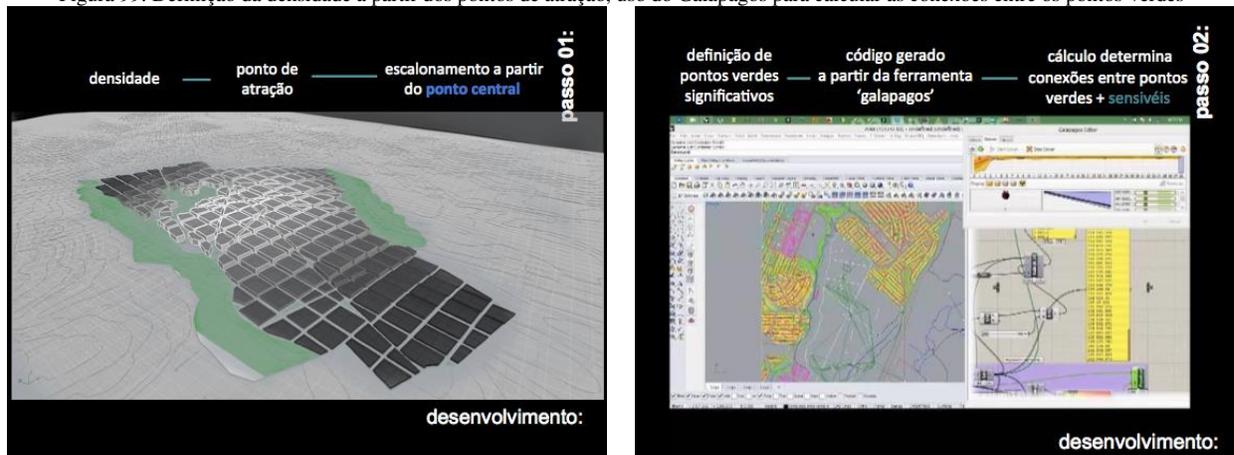
(Fonte: SEDREZ et al., 2013)

A equipe 3 desenvolveu a proposta projetual a partir das seguintes considerações: (1) a área constitui um vazio urbano; (2) possui infraestrutura precária; (3) possui áreas verdes com potenciais não valorizados; (3) invasões por comunidade ribeirinhas. Dessa forma, a solução adotada pelos alunos foi projetar o desenho urbano baseado nos equipamentos urbanos e áreas

verdes, assim, definiram as diferentes densidades do bairro a partir dos pontos de atração, escalonando o gabarito das edificações baseado na localização do ponto central (Figura 99).

Para atingir esses objetivos a equipe utilizou ferramentas do *CityMaker* para definir as áreas verdes significativas e a partir da utilização do componente Galápagos<sup>26</sup> do *plug-in Grasshopper*, foi feito o cálculo das conexões entre as áreas verdes mais relevantes (Figuras 99 e 100).

Figura 99: Definição da densidade a partir dos pontos de atração, uso do Galápagos para calcular as conexões entre os pontos verdes

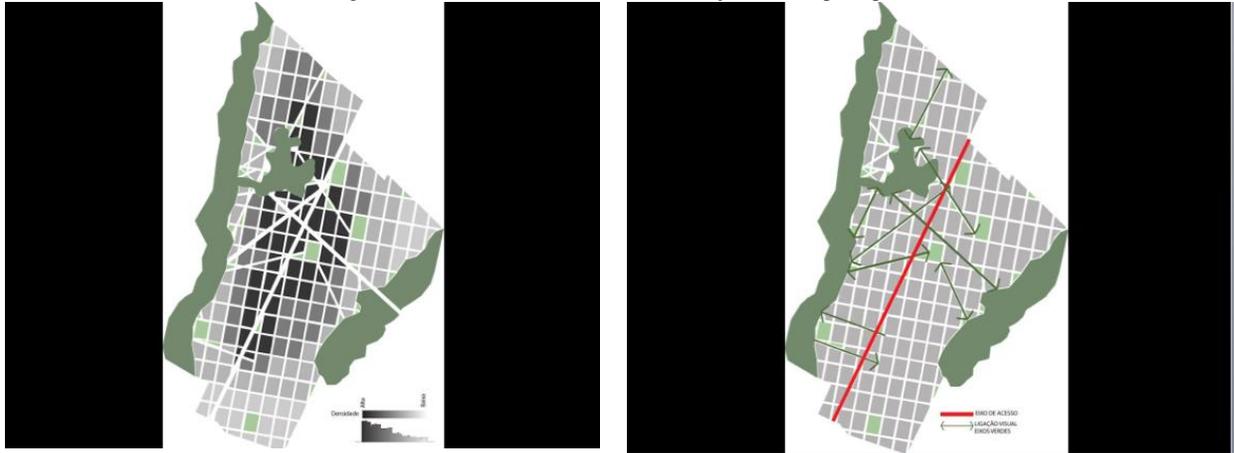


(Fonte: CALIXTO et al., 2013)

---

<sup>26</sup> Galápagos é um componente do *plug-in Grasshopper* que funciona como uma plataforma genérica para a aplicação de algoritmos evolutivos com ampla variedade de problemas por não-programadores.

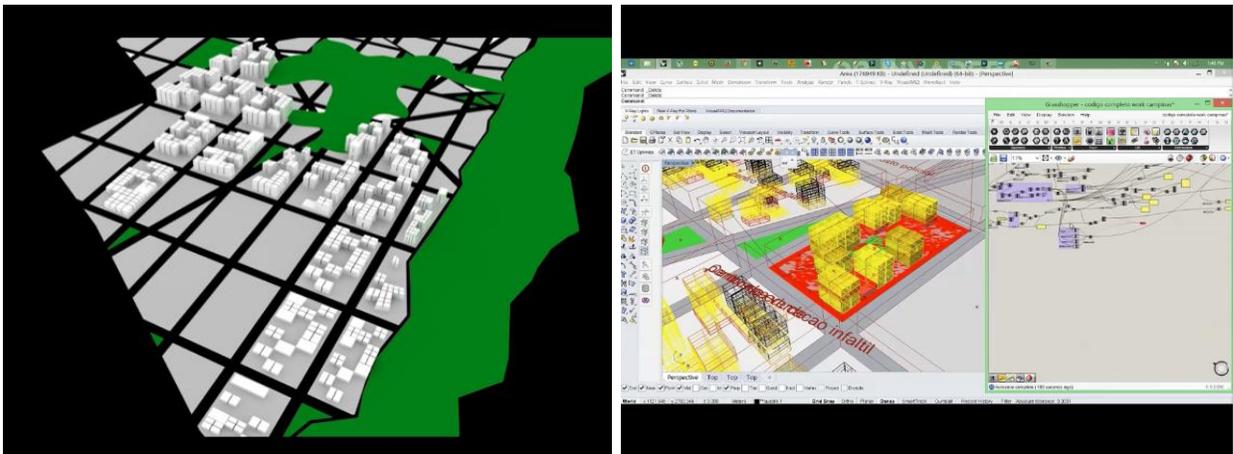
Figura 100: Desenho urbano do bairro, definição das vias principais



(Fonte: CALIXTO et al., 2013)

A equipe 3 também conseguiu partir do desenho urbano à escala da quadra, alcançando bons resultados com o uso da ferramenta Galápagos para otimizar o uso e ocupação das quadras e gabarito dos edifícios (Figura 101).

Figura 101: Definição da densidade das quadras a partir do ponto central e uso do Galápagos para otimizar uso e ocupação das quadras

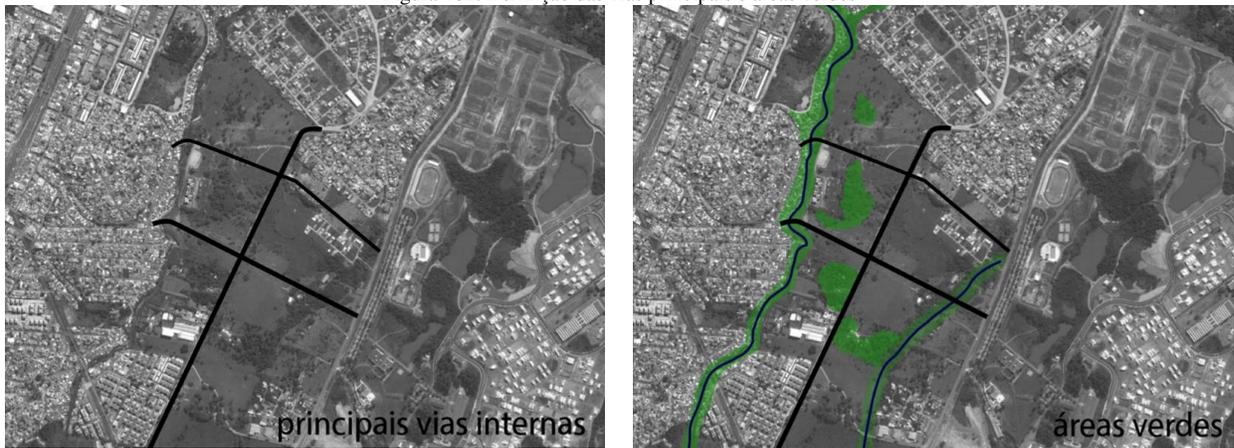


(Fonte: CALIXTO et al., 2013)

A quarta equipe baseou-se na criação de uma centralidade urbana, interligando os bairros próximos, com o objetivo de diminuir o isolamento causado pelas barreiras físicas

impostas pelas rodovias Anhanguera e Lix da Cunha (Figura 102). Além disso, a proposta objetivou definir diretrizes para ocupação da quadra priorizando incentivar a diversidade e vivacidade dos espaços e localizar equipamentos públicos como: escolas, hortas, parques, posto de saúde e biblioteca para suprir a demanda da região (Figura 103).

Figura 102: Definição das vias principais e áreas verdes



(Fonte: MORI et al., 2013)

Figura 103: Localização dos novos equipamentos como: escolas, hortas, parques, posto de saúde e biblioteca e detalhamento de uma via local



(Fonte: MORI et al., 2013)

Contudo, observou-se que a equipe 4 pouco utilizou as ferramentas disponíveis, tanto para análise da área do entorno quanto para geração da proposta do bairro. Em discussão com o grupo, foi exposta a dificuldade em implementar, nos componentes da ferramenta *CityMaker*, a primeira proposta que o grupo pretendia ter desenvolvido – um sistema baseado

em regras para geração de uma implantação em forma de mosaico (também conhecido como *Honeycomb*), inspirada no trabalho do arquiteto Mazlin Ghazali (Figura 104).

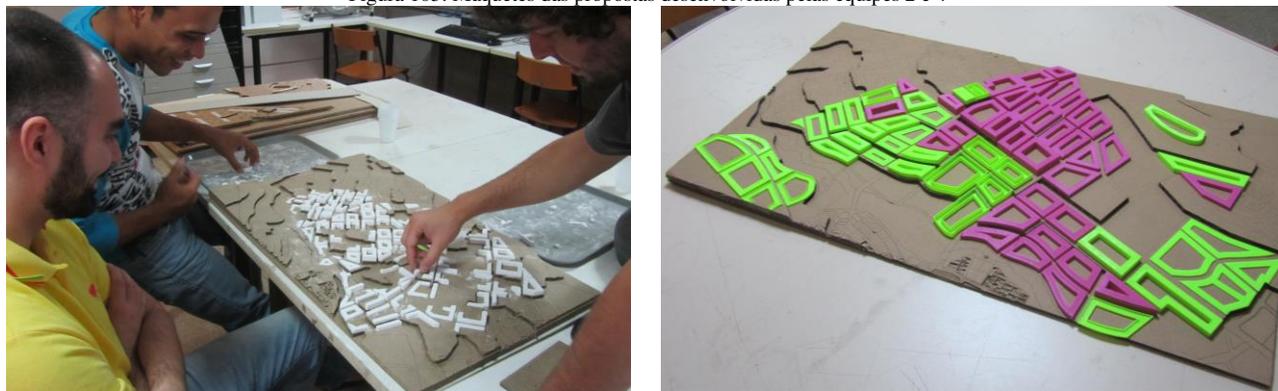
Figura 104: Exemplos de padrões e regras para geração de implantação em forma de Honeycomb e referência de implantação de conjunto habitacional do arquiteto Mazlin Ghazali



(Fonte: MORI et al., 2013)

Como método de avaliação das propostas desenvolvidas no *workshop*, utilizou-se tecnologias de prototipagem rápida de corte a laser e impressão 3D para estudo das soluções apresentadas pelas equipes (Figura 105). Além disso, foram aplicados questionários de avaliação aos participantes do *workshop*, cujos resultados são apresentados e discutidos nas considerações finais desta pesquisa.

Figura 105: Maquetes das propostas desenvolvidas pelas equipes 2 e 4



(Fonte: autor, 2013)

Esse *workshop* consistiu na primeira etapa se alcançar o objetivo da presente pesquisa: a utilização de um método baseado em regras para desenvolvimento de um projeto de conjunto de HIS, com foco na questão da implantação dos edifícios e áreas externas. A experiência didática mostrou-se de grande relevância para a avaliação da presente pesquisa, uma vez que demonstrou o potencial da utilização de regras paramétricas implementadas em um sistema computacional no ensino de desenho urbano, ainda que em curto prazo de duração do *workshop*. Outra importante questão levantada a partir dessa atividade, foi a observação do rápido desenvolvimento de soluções - com certa complexidade - voltadas para a escala do bairro, e sua capacidade em explorar diferentes possibilidades, considerando diversos parâmetros e variáveis envolvidas como: uso e ocupação do solo, densidade, conexão de áreas verdes, entre outros aspectos.

#### **4.2. 2º *Workshop*: O uso da Gramática da Forma para a geração de implantação para conjuntos de HIS**

O segundo *workshop* ocorreu entre os dias 4 a 8 de novembro de 2013, com duração de 15h e foi desenvolvido na maquetaria e Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção (LAPAC) da FEC-Unicamp com os alunos do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Esse *workshop* foi constituído por três etapas: Fase teórica, Fase de desenvolvimento (Parte I e Parte II) e Fase prática (Parte I e Parte II). Segue abaixo a descrição de cada etapa dos exercícios:

##### **Fase teórica**

A primeira fase objetivou contextualizar o tema da habitação de interesse social no Brasil e apresentar estudos de caso de projetos de conjuntos de HIS, bem como demonstrar a aplicação da Gramática da Forma para a análise e geração de projetos de habitação e

implantação urbana, como por exemplo, as gramáticas da Malagueira (DUARTE, 2003; DUARTE, 2007), os estudos de caso do concurso CDHU/IAB apresentados no capítulo 3 desta pesquisa (MENDES e CELANI, 2013a), a gramática das Villas de Palladio (STINY e MITCHELL, 1978); gramática de Belapur (MENDES *et al.*, 2013b) e gramática do PREVI (MENDES *et al.*, 2013c).

Esta etapa buscou demonstrar a potencialidade do uso de um sistema para a geração de diferentes soluções de projeto e sua aplicação na questão da implantação de conjuntos de HIS.

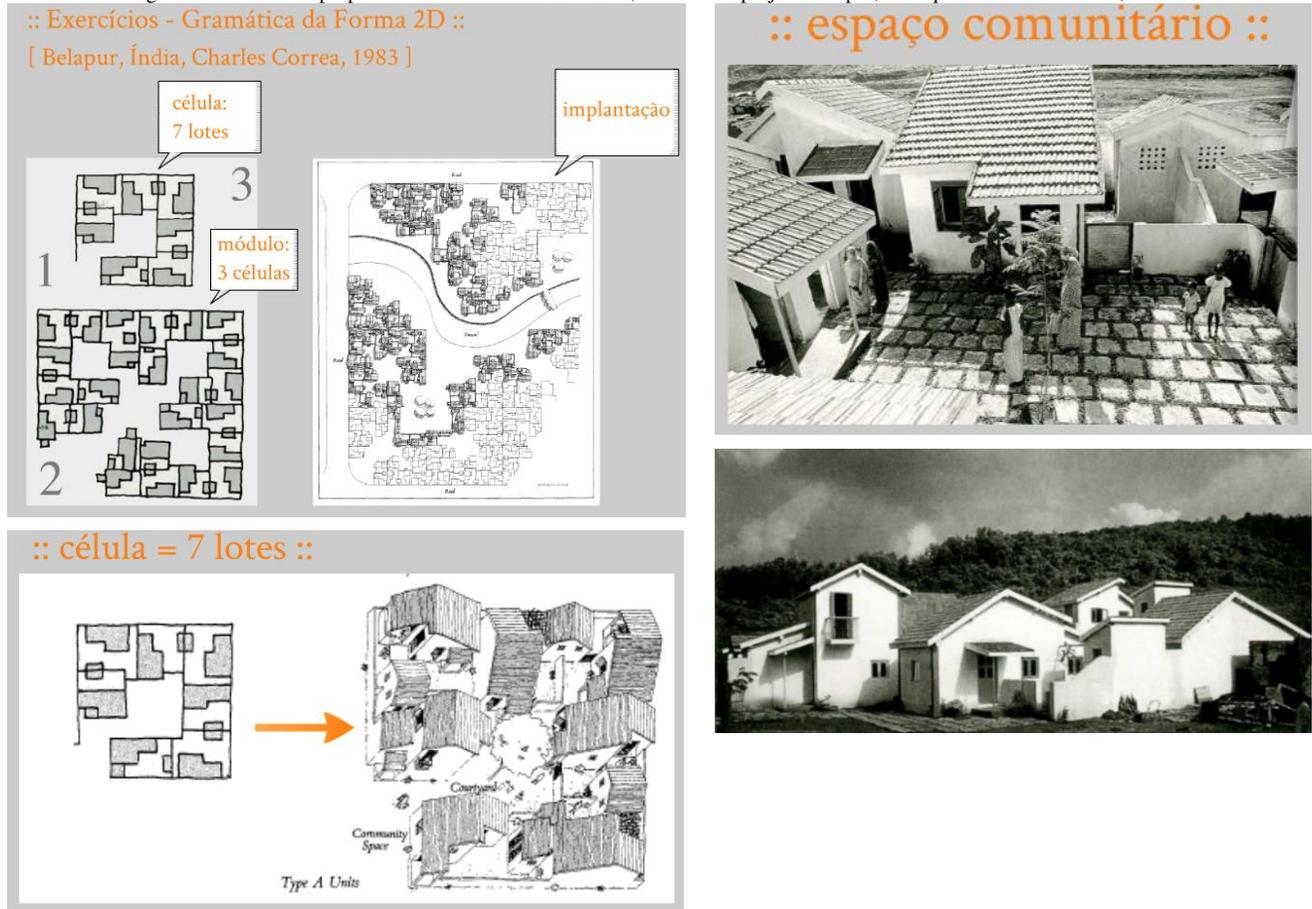
### **Fase de desenvolvimento**

A **Fase de Desenvolvimento** foi composta por 2 etapas: a primeira parte teve como objetivo propor um exercício para que os alunos utilizassem a Gramática da Forma como método de análise para inferir as regras de composição de 2 conjuntos habitacionais, descritos a seguir. A segunda etapa (Parte II) foi constituída por exercícios para o aprendizado de Gramáticas da Forma tridimensionais, a partir da análise das Gramáticas do conjunto habitacional Jardim São Francisco (ANDRADE *et al.*, 2012), e das Casas da Pradaria (KONING e EIZENBERG, 1981), entre outros.

#### **Parte I:**

Na segunda etapa - fase de Desenvolvimento – Parte I – os alunos desenvolveram exercícios de Gramática da Forma bidimensional individualmente. Utilizou-se como estudo de caso para o exercício, as gramáticas de Belapur e PREVI. Assim, propôs-se que os alunos inferissem as regras para geração das implantações dos projetos apresentados (Figura 106).

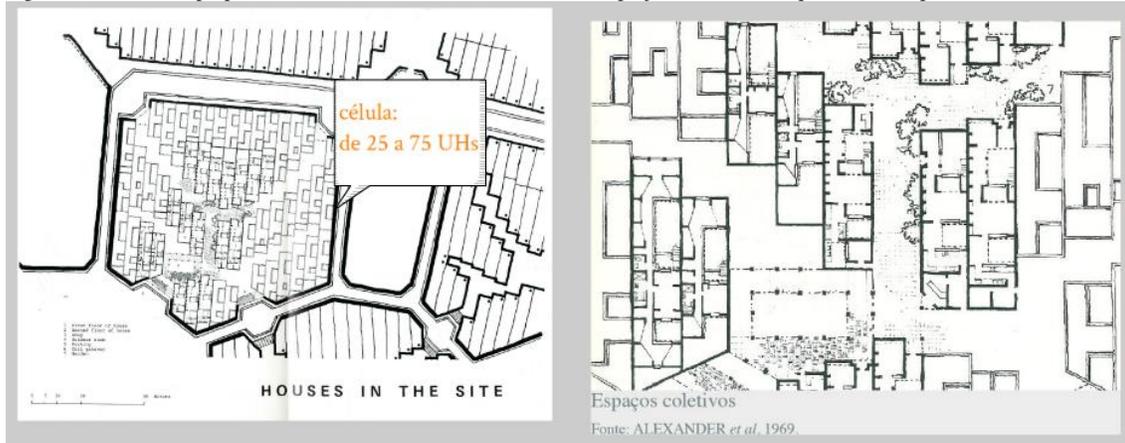
Figura 106: Exercício proposto de Gramática da Forma 2D, baseado no projeto Belapur, do arquiteto Charles Correa, de 1983



(Fonte: MENDES et al., 2013b e CORREA, 1999)

O exercício tinha como objetivo que os alunos aprendessem o método da Gramática da Forma e conseguissem reproduzir, por meio de regras simples, a implantação apresentada nos estudos de caso e gerar diferentes soluções a partir da aplicação sucessiva das regras, analisando, dessa forma, a potencialidade do método para a aplicação no contexto habitacional brasileiro (Figura 107).

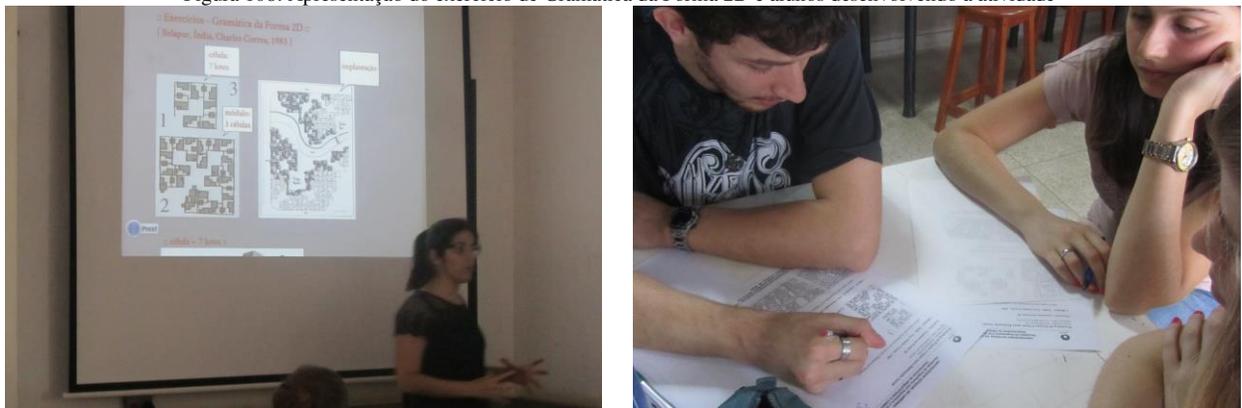
Figura 107: Exercício proposto de Gramática da Forma 2D, baseado no projeto PREVI do arquiteto Christopher Alexander, de 1969



(Fonte: ALEXANDER et al., 1969)

Esse exercício foi desenvolvido sem auxílio de computador, utilizando-se papel manteiga e canetas ou lápis coloridos. Assim, os alunos poderiam sobrepor as folhas para reconhecimento das formas que compunham a gramática para aplicar novamente a regra, gerando a implantação do projeto do conjunto habitacional (Figura 108 e 109).

Figura 108: Apresentação do exercício de Gramática da Forma 2D e alunos desenvolvendo a atividade



(Fonte: Autor, 2013)

Figura 109: Alunos desenvolvendo exercício de Gramática da Forma 2D



(Fonte: Autor, 2013)

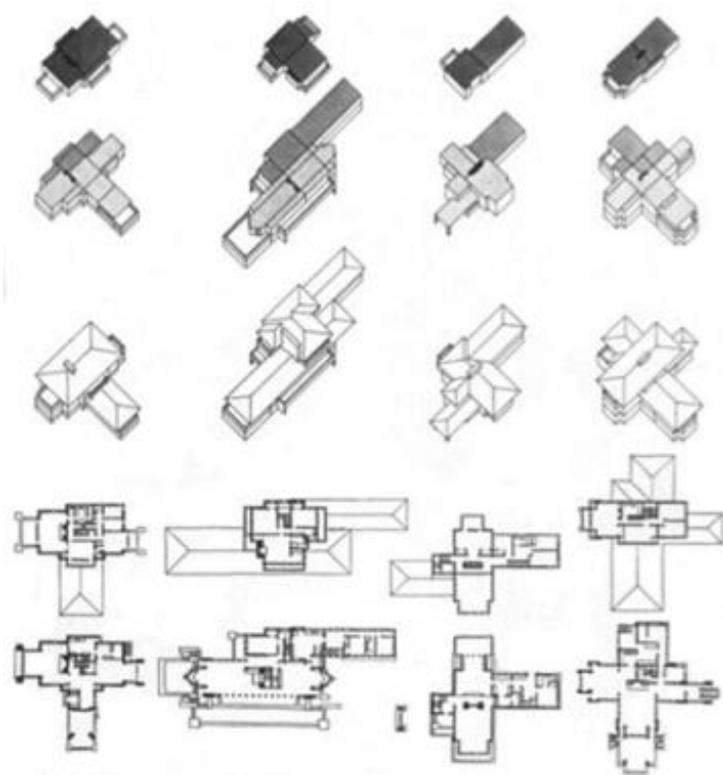
A importância de que os alunos experimentassem criar as regras de implantação a partir de um vocabulário pré-definido - por exemplo, a quadra (célula) de Belapur, (Figura 106) - contribuiu na compreensão das operações matemáticas: rotação, espelhamento (*mirror*), adição e subtração para inferência das regras dos estudos de caso.

## **Parte II:**

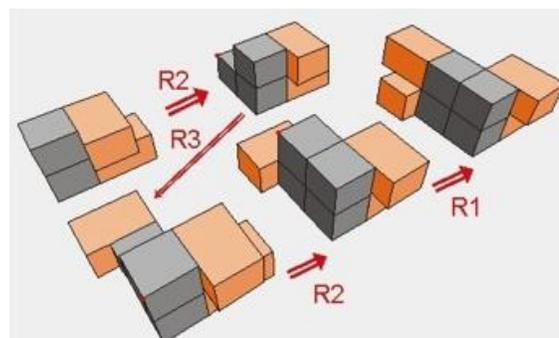
Na Parte II da fase de Desenvolvimento, foram propostos alguns exercícios envolvendo o aprendizado de gramáticas da forma tridimensional. Primeiramente foi feita uma apresentação sobre alguns estudos que envolvem essas gramáticas, como: as Casas da Pradaria, de Frank Lloyd Wright (KONING e EIZENBERG, 1981), do Jardim São Francisco (ANDRADE *et al.*, 2012) e dos apartamentos pré-fabricados (GEALY, 2008) (Figura 110).

Figura 110: Gramática das Casas da Pradaria (A), Jardim São Francisco (B) e Apartamentos pré-fabricados (C)

**A**



**B**



**C**



(Fonte: KONING e EIZENBERG, 1981; ANDRADE et al., 2012; GEALY, 2008)

O exercício baseou-se no uso dos Blocos de Fröbel<sup>27</sup> (Figura 111) para aprendizado do uso da Gramática da Forma tridimensional. Koning e Eizenberg (1981) desenvolveram uma Gramática da Forma para analisar a linguagem das Casas da Pradaria, projetadas pelo arquiteto Frank Lloyd Wright e cujo nome reflete a característica de sua implantação horizontal em uma grande área plana.

<sup>27</sup> Friedrich Fröbel (1782 – 1852) foi um pedagogo alemão, fundador do primeiro Jardim de Infância e criador dos Blocos de Fröbel, um brinquedo muito popular no final do século XIX.

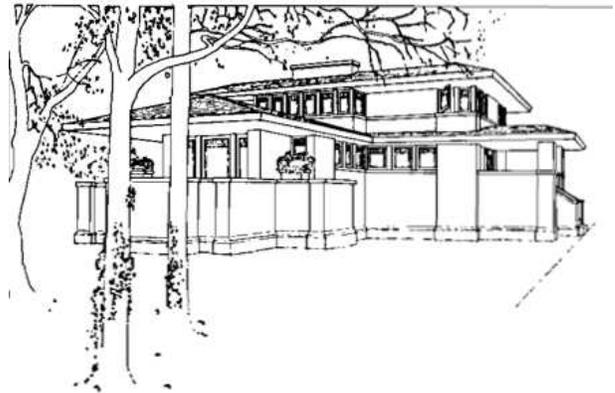
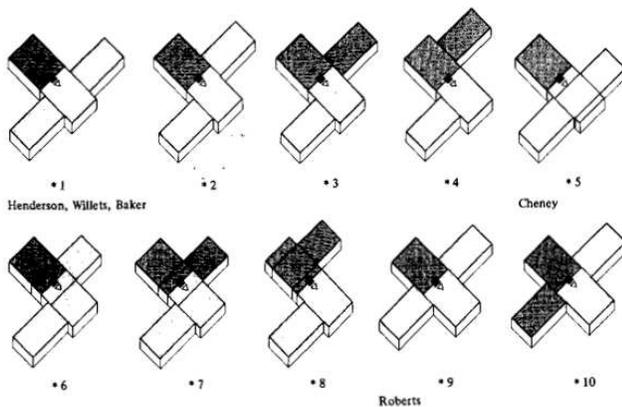
Figura 111: Blocos de Fröbel



(Fonte: GOOGLE, 2013)

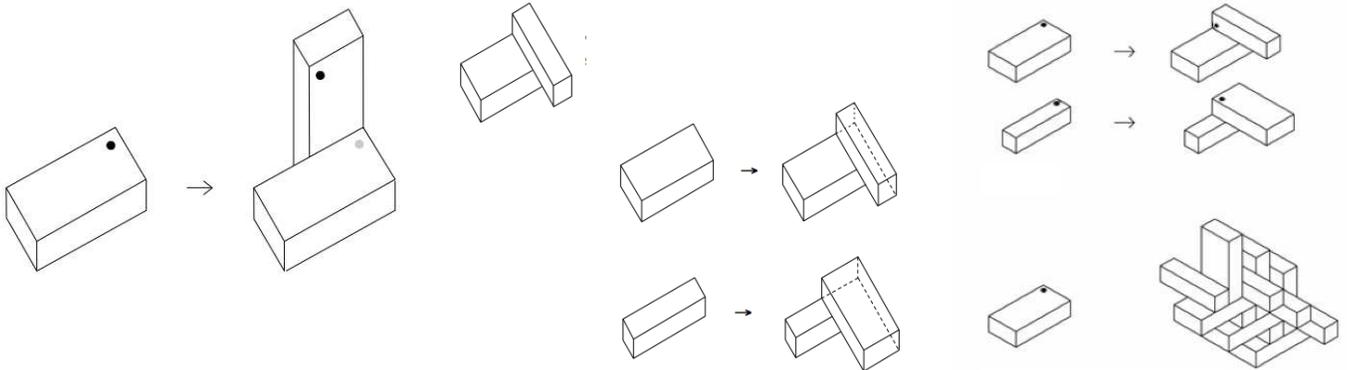
A gramática desenvolvida por Koning e Eizenberg é importante devido à análise da influência dos blocos de Fröbel na linguagem desenvolvida pelo arquiteto, afirmando que “projetar nessa linguagem consiste em arranjos de blocos em que varandas, terraços e outros ornamentos e articulações são adicionados” (KONING e EIZENBERG, 1981) (Figura 112). Nessa gramática, para cada etapa da derivação existe um número de regras que podem ser aplicadas, assim ao longo do processo, decisões devem ser tomadas para determinar quais regras serão aplicadas. Os marcadores utilizados indicam em que ponto se deve adicionar ou substituir objetos, bem como permitem orientar a posição dos blocos (CRUZ e CELANI, 2009). Com esse material, os alunos puderam experimentar diferentes soluções por meio da simples mudança de posição do marcador e sua consequência no processo de design (Figura 113).

Figura 112: Exemplo do início de uma derivação a partir da gramática das Casas da Pradaria e Stiny House (1981)



(Fonte: KONING e EIZENBERG, 1981)

Figura 113: Exemplo do uso de marcadores (labels), definição de uma relação espacial e exemplo de aplicação de regras



(Fonte: KNIGHT, 2012)

Para o desenvolvimento dessa atividade os alunos receberam blocos de Fröbel (de madeira) e trabalharam individualmente. Os exercícios ministrados visavam o aprendizado da utilização dos marcadores (*labels*) e sua influência nas derivações (Figura 113), além disso, buscou-se a análise do potencial do método para o objetivo do *workshop*: o uso da Gramática da Forma para a geração de implantação em conjuntos de HIS (Figura 114).

Figura 114: Alunos desenvolvendo os exercícios de Gramática da Forma 3D, utilizando Blocos de Fröbel



(Fonte: Autor, 2013)

## Fase Prática

### Parte I:

Essa etapa da atividade constituiu no desenvolvimento do exercício de projeto, a partir do conhecimento adquirido sobre o método (Gramática da Forma) e o contexto de HIS no Brasil. Os alunos se dividiram em grupos de dois a quatro pessoas para desenvolverem uma gramática para geração das habitações, blocos habitacionais e implantação urbana do conjunto. Dessa forma, receberam o mesmo material e formas geométricas, para criarem o vocabulário da gramática e as regras de composição.

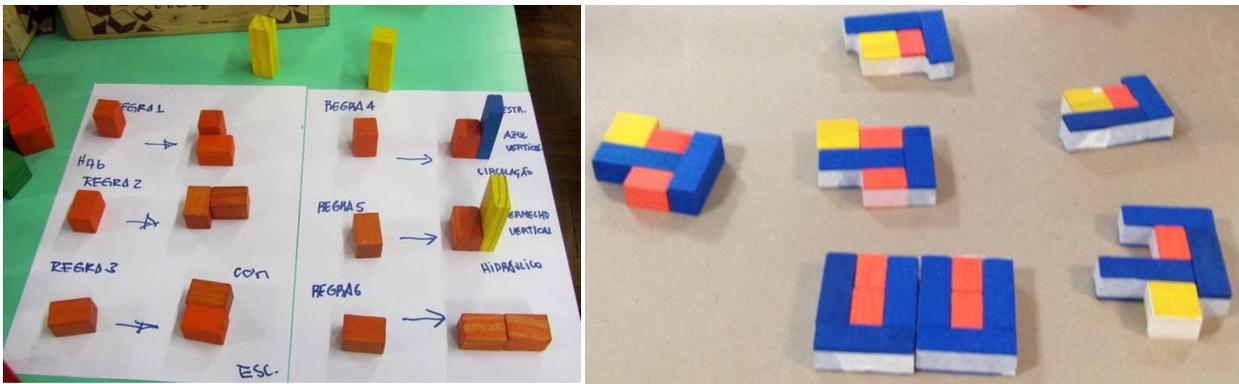
Tabela 2 – Quadro de participantes do *Workshop*: O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS – 1ª Etapa

<b>Workshop: O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS – 1ª Etapa</b> Instrutores: Leticia Teixeira Mendes Duração: 15h	Período: 04/11/2013 – 08/11/2013	Ferramentas/Material
	Colaboradora: Profa. Dra. Gabriela Celani	Blocos de Fröbel Blocos de madeira Software de modelagem 3D
Alunos		Grad./Pós-grad.
Bárbara Maia		Graduação
Camilla Sumi		Graduação
Carla Martins		Graduação
Carlos Cenci		Graduação
Débora Kolstok		Graduação
Filipe Campos		Graduação
Isabela Tavares		Graduação
José Carrari		Graduação
Marina Leme		Graduação
Marília Oliveira		Graduação
Mônica Cianfarani		Graduação

Ruy George	Graduação
Renata Latuf	Graduação
Stefane Kaller	Graduação
Vinicius Mizobuti	Graduação

O material escolhido foi o mesmo utilizado no *Shape Grammars Workshop*, ministrado pelos professores Gabriela Celani e Carlos Vaz, no Sigradi 2012 (descrito no capítulo 5). São peças de madeira de diferentes tamanhos e cores, originalmente fabricadas para o ensino infantil de operações matemáticas de frações. Esse material se mostrou bastante adequado, pelo fácil manuseio, possibilidade de experimentação de diferentes soluções (as peças podem ser coladas provisoriamente com fita dupla-face) e permite a definição de escala do modelo de acordo com as regras da gramática, por exemplo: um cubo amarelo pode representar uma unidade habitacional inteira ou apenas um cômodo da casa (de acordo com a escala definida e com o vocabulário da gramática) (Figura 115).

Figura 115: Regras compostas com as peças e exemplo de unidades habitacionais formadas com o agrupamento de peças

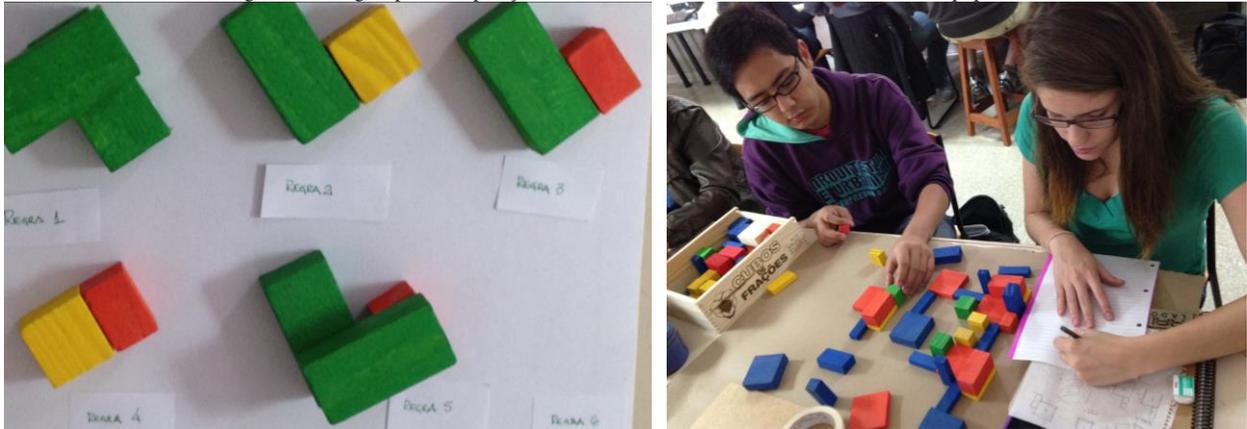


(Fonte: CELANI e VAZ, 2012 e Arquivo pessoal, 2013)

O desenvolvimento do projeto foi acompanhado por assessorias aos grupos, análise de estudos de caso (Conjuntos habitacionais Belapur, Jardim São Francisco e PREVI-Lima) e discussão com os grupos. As figuras 116 e 117 ilustram o processo de projeto de algumas equipes, demonstrando a definição das relações espaciais (Figura 116 à esquerda), o vocabulário de formas da gramática e o uso de marcadores (Figura 117 à esquerda) e a

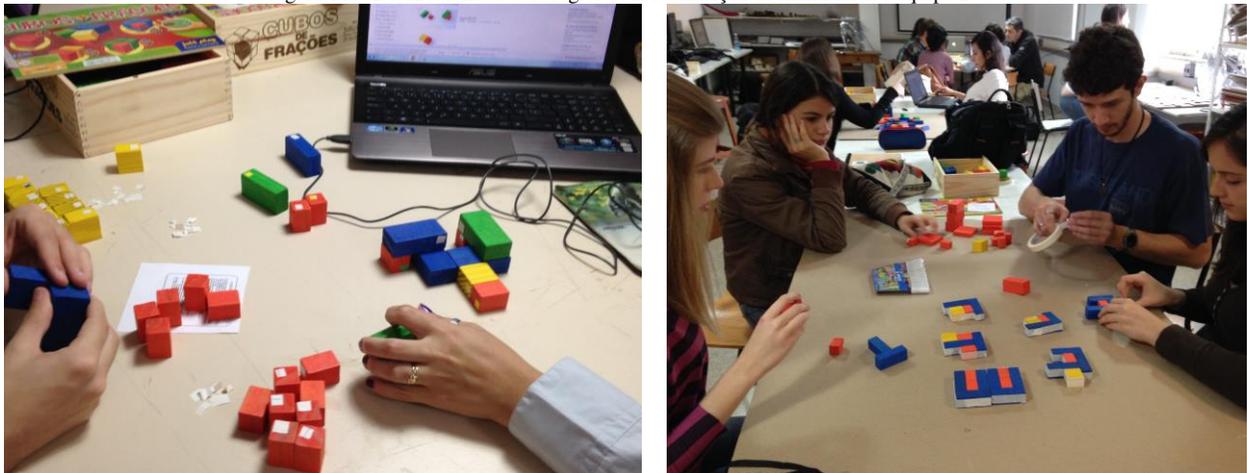
definição das unidades habitacionais a partir do agrupamento das formas do vocabulário (Figura 117 a direita).

Figura 116: Regras para composição de blocos habitacionais e desenvolvimento da equipe 3



(Fonte: Arquivo pessoal, 2013)

Figura 117: Desenvolvimento de regras com a utilização de marcadores e equipe 2

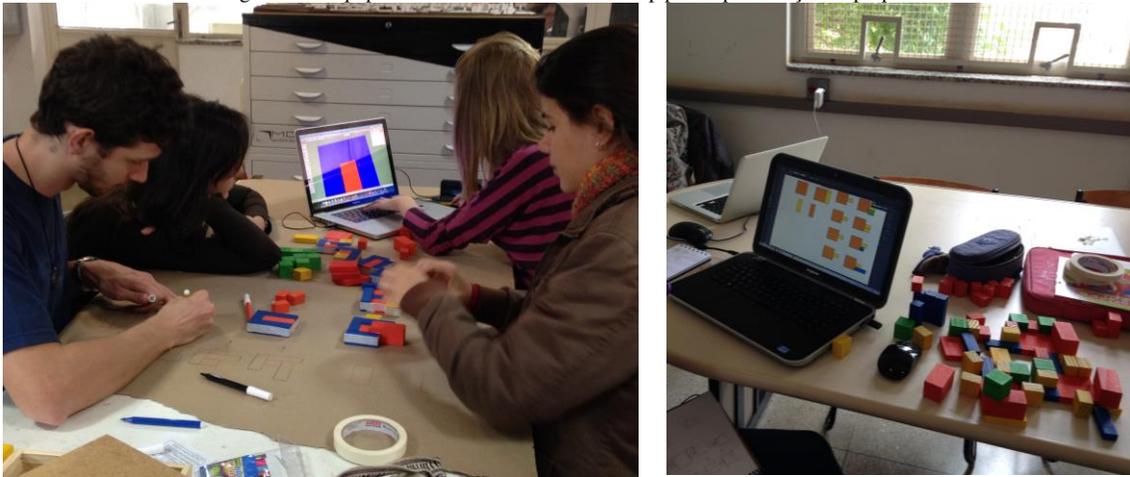


(Fonte: Arquivo pessoal, 2013)

Para facilitar a apresentação dos projetos, os alunos tiveram liberdade para escolher softwares de modelagem tridimensional para representação das propostas, tais como: Rhinoceros e SketchUp. O método proposto no *workshop* do uso da Gramática da Forma para geração de projetos de conjuntos de HIS, não dependia de ferramentas digitais para ser aplicado, uma vez que a implementação do formalismo da Gramática da Forma foi desenvolvido, inicialmente, manualmente. Contudo, sua lógica pode ser facilmente

implementada em computadores, com o objetivo de otimizar a geração de soluções e a escolha dos resultados que melhor respondem ao *design brief*. No entanto, nesse *workshop*, em contraposição ao 1º *workshop* (*Parametric Urban Design*), incentivou-se o desenvolvimento das gramáticas manualmente e o uso das ferramentas digitais apenas com a finalidade de representação (Figuras 118 e 119).

Figura 118: Equipe 2 utilizando software SketchUp para representação da proposta



(Fonte: Arquivo pessoal, 2013)

Figura 119: Equipe 4 - Desenvolvimento da implantação do conjunto habitacional e utilização de software de modelagem tridimensional



(Fonte: Arquivo pessoal, 2013)

A equipe 1 desenvolveu o vocabulário de formas para habitação (cubo azul), praças e ruas (cubo vermelho), comércio e serviços (cubo amarelo) e institucional (cubo verde). O sistema de geração da implantação foi pensado a partir da inserção das áreas comuns (Regra 1 e Regra 3), um fator de importância relevante, uma vez que o objetivo do *workshop* é validar um método para gerar áreas externas e espaços comunitários mais diversificados e que incentive a apropriação por parte dos moradores. A Regra 2 garante que todos os estabelecimentos comerciais estejam inseridos em espaços públicos, garantindo, assim a criação de núcleos de atividade (ALEXANDER et al., 1969) e áreas externas mais movimentadas devido à multifuncionalidade do espaço. Outra interessante característica explorada na gramática desenvolvida foi permitir e incentivar a ocupação do pavimento térreo por comércio e sobrepor pavimentos de habitação (Regras 5 e 6), criando dessa forma, edifícios multiuso (Figura 120 e Figura 121).

Entre outras características interessantes observou-se a atenção direcionada aos acessos aos espaços públicos, por meio da Regra 10, que permite a inserção de uma área comum a partir dos acessos, que podem ser traduzidos como vias para pedestres. Essas vias são inseridas sempre que houver um estabelecimento de serviço (Regra 4) e podem ser inseridas no entorno de edifícios habitacionais (Regra 8 e 11), criando áreas comunitárias menores – a partir da extensão dessas vias (Regra 9) - e garantindo o acesso dessas construções aos espaços públicos (Figura 121).

A regra 12 deve ser aplicada no final do processo de projeto, para excluir os cubos vermelhos e, dessa forma, criar os espaços vazios das áreas externas e vias. O exemplo de implantação, apresentado na Figura 122, demonstra o resultado de uma derivação ainda sem a aplicação da regra que exclui as peças que representam os espaços públicos. A gramática desenvolvida pela equipe 1 permite o uso de três tipologias habitacionais, com 2, 3 ou 6 pavimentos, demonstrando sua potencialidade para se adaptar a diferentes contextos, dependendo da densidade exigida pelo programa.

Figura 120: Equipe 1 – Vocabulário de formas e regras para implantação

**Workshop**  
**O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS**

Tabela **1**

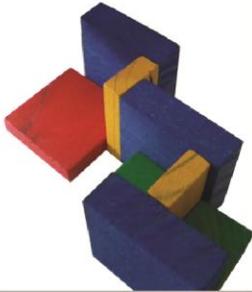
**Fase Prática 1**

**Grupo 1**

**Vocabulário**

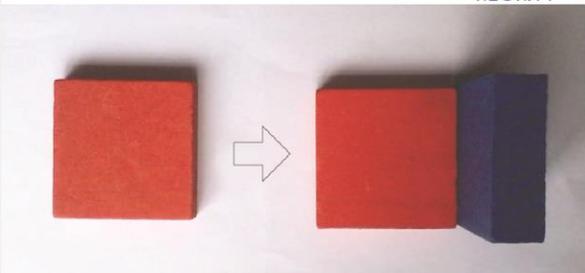
**USOS**

-  Praças e ruas
-  Habitação
-  Comércio e serviços
-  Institucional



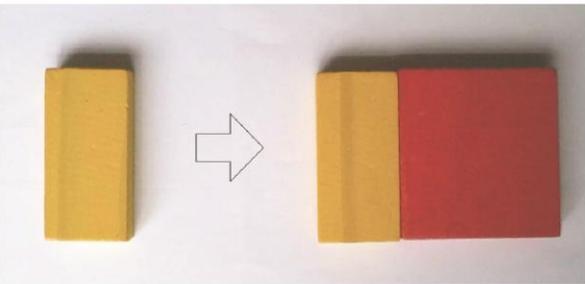
**regras para implantação**

**REGRA 1**

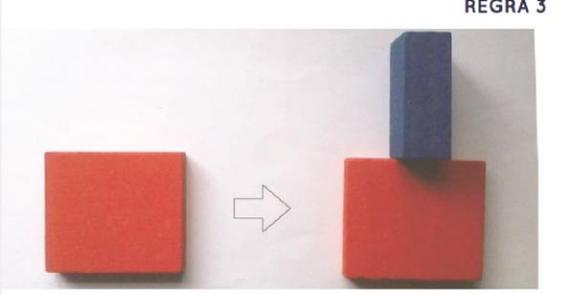


RESTRIÇÃO: Apenas um edifício de 5 andares por bloco (azul).

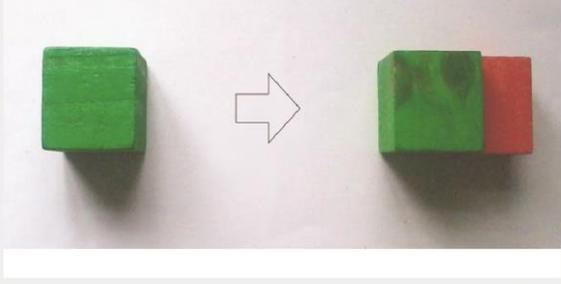
**REGRA 2**



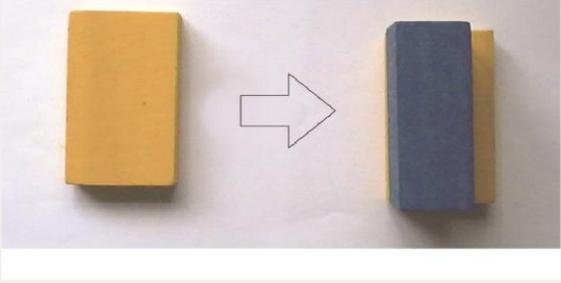
**REGRA 3**



**REGRA 4**

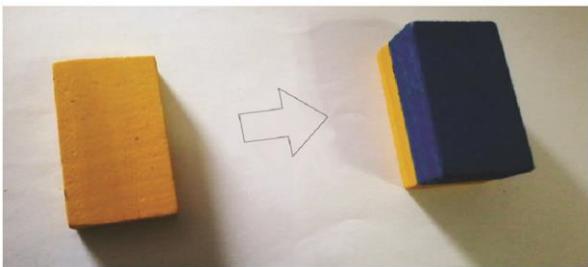
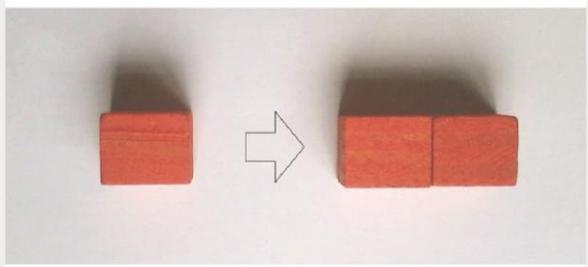
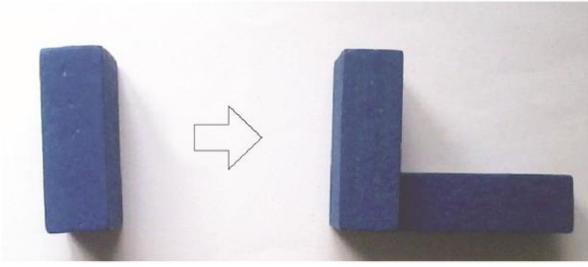
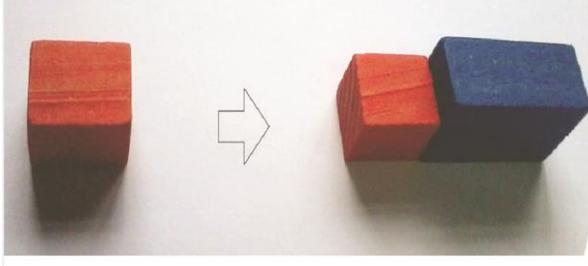
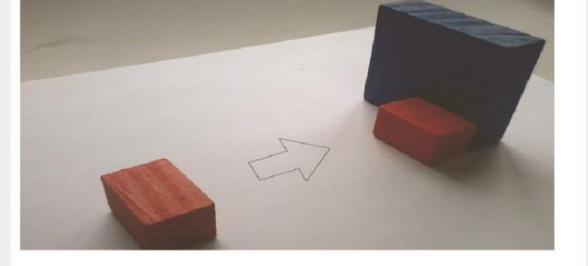


**REGRA 5**



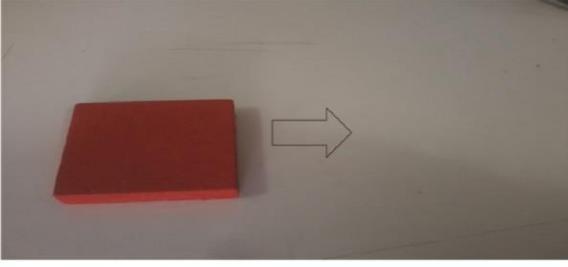
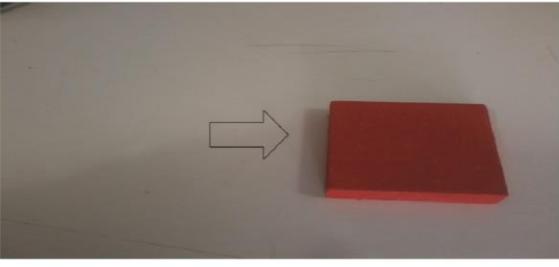
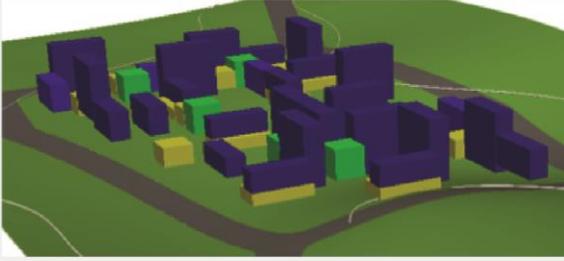
(Fonte: Elaborada pelo autor)

Figura 121: Equipe 1 – Regras para implantação (continuação)

Workshop		Tabela
O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS		2
Fase Prática 1		
Grupo 1		
regras para implantação	regras para implantação	
<p><b>REGRA 6</b></p> 	<p><b>REGRA 9</b></p> 	
<p><b>REGRA 7</b></p> 	<p><b>REGRA 10</b></p>  <p>REGRA: Sempre que houver a passagem laranja pode se colocar outra praça. RESTRIÇÃO: Toda praça deve ter ligação com uma peça de passagem.</p>	
<p><b>REGRA 8</b></p> 	<p><b>REGRA 11</b></p> 	

(Fonte: Elaborada pelo autor)

Figura 122: Equipe 1 – Regras para implantação e proposta apresentada (continuação)

Workshop		Tabela		
O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS		3		
Fase Prática 1				
Grupo 1				
regras para implantação		Solução de implantação proposta		
<p><b>REGRA 12</b></p> 				
<p><b>REGRA 13</b></p> 				
Exemplos de implantação				
				
Número de pavimentos	Número de habitações por edifício	Total de habitantes por edifício	Número de repetições da tipologia	Total de habitantes por tipologia
2	4	22	13	843
3	6	32	8	260
6	13	65	8	173

(Fonte: Elaborada pelo autor)

A equipe 2 desenvolveu uma Gramática da Forma diferente da solução adotada pela equipe 1, pois nota-se uma preocupação maior na definição do vocabulário para a geração dos blocos habitacionais e, conseqüentemente, maior diversidade tipológica. Dessa forma, a partir da definição das tipologias, foram criadas regras para o agrupamento dos blocos (Figura 123), recurso que permite maior diversidade na implantação do conjunto de blocos e dos espaços públicos.

Em contraposição à gramática desenvolvida pela equipe 1, esse grupo optou pelo início da derivação para a geração da implantação do conjunto de HIS a partir da inserção das habitações – conforme demonstram as Regras 1 a 8 (Figura 124) e não dos espaços públicos. Assim, a construção dos espaços públicos e áreas comunitárias são resultado das diferentes configurações dos blocos habitacionais.

A derivação da gramática apresentada na Figura 124 demonstra a inserção dos espaços externos tendo como partida a tipologia habitacional e, conseqüentemente, a partir da inserção dos espaços públicos são conectados os acessos e como última etapa do processo, a retirada das peças que representam os espaços vazios e acessos (cubo vermelho e laranja) – Regras 18 e 20.

As imagens da Figura 125 apresentam uma possível solução de implantação de um conjunto de HIS criado a partir da gramática desenvolvida. A implantação apresenta importantes características pouco exploradas em conjuntos de HIS no Brasil, principalmente no que tange a questão da diversidade tipológica dos blocos habitacionais e a hierarquia dos espaços públicos – uma solução adotada por Charles Correa, no conjunto Belapur. As diferentes escalas dos espaços externos garantem maior segurança e sentido de propriedade por parte dos moradores, criando áreas mais privativas - que podem servir como espaço comum de apenas alguns blocos habitacionais - e praças maiores – que comportam a equipamentos públicos, centros comunitários e de lazer.

Figura 123: Equipe 2 – Vocabulário para unidades habitacionais e regras para agrupamento das UHs.

**Workshop** Tabela **1**  
**O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS**

**Fase Prática 1**

**Grupo 2**

**vocabulário para unidades habitacionais (UHs)**

Vazio



peça 1



peça 2




**Tipologias de UHs e praça**



Tipo 1



Tipo 2

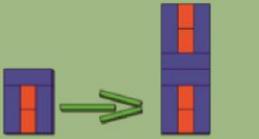
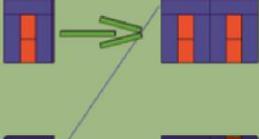


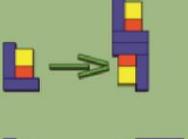
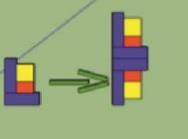
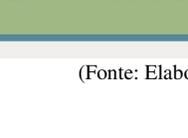
Tipo 3

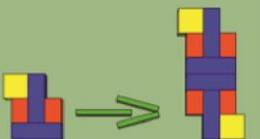
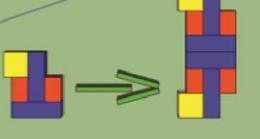


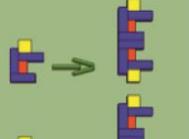
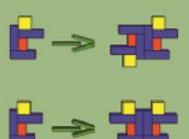
Praça

**Regras para agrupamento de UHs**


(Fonte: Elaborada pelo autor)

Figura 124: Equipe 2 – Vocabulário para unidades habitacionais e regras para agrupamento das UHs

Workshop  
**O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS** Tabela **2**

Fase Prática 1  
**Grupo 2**

Regras da gramática da forma	Solução de implantação proposta
<p><b>Regras</b></p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 25%;">R1 </div> <div style="width: 25%;">R5 </div> <div style="width: 25%;">R9 </div> <div style="width: 25%;">R13 </div> <div style="width: 25%;">R2 </div> <div style="width: 25%;">R6 </div> <div style="width: 25%;">R10 </div> <div style="width: 25%;">R14 </div> <div style="width: 25%;">R3 </div> <div style="width: 25%;">R7 </div> <div style="width: 25%;">R11 </div> <div style="width: 25%;">R15 </div> <div style="width: 25%;">R4 </div> <div style="width: 25%;">R8 </div> <div style="width: 25%;">R11 </div> <div style="width: 25%;">R16 </div> <div style="width: 25%;">R17 </div> <div style="width: 25%;">R18 </div> <div style="width: 25%;">R19 </div> <div style="width: 25%;">R20 </div> </div>	
<p><b>Derivação</b></p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <p>R14 → R13 → R14 → R13 e R17</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>R19 → R13</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>R6 e R7 → R5 e R14 → R17</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>R20</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>R13 → R2</p> </div> </div> <p style="text-align: center;"> </p>	

(Fonte: Elaborada pelo autor)

Figura 125: Equipe 2 – Solução da implantação apresentada



(Fonte: Elaborada pelo autor)

A equipe 3 desenvolveu o vocabulário da gramática baseada nos módulos de habitação, utilizando diferentes cores de cubos e funções: cubo laranja – bloco de 6 habitações, cubo azul – edifícios de serviços e cubo amarelo - comércio (Figura 126).

As regras da gramática partem da adição do bloco de habitação (Regra 1, 3 e 5) e do agrupamento de outras funções (serviços e comércio). Outra importante característica dessa gramática é a possibilidade de criar blocos multiuso, com comércio no térreo e habitação nos pavimentos superiores, por meio da Regra 4. Esse recurso contribui para a geração de espaços que incentivam o convívio, onde as relações cotidianas são vivenciadas, demonstrando que a qualidade da interação social depende, em grande parte, da concepção do projeto dessas áreas e de sua implantação.

As tipologias definidas a partir do agrupamento das formas do vocabulário (Figura 126) demonstram que o partido de projeto adotado pela equipe baseia-se no posicionamento dos edifícios ao redor de um pátio comum, diferenciando apenas o localização e quantidade de acessos ao espaço público (representado pela cor lilás, na figura 126). Essa solução é eficiente ao passo que garante a vivacidade das praças e áreas comunitárias por meio da sobreposição de usos (habitação, comércio e serviço). Contudo, a proposta de implantação apresentada pouco explora a diversidade das áreas comuns, bem como a hierarquia das áreas sociais. Observa-se que as diferentes tipologias foram aplicadas para garantir os acessos, por meio de vias de pedestres (representados em lilás na Figura 126A), em diferentes localizações do plano urbano, no entanto poderia ter sido explorada a retirada de alguns blocos para garantir a inserção de equipamentos públicos maiores, como quadra poliesportiva, centros comunitários, igreja, escolas, entre outros, tornando a paisagem do conjunto habitacional mais dinâmica.

Figura 126: Tipologia das quadras (A), solução de implantação apresentada (B) e perspectiva da implantação (C)

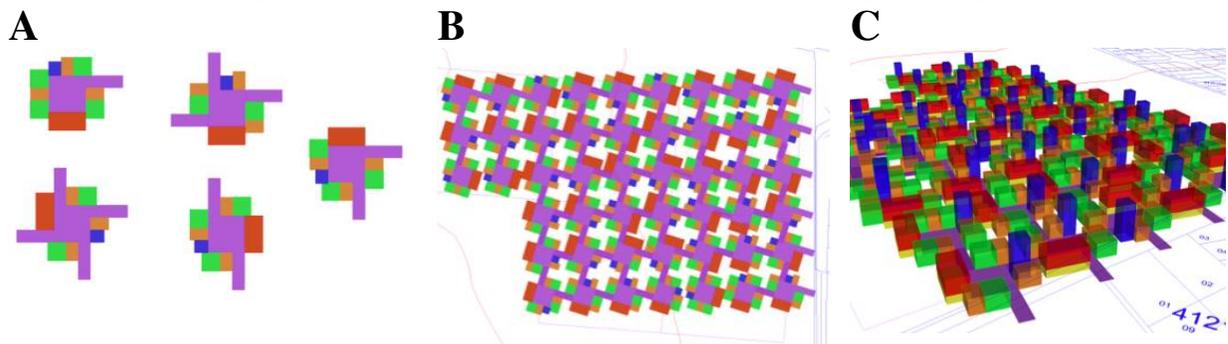
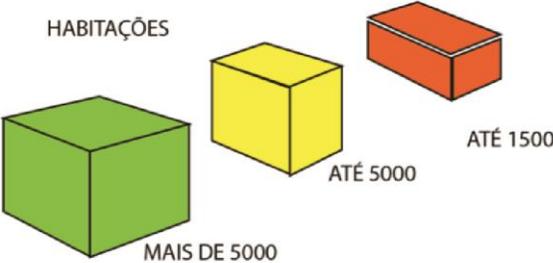
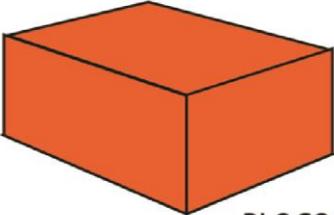
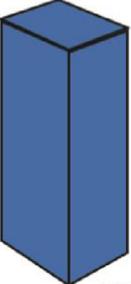
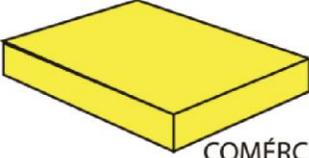
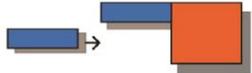
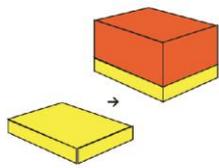
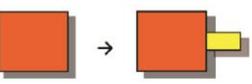
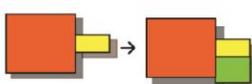
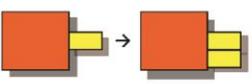
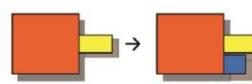
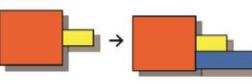
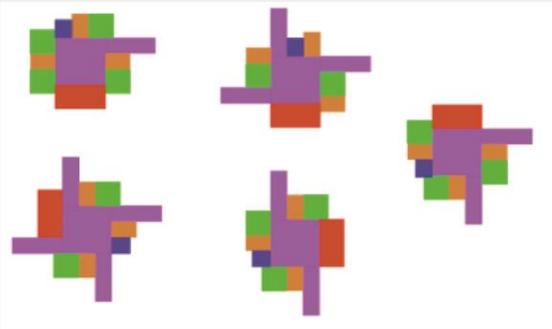
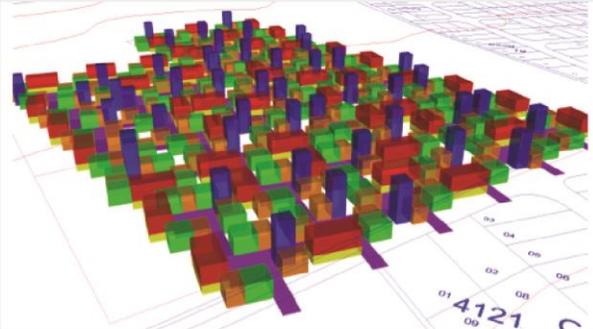
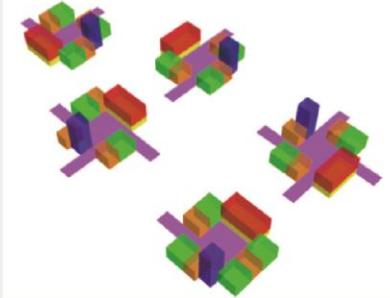
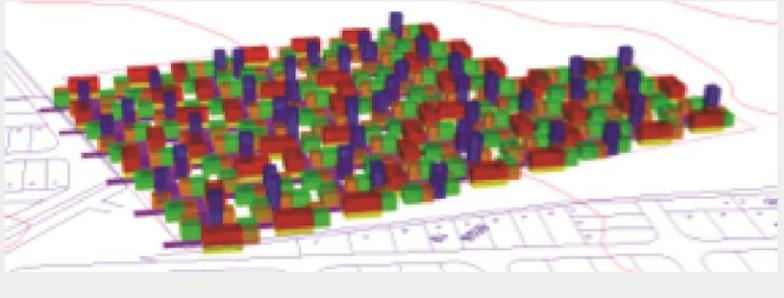
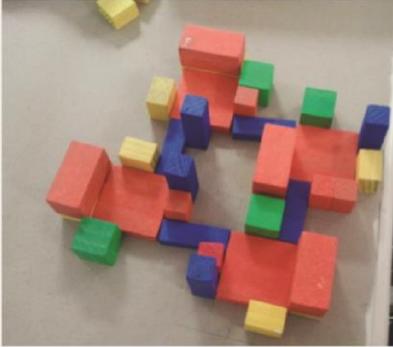
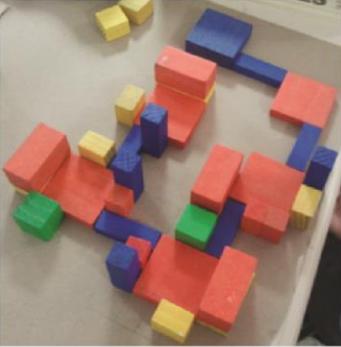


Figura 127: Equipe 3 – Vocabulário e Regras da gramática

Workshop		Tabela
O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS		<b>1</b>
Fase Prática 1		
Grupo 3		
Vocabulário	Regras	
<p>HABITAÇÕES</p>  <p>MAIS DE 5000      ATÉ 5000      ATÉ 1500</p> <p><b>MÓDULOS</b></p>  <p>BLOCO DE 6 HABITAÇÕES</p>  <p>SERVIÇOS</p>  <p>COMÉRCIO</p>	 <p><b>REGRA 1</b></p>  <p><b>REGRA 2</b></p>  <p><b>REGRA 3</b></p>  <p><b>REGRA 4</b></p>  <p><b>REGRA 5</b></p>  <p><b>REGRA 6</b></p>  <p><b>REGRA 7</b></p>  <p><b>REGRA 8</b></p>  <p><b>REGRA 9</b></p>  <p><b>Processo</b></p>	

(Fonte: Elaborada pelo autor)

Figura 128: Equipe 3 – Tipologias, Derivação e solução de implantação apresentada

Workshop		Tabela
O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS		2
Fase Prática 1		
Grupo 3		
Tipologias	Solução de implantação apresentada	
		
		
Derivação		
		

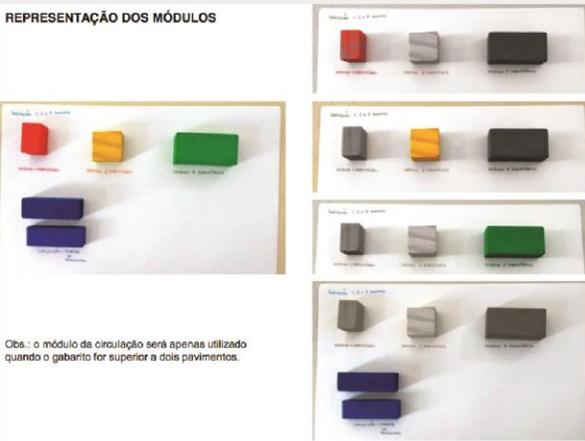
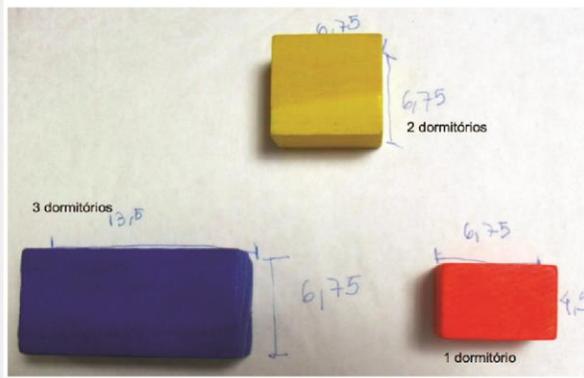
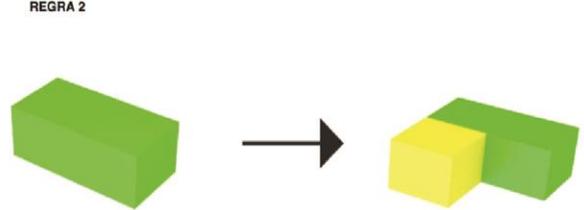
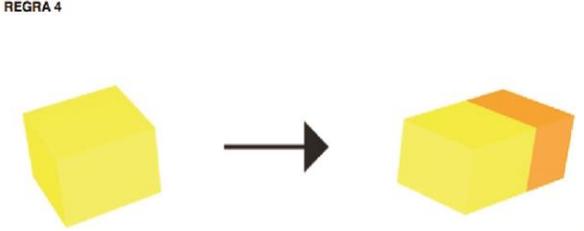
(Fonte: Elaborada pelo autor)

A equipe 3 definiu as dimensões das habitações em função das cores: (a) habitação de 1 dormitório – cubo laranja – dimensões de 6,75m x 4,50m; (b) habitação de 2 dormitórios – cubo amarelo – dimensões de 6,75m x 6,75m e (c) habitação de 3 dormitórios – cubo azul – dimensões de 13,50m x 6,75m (Figura 128). A partir do vocabulário da gramática estabelecido, os alunos desenvolveram derivações agrupando os módulos habitacionais, definindo, dessa forma, blocos de diferentes densidades.

Esses blocos de habitação foram denominados “células”, assim, a “célula *a*” comporta 75 pessoas, a “célula *b*” comporta 33 pessoas (Figura 130) e a “célula *c*” possui capacidade para 28 pessoas (Figura 131). A estratégia projetual mostrou-se bastante interessante, pois demonstrou o domínio dos alunos em relação às diferentes escalas que envolvem o desenvolvimento do projeto de um conjunto de HIS. Além de diversificar as tipologias, a gramática permitia, por meio de regras simples, o agrupamento de diferentes UHs – gerando as “células” - e a diversificação dos blocos habitacionais. Esse recurso torna-se extremamente relevante, no que tange a questão da monotonia da paisagem nos atuais conjuntos habitacionais no Brasil.

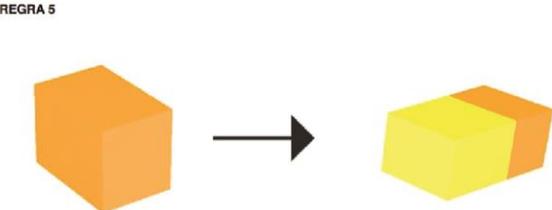
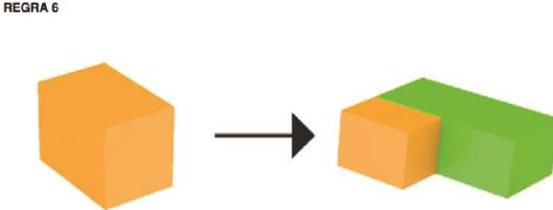
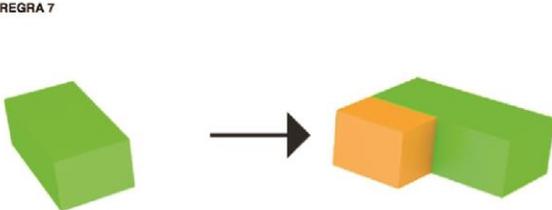
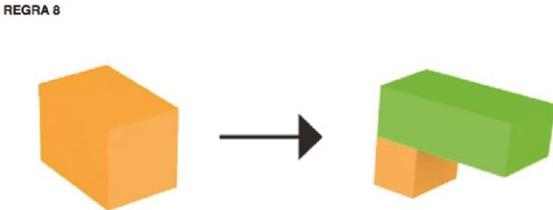
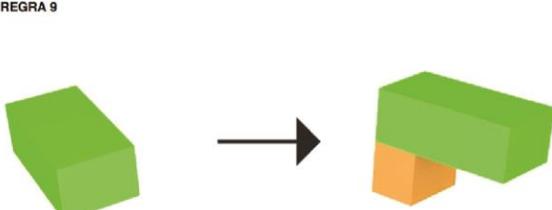
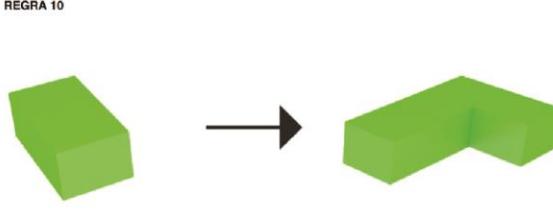
As regras definidas partem da adição/sobreposição das unidades habitacionais e o espaço externo surge como resultado das diferentes configurações dos blocos, criando diferentes escalas para o espaço público do conjunto habitacional – desde a unidade de vizinhança resultante do agrupamento de 3 “células”, por exemplo - até uma escala maior, que pode comportar uma praça, centro de saúde ou escola.

Figura 129: Equipe 4 – Vocabulário e Regras

<b>Workshop</b>		Tabela
<b>O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS</b>		<b>1</b>
<b>Fase Prática 1</b>		
<b>Grupo 4</b>		
<b>Vocabulário</b>		
<b>REPRESENTAÇÃO DOS MÓDULOS</b>		<b>MÓDULOS   medidas</b> 
<p>Obs.: o módulo de circulação será apenas utilizado quando o gabarito for superior a dois pavimentos.</p>		
<b>Regras</b>		
<b>REGRA 1</b> 	<b>REGRA 2</b> 	
<b>REGRA 3</b> 	<b>REGRA 4</b> 	

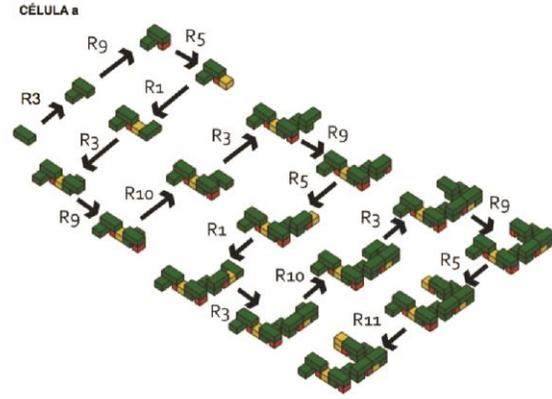
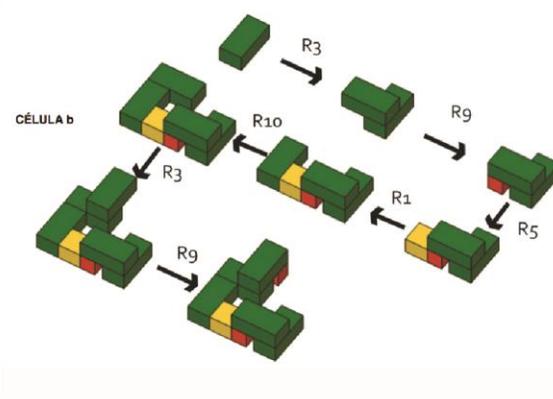
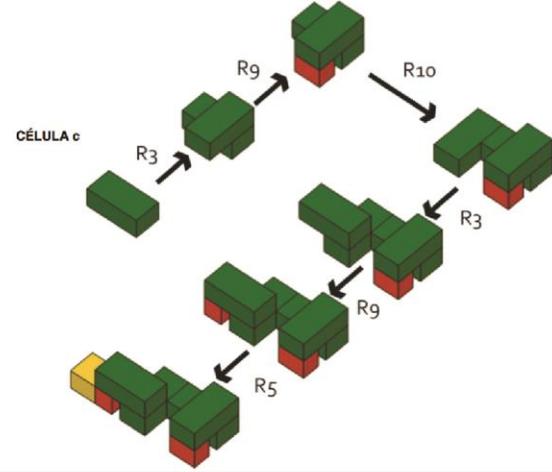
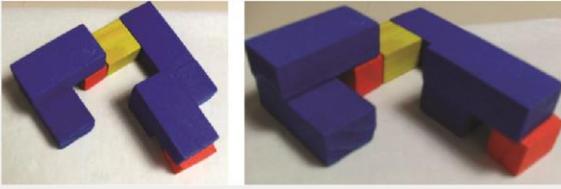
(Fonte: Elaborada pelo autor)

Figura 130: Equipe 4 – Regras

<b>Workshop</b> O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS		Tabela <b>2</b>
<b>Fase Prática 1</b>		
<b>Grupo 4</b>		
<b>Regras</b>		
<b>REGRA 5</b> 	<b>REGRA 6</b> 	
<b>REGRA 7</b> 	<b>REGRA 8</b> 	
<b>REGRA 9</b> 	<b>REGRA 10</b> 	
<b>REGRA 11</b> 	<b>Rendering</b> 	
<small>Obs.: Regra utilizada no final da célula não podendo ligar-se a mais nenhum módulo.</small>		

(Fonte: Elaborada pelo autor)

Figura 131: Equipe 4 – Derivações e Tipologias

<b>Workshop</b>		Tabela
<b>O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS</b>		<b>3</b>
<b>Fase Prática 1</b>		
<b>Grupo 4</b>		
<b>Derivações</b>		
		
	<b>Tipologias</b>	
		
	CÉLULA a   75 pessoas	
		
	CÉLULA b   33 pessoas	

(Fonte: Elaborada pelo autor)

Figura 132: Equipe 4 – Tipologias, Renderings e solução de implantação apresentada

**Workshop**  
**O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS**

Tabela **4**

**Fase Prática 1**

**Grupo 4**

**Tipologias**



CÉLULA c | 28 pessoas

**Renderings**



**Solução de implantação apresentada**



**DENSIDADE 403,6 hab./ha**



Os maiores vazios criados são específicos e propositais para a inserção de equipamentos sociais, praças e comércio.

Quando havia mais de 3 células havia o surgimento de vãos demasiados, assim se criou uma nova regra.:  
**Após 3 células unidas pode parar de unir e inserir uma nova união de células, porém com a modulação de distância de 1 a 2 módulos habitacionais**

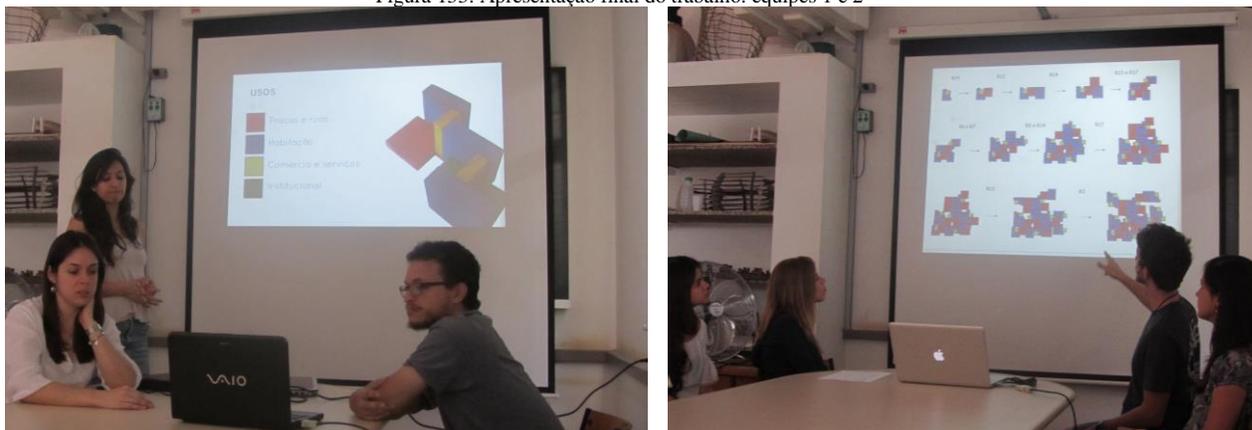
(Fonte: Elaborada pelo autor)

Após a conclusão dos projetos, cada grupo apresentou a gramática desenvolvida, com a finalidade de esclarecer as regras criadas e o processo de projeto a partir do método proposto (Figuras 133 e 134). Durante as apresentações, a profa. Gabriela Celani e

a presente pesquisadora questionavam e comentavam as soluções adotadas com o objetivo de suscitar a discussão sobre a dinâmica do *workshop* e o uso da Gramática da Forma como ferramenta projetual em comparação com os métodos de projeto tradicionais já utilizados pelos alunos.

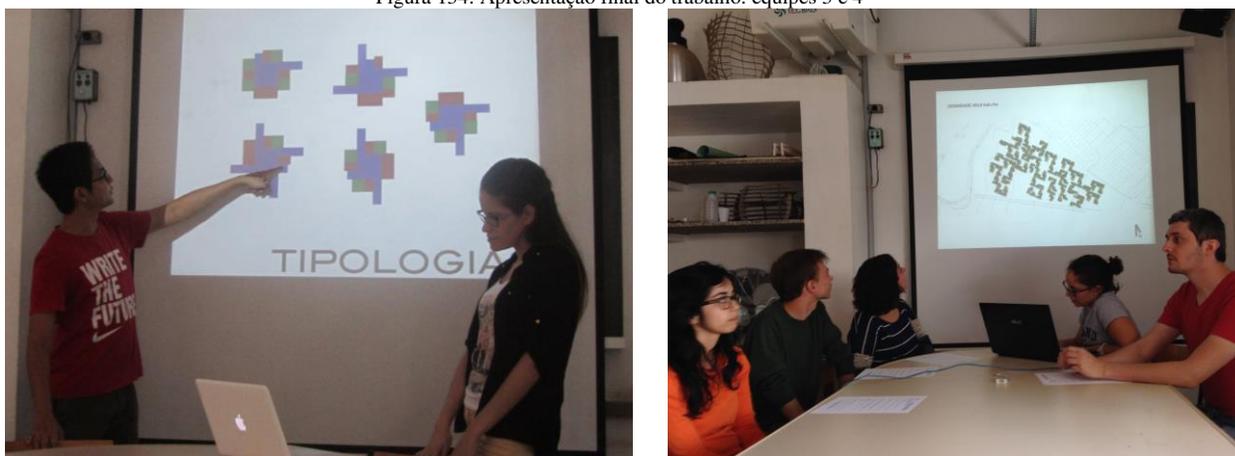
Além disso, foi proposto o preenchimento de um questionário individual (vide Apêndice 3), para levantar dados sobre a validação do método proposto, suas vantagens e desvantagens e sua contribuição no desenvolvimento de projetos de HIS e futuras aplicações. Os resultados serão discutidos mais detalhadamente no próximo capítulo.

Figura 133: Apresentação final do trabalho: equipes 1 e 2



(Fonte: Arquivo pessoal)

Figura 134: Apresentação final do trabalho: equipes 3 e 4



(Fonte: Arquivo pessoal)

## **Fase Prática**

### Parte II:

A segunda parte da Fase Prática do exercício projetual constituiu uma 2ª etapa do *workshop* ministrado em Novembro de 2013 (descrito na Parte I), que ocorreu durante o período de 31 de Março a 4 de Abril de 2014, na maquetaria e Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção (LAPAC), com os alunos de graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo, da FEC-Unicamp.

A partir dos dados recolhidos na Fase Prática - Parte I do *workshop*: “O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS”, definiu-se o material didático e o objetivo específico da segunda etapa da atividade. A área de intervenção abordada foi a mesma utilizada no *workshop Parametric Urban Design*, ministrado pelo Prof. José Nuno Beirão e pela autora desta tese, com participação das professoras Gabriela Celani e Gisela Leonelli, uma vez que o foco dessa atividade era o desenvolvimento do projeto urbano, assim, optou-se por darmos continuidade a um projeto urbanístico desenvolvido por uma das equipas do 1o *workshop* e fazermos um recorte para detalhamento do projeto do conjunto de HIS na Parte II, da fase Prática do 2º *workshop*.

Tabela 3 – Quadro de participantes do *Workshop*: O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS – 2a Etapa

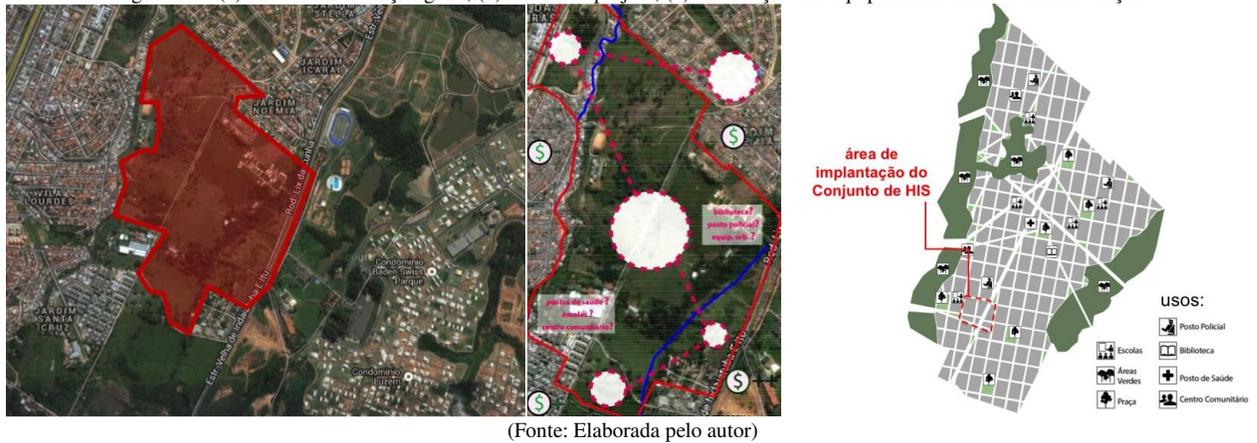
<p><b>Workshop: O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS – 2ª Etapa</b></p> <p>Instrutores: Leticia Teixeira Mendes</p> <p>Duração: 15h</p>	Período: 31/03/2014 – 04/04/2014	Ferramentas/Material
	<p>Colaboradores:</p> <p>Profa. Dra. Gabriela Celani</p> <p>Victor Calixto (aluno do Programa de Pós-graduação FEC)</p>	<p>Blocos de Fröbel</p> <p>Blocos de madeira</p> <p>Software de modelagem 3D</p>
<b>Alunos</b>		<b>Grad./Pós-grad.</b>
Arina Camargo		Graduação
Cristian López		Graduação
Déborah Kolstok		Graduação
Isabela Tavares		Graduação
Ruy Vieira		Graduação
Stefane Kaller		Graduação

O projeto urbano escolhido para o detalhamento do conjunto habitacional foi desenvolvido pela equipe composta pelos alunos Victor Calixto, Camila Caetano, Marina Duzzi e Renata Venitucci e levou em consideração os seguintes aspectos para a elaboração do projeto: (1) a área constitui um vazio urbano; (2) possui infraestrutura precária; (3) possui áreas verdes com potenciais não valorizadas; (3) invasões por comunidade ribeirinhas (Figura 135), bem como estava definido o traçado das quadras, a localização dos equipamentos públicos e a hierarquia das vias.

Assim, o aluno de mestrado Victor Calixto foi convidado para apresentar o plano urbanístico desenvolvido pela sua equipe, a partir da ferramenta *CityMaker* e com sua colaboração, optou-se pelo recorte de seis quadras do projeto urbano (Figura 136). Essa área foi escolhida por configurar quadras com formatos regulares e irregulares, além de apresentar uma hierarquia das vias de transporte: Principal – representada pela cor vermelha, Coletora – azul e Local – cinza (Figura 136, a direita). Dessa forma, os alunos teriam o desafio de inserir

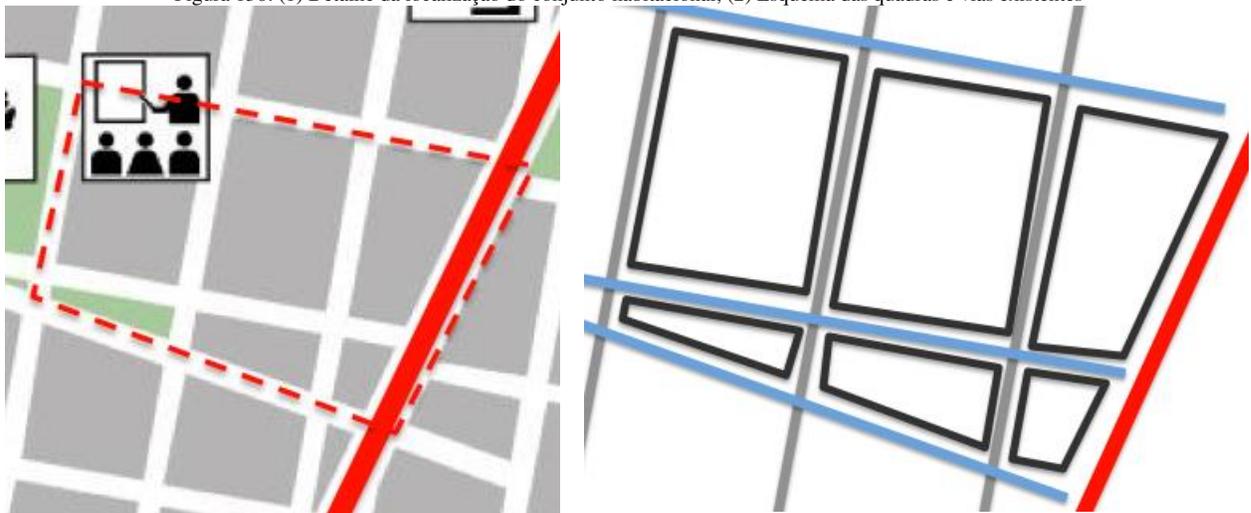
os espaços públicos, comércio e serviço, analisando diversas questões como densidade, fluxo de automóveis e pedestres, núcleos de atividade, entre outros.

Figura 135: (1) Área de intervenção geral; (2) Partido de projeto; (3) localização dos equipamentos na área de intervenção



(Fonte: Elaborada pelo autor)

Figura 136: (1) Detalhe da localização do conjunto habitacional; (2) Esquema das quadras e vias existentes



(Fonte: Elaborada pelo autor)

Os objetivos específicos do *workshop* consistiram em desenvolver um projeto de conjunto de HIS, utilizando-se a Gramática da Forma como método projetual, enfatizando a criação/definição dos seguintes elementos:

- a) espaços públicos;
- b) áreas de lazer, praças, espaços comunitários;
- c) comércio;
- d) sistema de transporte;
- e) relação transporte/pedestre;
- f) hierarquia das vias;
- g) sustentabilidade;
- h) densidade de 300 a 400 habitantes/hectares.

O material disponível para cada equipe foi composto por: quadras de papelão ondulado 4mm cortadas a laser, cubos de madeira nas cores azul e vermelho e adesivos vermelhos para representar os marcadores (*labels*) (Figura 137). O vocabulário de formas foi previamente definido – baseado apenas em cubos de diferentes dimensões nas cores azul e vermelho, pois optou-se por disponibilizar para os alunos uma gramática pré-definida para a geração das unidades habitacionais, para que os resultados do exercício projetual fossem direcionados às questões relacionadas à implantação dos blocos, áreas externas e escala dos espaços públicos.

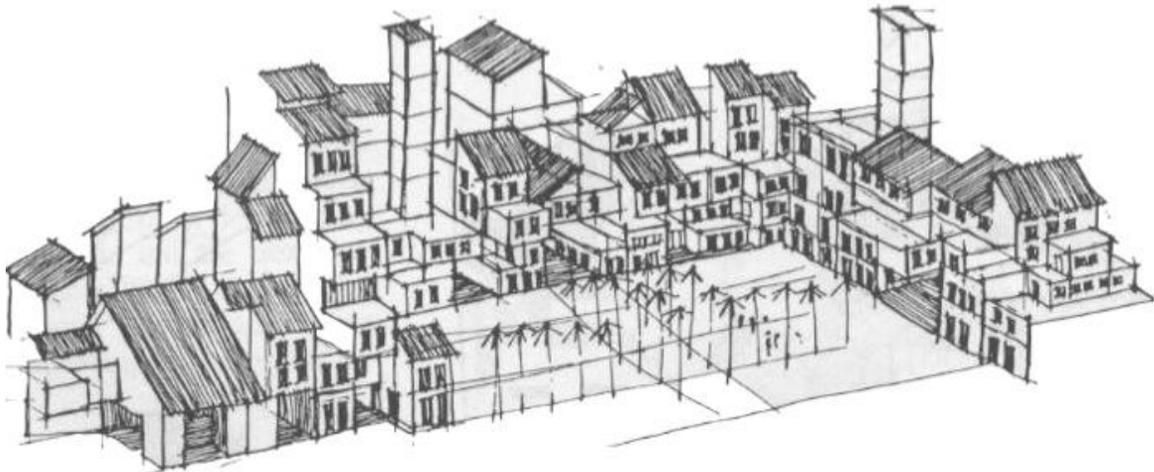
Figura 137: Material utilizado na 2ª etapa Prática do *workshop*: quadras da área de intervenção, cubos de madeira, adesivos (marcadores), fita adesiva e cubos do novo vocabulário



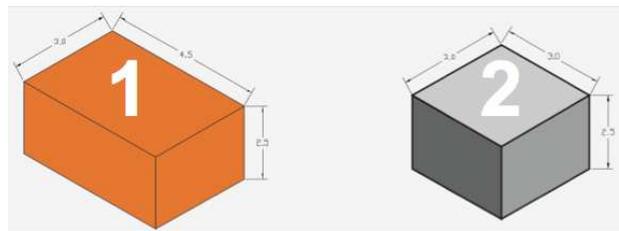
(Fonte: Arquivo pessoal)

Dessa forma, utilizou-se a Gramática da Forma do Jardim São Francisco (ANDRADE et al., 2012 – vide Apêndice 2) como base para a geração das tipologias habitacionais que os alunos deveriam utilizar para alcançar os objetivos da 2ª fase Prática do *workshop*. O vocabulário para a geração das unidades habitacionais é composto por 2 cubos com dimensões diferentes (1) 3.00m x 4.50m e (2) 3.00m x 3.00m (ambos com h=2.50m) (Figura 138) e permite a composição das 4 tipologias de habitação analisadas (Figura 139), bem como, possibilitam a criação de outras UHs dentro da mesma linguagem.

Figura 138: Croqui e maquete física da proposta do conjunto habitacional São Francisco apresentado para o concurso, em 1989, desenvolvido pelo arquiteto Demetre Anastassakis e sua equipe. Vocabulário da Gramática do Jardim São Francisco



**:: Vocabulário da Gramática Jardim São Francisco::**



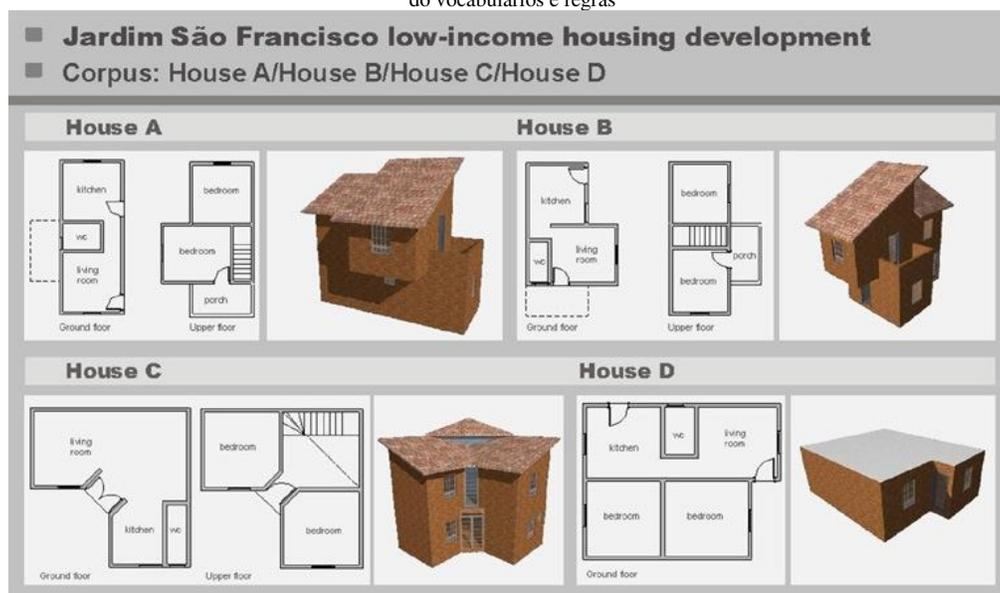
**:: Formas para gerar as unidades habitacionais ::**

- Cubo 1\_dimensões: 3.00m x 4.50m (h=2.50m)
- Cubo 2\_dimensões: 3.00m x 3.00m (h=2.50m)

(Fonte: REVISTA PROJETO, 1990; ANDRADE et al., 2012)

A estratégia de fornecer o vocabulário para a geração das unidades habitacionais e regras que definem suas relações espaciais teve como objetivo fazer com que os alunos focassem na exploração da relação do espaço construído/espaço vazio, na implantação dos blocos habitacionais, principalmente para direcionar esforços na concepção dos espaços públicos e discussão sobre como o projeto pode contribuir e colaborar na apropriação dos mesmos por parte dos moradores de conjuntos de baixa renda.

Figura 139: Tipologias do conjunto habitacional São Francisco analisados para desenvolvimento do vocabulários e regras



(Fonte: ANDRADE et al., 2012)

Dessa forma, foram apresentados exemplos de tipologias de 1, 2 e 3 dormitórios que poderiam ser gerados a partir da gramática do Jardim São Francisco e que serviriam como referência para o cálculo de densidade do projeto de conjunto de HIS a ser desenvolvido. A unidade habitacional de 1 dormitório, por exemplo, pode ser constituída por 2 módulos de 3.00m x 3.00m (Figura140). A habitação de 2 dormitórios pode ser constituída por um layout de planta em “L” e ser composta por 1 módulo de 3.00m x 3.00m e 1 módulo de 6.00m x 3.00m (Figura 141) e a UH de 3 dormitórios é composta pelo térreo (a partir do agrupamento

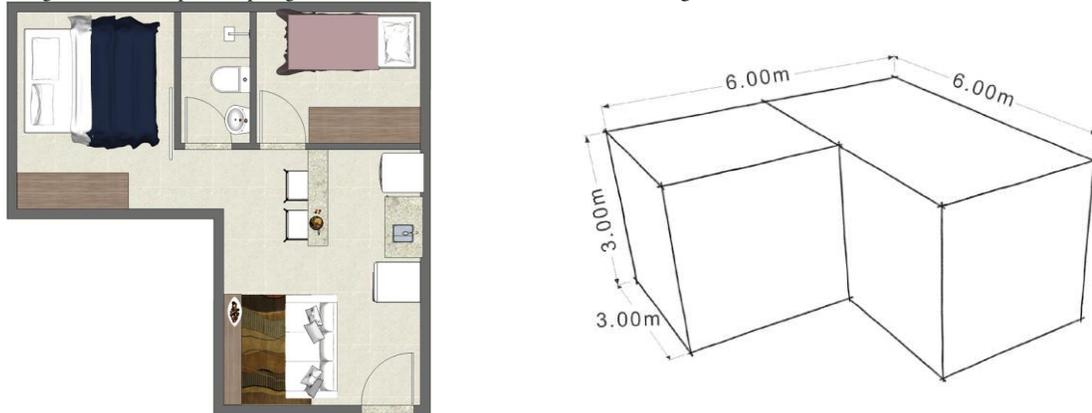
dos mesmos módulos da habitação de 2 dormitórios) e o 1º pavimento, constituído por 2 módulos de 3.00m x 3.00m (mesma configuração da tipologia de 1 dormitório) (Figura 142).

Figura 140: Exemplo de tipologia de 1 dormitório utilizando os módulos da gramática do Jardim São Francisco



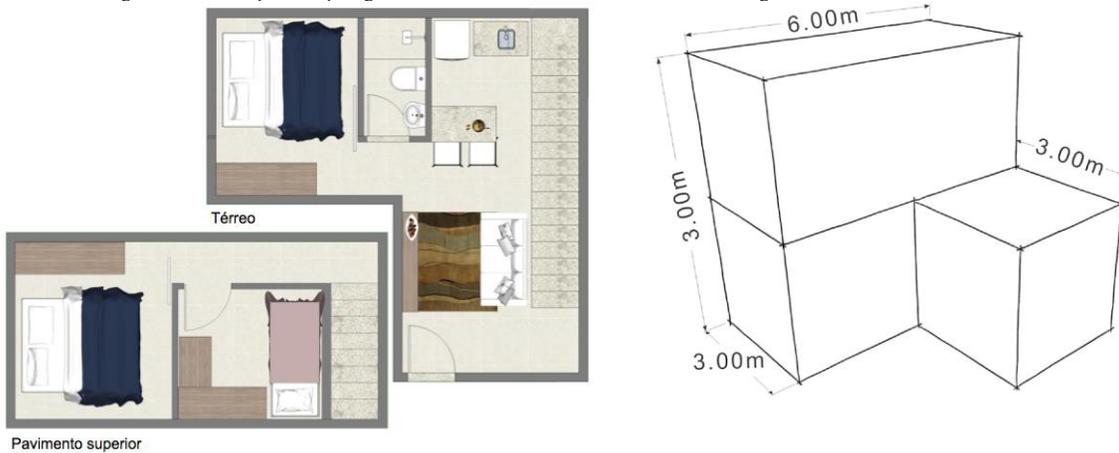
(Fonte: Elaborada pelo autor)

Figura 141: Exemplo de tipologia de 2 dormitórios utilizando os módulos da gramática do Jardim São Francisco



(Fonte: Elaborada pelo autor)

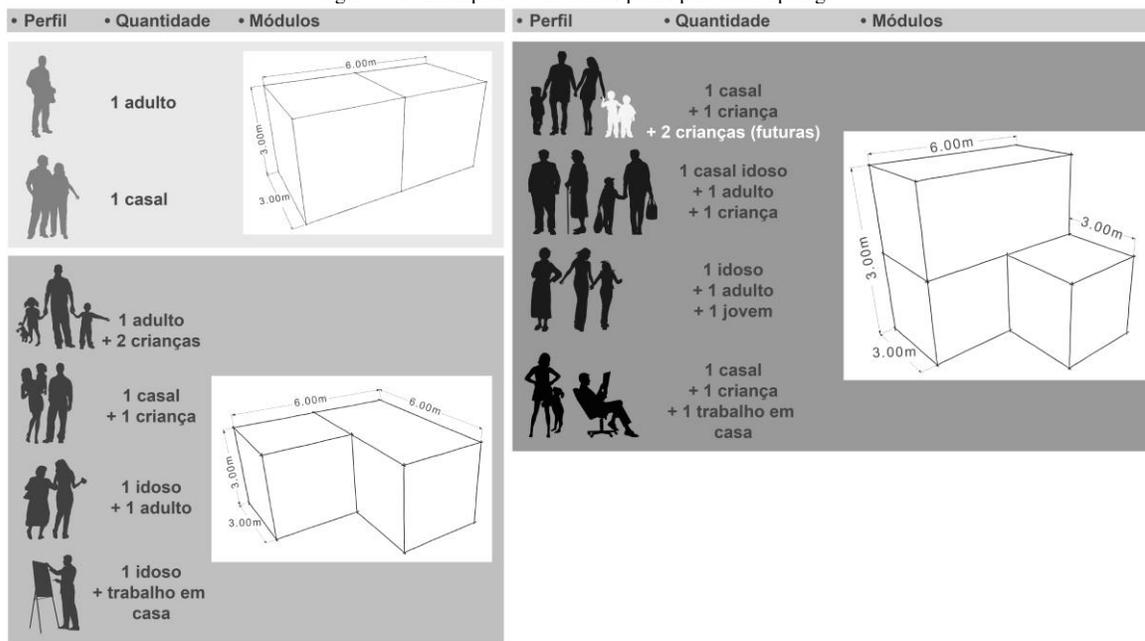
Figura 142: Exemplo de tipologia de 3 dormitórios utilizando os módulos da gramática do Jardim São Francisco



(Fonte: Elaborada pelo autor)

Além disso, propôs-se uma reflexão sobre os novos perfis familiares e as mudanças que refletem no habitat humano, como por exemplo, a inserção do trabalho no ambiente domiciliar, diferentes pessoas sem laços familiares coabitando na mesma moradia, várias gerações morando na mesma casa, como avós, filhos e netos, dentre outras mudanças (Figura 143). Dessa forma, a questão da diversidade de moradores e perfis torna-se relevante na discussão da HIS no Brasil, uma vez que são poucos projetos que utilizam conceitos como flexibilidade, multifuncionalidade e diversidade cultural em empreendimentos de baixa renda (deve-se enfatizar: são raros os projetos construídos – visto que o “Concurso Habitação para Todos” – Capítulo 3 - incentivou o desenvolvimento de propostas com esses conceitos).

Figura 143: Exemplos de diferentes perfis para cada tipologia

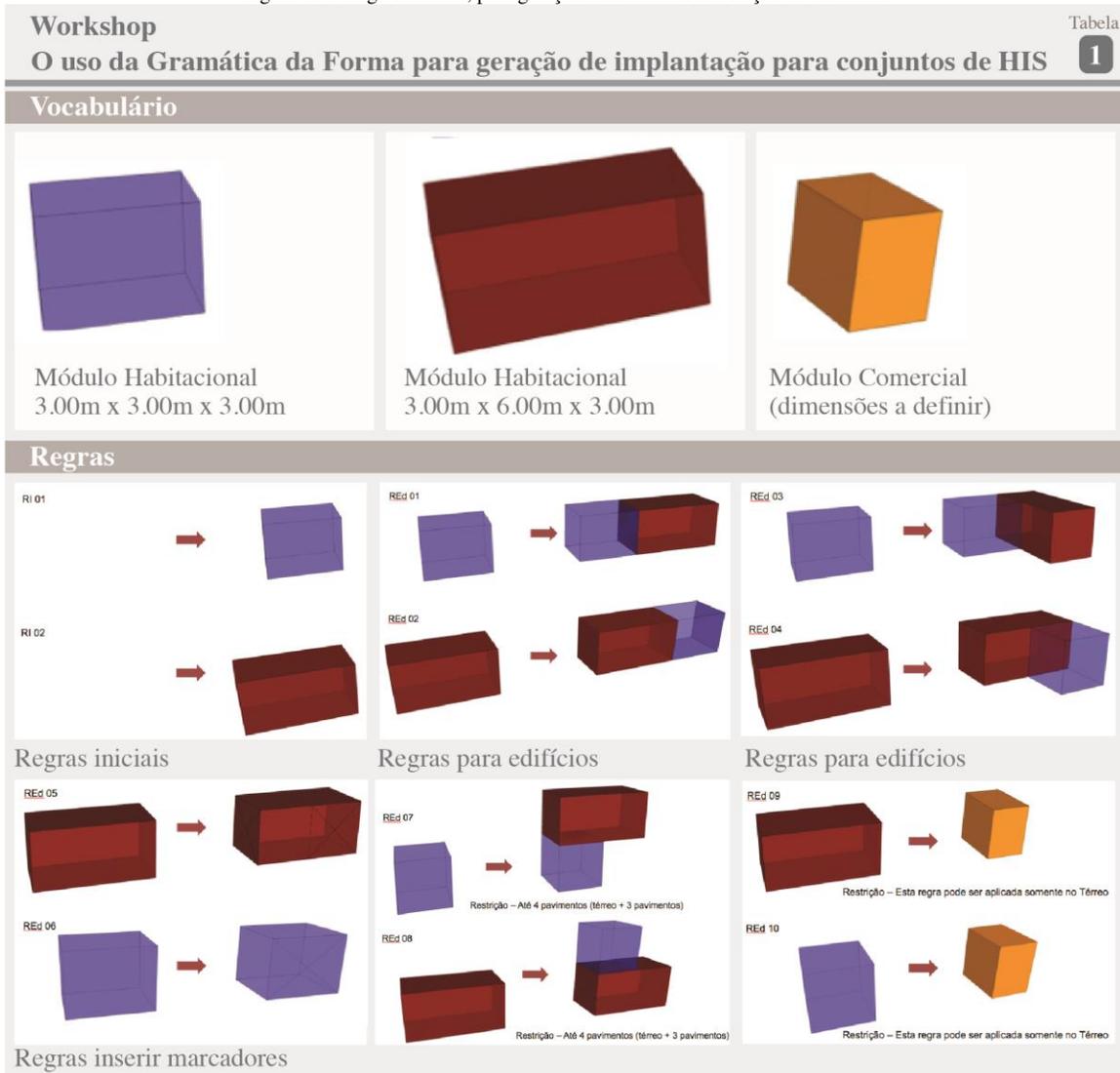


(Fonte: Elaborada pelo autor)

As regras definidas foram estabelecidas a partir de um vocabulário simples, composto por 2 módulos habitacionais – representados por cubos vermelho e azul – e 1 módulo comercial – que pode ter sua dimensão variada. As relações espaciais se resumem a 6 Regras de Edifícios (REd 01, REd 02, REd 03, REd 04, REd 06 e REd 07) que permitem o agrupamentos dos módulos habitacionais e 2 regras que permitem a substituição dos módulos

habitacionais por comércio/serviço (REd 09 e REd 10). As regras REd 05 e REd 06, garantem a inserção de aberturas (porta ou janela) nos módulos habitacionais. No caso do módulo menor (cubo azul), com as dimensões de 3.00m x 3.00m, é inserido um marcador em uma das faces do cubo. Essa decisão deve ser tomada em seguida da sua inserção na derivação, pois impedirá o agrupamento de outro módulo na face do marcador. Para o módulo maior (cubo vermelho), com as dimensões de 3.00m x 6.00m, são exigidos 2 marcadores – 1 marcador deve ser localizado em uma das faces menores e outro em uma das maiores, em direções opostas; garantindo, dessa forma, a circulação de ar e conforto das habitações (Figura 144).

Figura 144: Regras iniciais, para geração dos edifícios e inserção de comércio



(Fonte: Elaborada pelo autor)

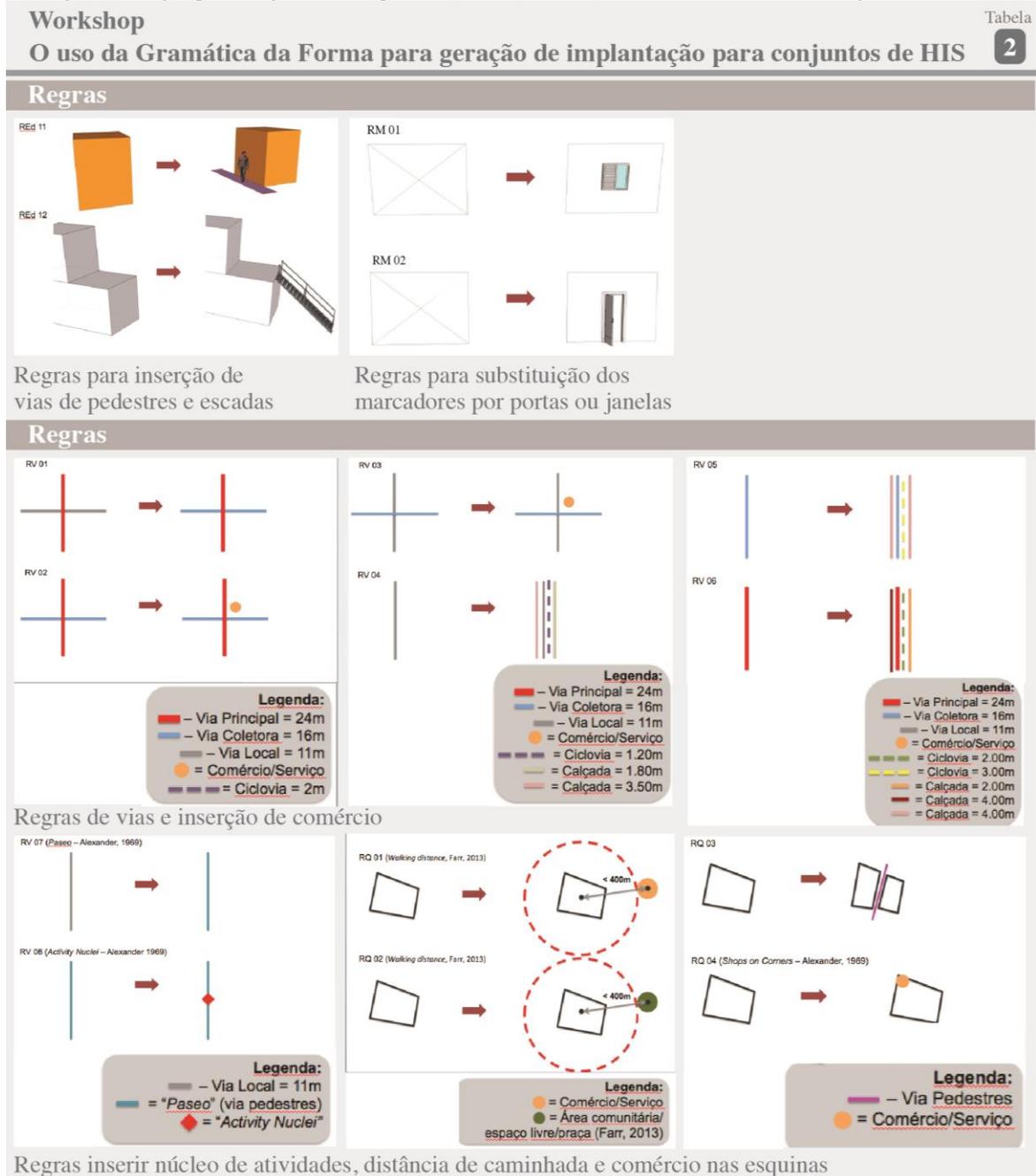
A regra REd 11, permite a inserção de uma via de pedestres ao lado de um módulo de comércio/serviço, garantindo assim espaços mais permeáveis e pontos de encontros informais. A regra REd 12 garante o acesso às unidades habitacionais nos pavimentos superiores, lembrando que as regras REd 07 e REd 08, de empilhamento dos módulos habitacionais, possuem uma restrição de até 3 pavimentos, sendo Térreo + 3 Pavimentos.

As regras RM 01 e RM 02 substituem os marcadores nas faces dos módulos por janelas ou portas, conforme as restrições descritas anteriormente. Também tornou-se necessário criar regras para alterar a hierarquia das ruas, por exemplo, a RV 01 (Regra de Via), transforma uma via local - cinza (que esteja entrecruzada com uma via principal - vermelha) em uma via coletora - azul, e dessa forma, altera as variáveis de dimensões de calçadas, ciclovias e direção do trânsito, bem como a regra RV 07, inspirada em um dos *patterns* desenvolvidos por Alexander *et al.* (1969), sugere a transformação de uma via local, para uma via de pedestres – configurando o que o autor denomina como “*paseo*” – um espaço onde se localizam núcleos de atividades (RV 08) e incentiva o encontro de pessoas e apropriação do espaço público. Oldenburg (1989), descreve o conceito de “terceiro lugar” – referindo-se aos ambientes sociais separados dos dois ambientes habituais da casa e do trabalho, e sua importância para a vida da comunidade, promovendo interação social, apropriação e uso do espaço público.

As regras RV 02 e RV 02, geram a criação de estabelecimentos de comércio ou serviços no cruzamento de vias locais/coletoras com vias principais, assim garantem espaços de encontros e atividades para gerar vivacidade em alguns pontos do conjunto habitacional. Ainda com o intuito de suprir a demanda de comércio e serviços em empreendimentos de HIS, as regras RQ 01 (Regra de Quadra), RQ 02 e RQ 04 sugerem que esses equipamentos obedeçam à variável de “distância de caminhada” (*walkability*) de menos de 400 metros de distância das quadras habitacionais, bem como para áreas comunitárias e de lazer, além estabelecer a localização de comércio ou serviço nas esquinas de quadras habitacionais.

Segundo Farr (2007), distância de caminhada (*walkability*), compacidade, conectividade e alta densidade contribuem para espaços urbanos mais sustentáveis, favorecendo, principalmente maior vivacidade e apropriação das áreas comunitárias.

Figura 145: Regras para inserção de vias de pedestres, escadas, comércio, distância de caminhada e localização dos comércios



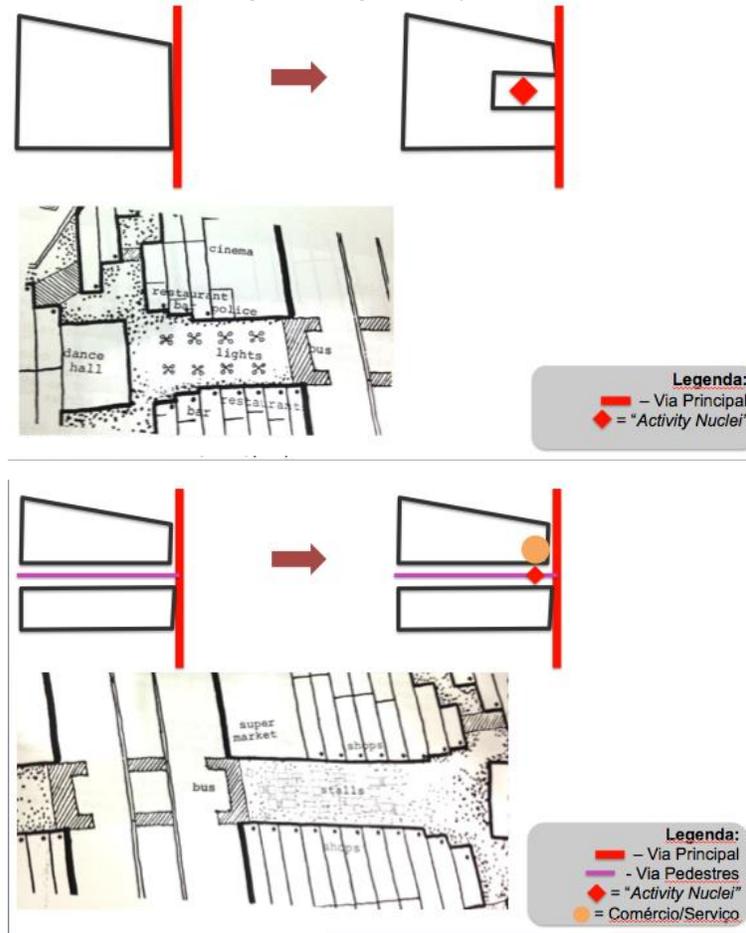
(Fonte: Elaborada pelo autor)

O vocabulário de formas para a geração de habitações e as regras que estabelecem suas relações espaciais foram entregues aos alunos para o desenvolvimento da Parte II da Fase Prática, assim, os alunos se organizaram em equipes de três componentes e iniciaram o exercício projetual, em paralelo com assessorias e discussões com as proponentes do *workshop*.

A equipe 1 apresentou como partido de projeto priorizar as áreas de convivência, áreas verdes, permeabilidade das quadras, incentivar comércio a distâncias que possam ser feitas sem uso de veículos. O grupo demonstrou interação e familiaridade com o método, uma vez que um dos componentes já havia participado do *workshop Parametric Urban Design* e outra aluna participou da Parte I da Fase Prática. Dessa forma, foi possível analisar a capacidade da equipe em conciliar o conhecimento adquirido sobre desenho paramétrico – tema abordado no 1º *workshop* – aplicado à escala do desenho urbano e o uso do método baseado em regras (Gramática da Forma) aplicado, primeiramente, na escala do conjunto habitacional e nesse *workshop*, na relação dos edifícios e áreas externas.

A solução para implantação do conjunto de HIS demonstrou a capacidade de atingir diferentes densidades, de acordo com a tipologia e o gabarito dos edifícios, assim, a proposta apresentada alcançou densidade de aproximadamente 1.200 habitantes por hectare. Segundo Rodrigues (1986), essa densidade, ainda que elevada, é viável; uma vez que densidades menores do que 100 hab./ha, inviabilizam a presença de serviços e maiores do que 1.500 hab./ha geram “deseconomias”. Outro importante aspecto explorado na solução proposta foi o uso de regras para geração de vias de pedestres no interior da quadra (RQ 03) e aplicação do padrão *Evening Centers* (ALEXANDER et al., 1969), incentivando a criação de “terceiros lugares” (OLDENBURG, 1989) (Figura 146 e 148).

Figura 146: Regras Evening Centers



(Fonte: Autor, 2014; ALEXADER et al., 1969)

O processo de projeto observado demonstrou que a equipe explorou de forma significativa o material disponível e desenvolveu a geração das soluções utilizando o método manualmente, por meio dos cubos de madeira e das quadras em papelão ondulado. Após o desenvolvimento das derivações em conjunto, a solução era transposta para um software de modelagem 3D, nesse caso, o *SketchUp*, utilizado apenas como ferramenta de apresentação (Figura 147).

Figura 147: Equipe 1 – processo de projeto



(Fonte: Elaborada pelo autor)

Os espaços públicos criados a partir das regras da gramática demonstrou o potencial do método para gerar área comunitárias em diferentes escalas, como pode-se verificar na implantação (Figura 148), criando áreas comunitárias mais privativas – com acesso a algumas unidades habitacionais ou espaços maiores, com potencial para inserção de equipamentos públicos como centro de saúde, quadra poliesportiva, entre outros.

Figura 148: Equipe 1 – solução de implantação apresentada

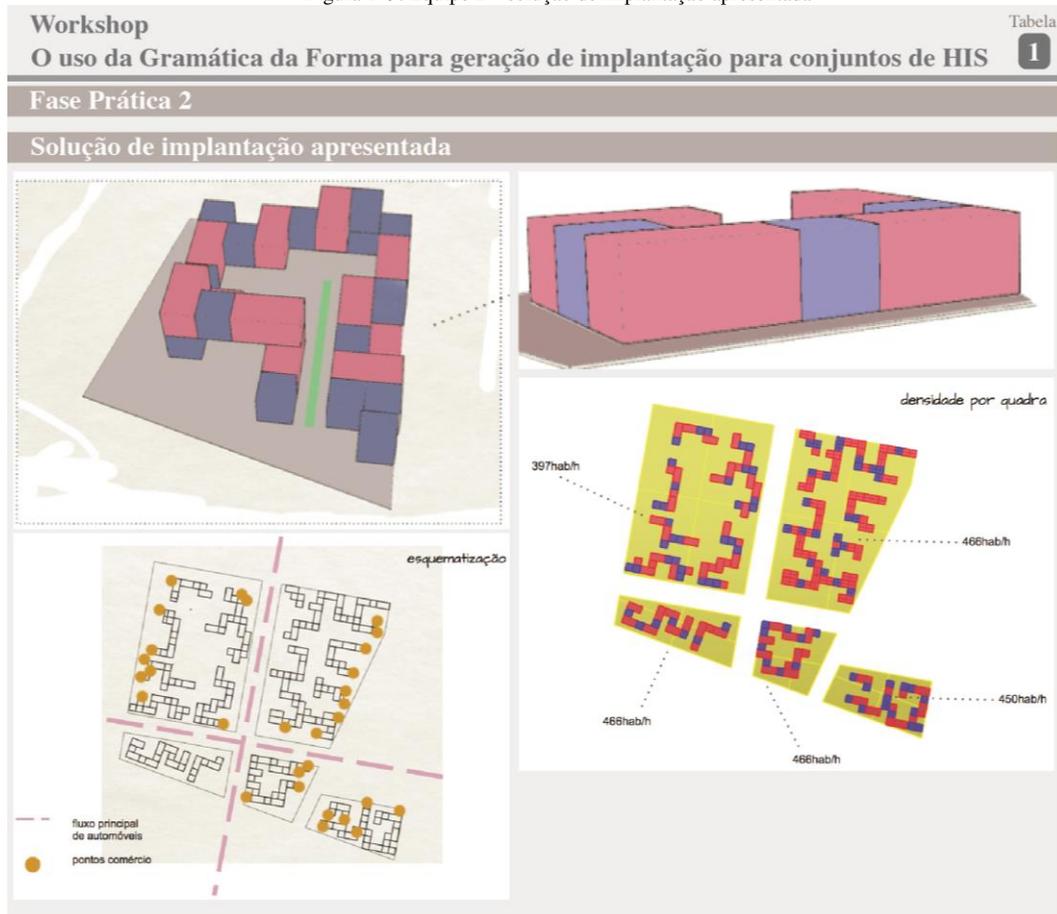


(Fonte: Elaborada pelo autor)

A equipe 2 utilizou como partido de projeto enfatizar a relação dos espaços semiprivados, conectando-os com praças maiores. Dessa forma, buscou-se acentuar a noção de vizinhança por meio da horizontalidade do conjunto habitacional. O grupo conseguiu alcançar a densidade habitacional proposta no programa de necessidades do *workshop* – uma média de

400 a 460 habitantes por hectare (Figura 149). Além disso, a solução apresentada demonstra a aplicação das regras para quadra, RQ 01 e RQ 04, garantindo, dessa forma, comércio próximo às unidades habitacionais – a partir do conceito de *walkability* e a inserção de comércio/serviço em esquinas (RQ 04) em vias principais e coletoras (RV 02 e RV 03).

Figura 149: Equipe 2 – solução de implantação apresentada

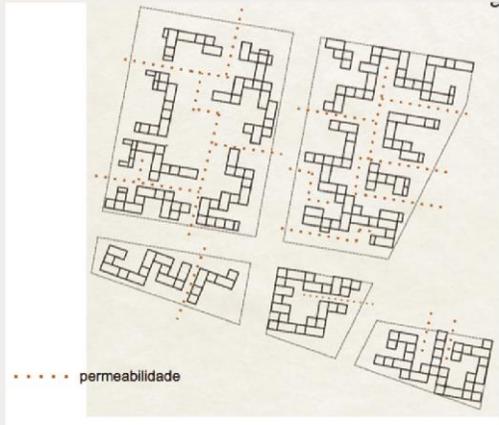
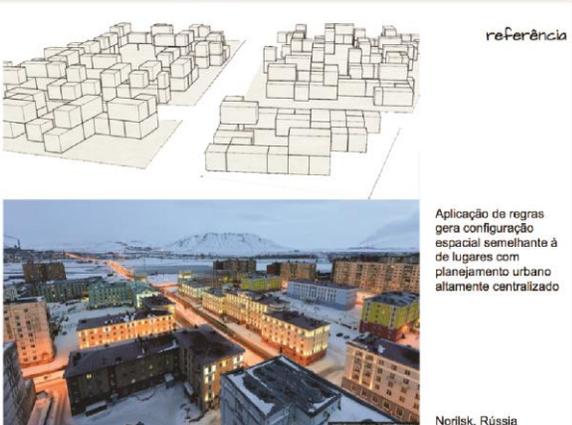
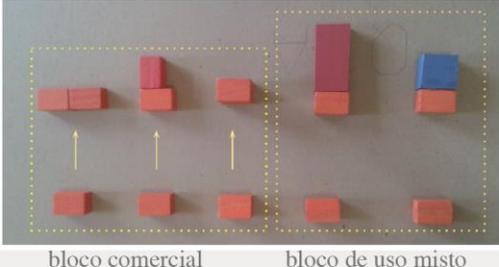
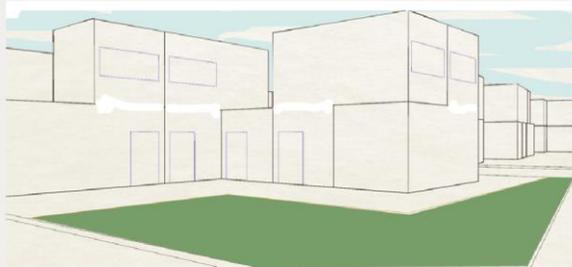


(Fonte: Elaborada pelo autor)

A solução de desenho para as quadras do conjunto habitacional resultou em espaços extremamente permeáveis, condição que pode contribuir no sentido de permitir a inserção de equipamentos públicos nos vazios localizados no centro da maior quadra retangular, bem como tornar o ambiente pouco acolhedor por se tratar de uma grande escala para espaços públicos. A equipe sugeriu a criação de mais 2 regras na gramática pré-definida, permitindo a

ampliação de espaços comerciais, a partir do agrupamento de mais módulos e incentivando a geração de blocos horizontais de uso misto, agregando unidades comerciais aos módulos de habitação de diferentes dimensões (Figura 150).

Figura 150: Equipe 2 – solução de implantação apresentada, referência de projeto e novas regras

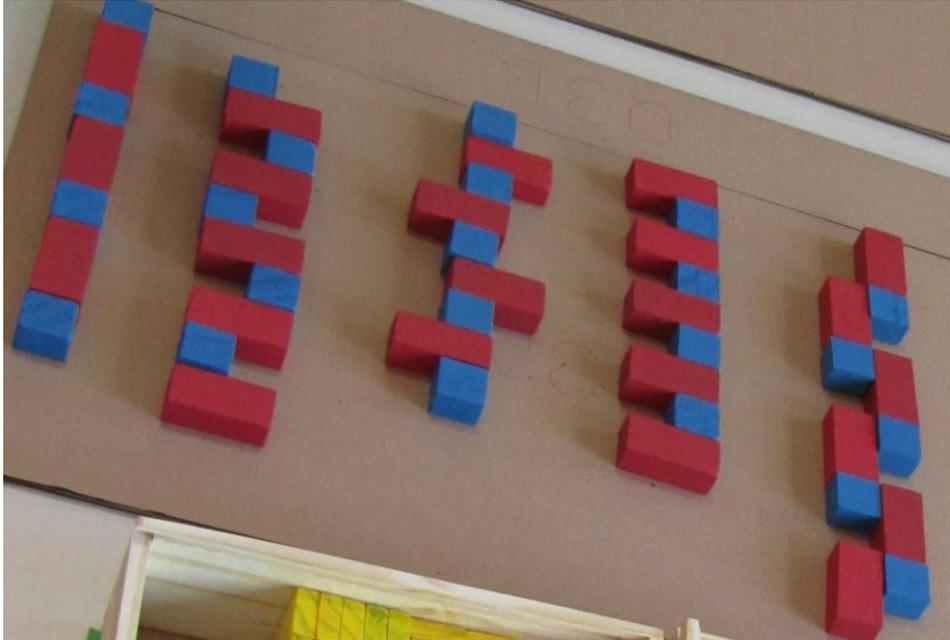
Workshop		Tabela
O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS		2
Fase Prática 2		
Solução de implantação apresentada	Referência de projeto	
 <p>permeabilidade</p>	 <p>referência</p> <p>Aplicação de regras gera configuração espacial semelhante à de lugares com planejamento urbano altamente centralizado</p> <p>Norilsk, Rússia</p>	
Regras novas	Perspectiva	
 <p>bloco comercial      bloco de uso misto</p>		

(Fonte: Elaborada pelo autor)

Notou-se que o processo de projeto da equipe 2, no início, foi dificultado pela busca de soluções-padrão no que tange o desenho urbano de conjuntos de HIS no Brasil, em sua maioria modernistas. As derivações geradas a partir das regras da gramática pré-definida, representadas na figura 151, demonstram a dificuldade da equipe - no início do *workshop* - em buscar soluções, mesmo que a partir de um método baseado em regras, que explorassem a

diversidade espacial, não apenas das unidades habitacionais, mas da configuração dos espaços externos, que, nesse exemplo, surgem como sobras do espaço construído.

Figura 151: Detalhe de estudos de relações espaciais desenvolvidos pela equipe 2 no início do *workshop*



(Fonte: Arquivo pessoal)

No entanto, a solução final apresentada (Figura 152), mostrou que a equipe conseguiu compreender o método e aplica-lo como ferramenta para exploração na relação entre formas e vazios (habitações e espaços externos) e gerar complexidade na implantação do conjunto habitacional a partir de regras simples, contudo, sem usar como partido a repetição e monotonia – características muito comuns em empreendimentos de baixa renda.

Figura 152: Equipe 2 – solução de implantação apresentada



(Fonte: Elaborada pelo autor)

### 4.3. Análise dos resultados

A avaliação dos resultados foi feita por meio de questionários aplicados aos alunos (Apêndices 3 e 4). Fragmentos das respostas foram reproduzidos para corroborar com as análises. Outra forma de avaliação dos resultados foi a opinião de especialistas que participaram em cada etapa do trabalho. No primeiro *Workshop: Parametric Urban Design*, os resultados foram avaliados pela equipe de professores (1) José Beirão – especialista no uso de Projeto Paramétrico para geração de desenho urbano e criador da ferramenta *CityMaker*; (2) Gisela Leonelli – professora de urbanismo da UNICAMP e (3) Gabriela Celani – orientadora desta tese e especialista no uso de sistemas generativos no processo de projeto e tecnologias de prototipagem rápida e fabricação digital. Os resultados do segundo *Workshop, O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS*, foram avaliados pela profa. Terry Knight, da Faculdade de Arquitetura do MIT - Massachusetts Institute of Technology (MIT) – especialista em Gramática da Forma e importante referência para esta tese.

Os principais pontos observados durante os *workshops* são comentados a seguir:

- (1) Uso de regras de composição
  - a. Foi possível identificar que a tendência dos alunos inicialmente é adotar apenas regras de reflexão e translação, as mesmas identificadas na maioria dos conjuntos habitacionais analisados, que resultam em espaços monótonos. A discussão sobre o efeito que cada tipo de regra pode ter sobre o resultado espacial é a parte mais importante do aprendizado.

- b. O uso de regras não garante a qualidade do resultado. Mesmo nos conjuntos com implantação repetitiva é possível identificar regras, mas elas são diferentes das regras identificadas nos conjuntos mais bem sucedidos.

Uma das questões do questionário se referia à opinião do aluno quanto ao uso da Gramática da Forma e do Desenho Paramétrico como ferramentas projetuais e suas contribuições para o ensino de projeto no curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Algumas das respostas dos participantes foram que essas ferramentas: (1) “podem ser utilizadas como método alternativo ou adicional no próprio projeto”; (2) “ajudam a desenvolver uma melhor forma de pensar o projeto e sua forma”; (3) “exploram a criatividade e facilitam a criação mesmo com regras básicas” e (4) “estimulam soluções projetuais e a criatividade da composição”.

## (2) Relação entre Gramática Analítica e Sintética

a. A análise desenvolvida sobre os estudos de caso revelou que a estandardização das habitações – e conseqüentemente – do desenho da implantação de conjuntos de HIS - tem sido acompanhada por uma pobreza de soluções projetuais para os espaços coletivos e áreas externas, refletindo negativamente em diversos aspectos relacionados à vida coletiva como, por exemplo, falta de segurança (devido à não-apropriação dos espaços pelos moradores), falta de diversidade e monotonia. Dessa forma, a partir dos estudos de caso, foi possível destacar as regras dos conjuntos existentes, de maneira que os alunos puderam compreender o potencial do uso de regras para gerar espaços complexos mesmo a partir de relações espaciais simples.

b. A apresentação dos estudos de caso dos conjuntos habitacionais Jardim São Francisco, PREVI-Lima e Belapur e das gramáticas desenvolvidas para os mesmos contribuiu

de forma significativa para o entendimento do método e sua aplicabilidade não apenas para análise, mas também no processo de projeto. Segundo um dos participantes “(o projeto Belapur) trabalha com diferentes categorias de regras, com escalas variadas de estudo e desenvolvimento, apresenta maior domínio do projeto como um todo – da unidade ao urbano”. Outro participante justifica que o mesmo projeto contribuiu de forma relevante para o desenvolvimento da proposta de projeto do *workshop* devido à “regularidade e ortogonalidade das formas e implantação”, permitindo melhor “entendimento da aplicação das regras” e facilitando a leitura do projeto.

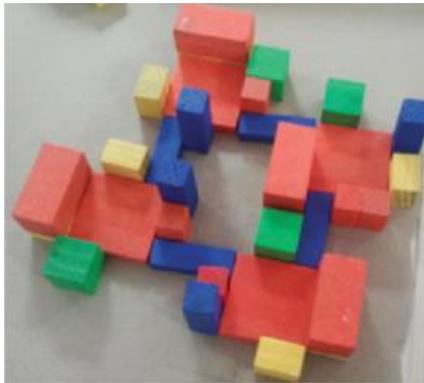
Todos os participantes concordaram que a apresentação dos estudos de caso (Gramática de Belapur, PREVI-Lima e Jardim São Francisco) contribuiu para a compreensão da aplicação da Gramática da Forma como ferramenta de projeto e análise (ver questão 4 do Questionário 1). A questão 6 do questionário sobre a Fase Prática (Etapa 1) abordou o seguinte tema: “Qual estudo de caso você considerou mais relevante para o desenvolvimento da proposta de projeto do *workshop*?” . A maioria dos alunos (72%) consideraram que o projeto do conjunto habitacional Belapur, na Índia, desenvolvido pelo arquiteto Charles Correa, foi o estudo de caso que mais contribuiu para entender o processo de inferência de regras e aplicá-las posteriormente, além de apresentar características favoráveis para a criação de espaços externos com maior diversidade. Algumas das respostas são apresentadas a seguir: (1) “[o projeto Belapur] foi o mais didático e fácil de compreender. O exercício de inferir as regras foi ótimo para compreender o conceito da Gramática da Forma”; (2) “[o projeto Belapur] trabalhou o espaço do pedestre e a hierarquia dos espaços de modo interessante, que influenciou os conceitos de criação das nossas regras e onde queríamos chegar”; (3) “(o Belapur) foi um projeto fácil de identificar as regras e modulações”.

- (3) Uso de implementação computacional X Uso de modelos físicos na aplicação das regras

Neste tópicos buscou-se analisar os resultados obtidos a partir do uso de duas abordagens distintas: (1) o uso de uma ferramenta computacional para geração das soluções projetuais e (2) o uso de modelos físicos para a aplicação da regras. É importante ressaltar que ambas as abordagens utilizaram o método da Gramática da Forma. com diferentes graus de complexidade para aplicação no exercício projetual.

- a. 1º *Workshop: Parametric Urban Design* – a ferramenta *CityMaker*, desenvolvida pelo Prof. José Beirão, consiste em um conjunto pré-definido de regras paramétricas para gerar soluções de desenho urbano implementado no *plug-in* Grasshopper para o software Rhinoceros. Uma das contribuições citadas pela professora de urbanismo Gisela Leonelli é que a ferramenta computacional aumenta a eficiência na geração e avaliação de alternativas de projeto. No entanto, a ferramenta não explicita a aplicação das regras e seu funcionamento, consistindo em um método projetual semelhante a uma “caixa preta”. A equipe 4, não encontrando as regras que queriam dentro da ferramenta, optaram por não utilizar o *CityMaker*, fazendo o desenho em CAD sem nenhuma automatização.
  
- b. No 2º *Workshop: O uso da Gramática da Forma para a geração de implantação para conjuntos de HIS*, foi solicitado que os alunos fizessem o exercício usando o modelo físico e posteriormente representando as soluções desenvolvidas em CAD. Notou-se que a equipe 3, da Fase Prática (Parte 1), no momento de passar as soluções para o modelo virtual, por praticidade, buscou uma simplificação e repetição dos mesmos *clusters* com o uso do comando “*copy*”, enquanto as soluções geradas com os modelos físicos demonstram a exploração de diversidade para criação das quadras, conforme se vê nas figuras 153 e 154. Em outras palavras, o uso de um sistema CAD para a representação do projeto, neste caso, incentivou a repetição, enquanto o uso de blocos físicos promoveu maior diversidade.

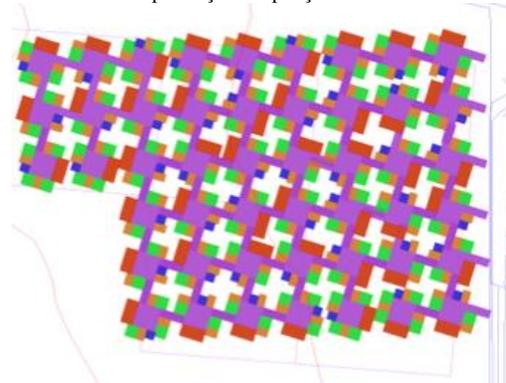
Figura 153: Equipe 3 – solução de implantação desenvolvida com o uso de modelos físicos



**A**

(Fonte: Elaborada pelo Autor)

Figura 154: Equipe 3 – solução de implantação apresentada em software CAD após o processo de geração manual – simplificação e repetição dos clusters



**B**

(Fonte: Elaborada pelo Autor)

- c. Os resultados apontaram a importância de trabalhar com diferentes ferramentas, tanto o uso de uma implementação computacional (*CityMaker*) e o uso de modelos físicos para aplicação das regras – como parte fundamental para o desenvolvimento de soluções para o problema do déficit habitacional no Brasil. Cada ferramenta possui determinadas vantagens. No modelo virtual é muito fácil manipular parâmetros, mas a aplicação de regras pode se tornar repetitiva. O uso de blocos de madeira, por outro lado, dificulta o uso do conceito de parametrização durante o processo de projeto. O *workshop* que abordou o desenho urbano a partir de ferramentas paramétricas computacionais (*Parametric Urban Design*), como o plug-in Grasshopper e o *CityMaker*, permitiram que os alunos explorassem soluções, na escala urbana, com o auxílio de regras que colaboram com a abstração de variáveis e parâmetros que constituem possíveis soluções.
- d. A Fase Prática do 2º *workshop* (**O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS**) permitiu que os alunos utilizassem um método baseado em regras – o formalismo da Gramática da Forma – a partir do uso de modelos físicos para aplicação das regras. Assim, compreenderam os elementos

que compõem uma gramática e o desenvolvimento de regras para a geração de estudos de implantação de blocos habitacionais em um conjunto para baixa renda. Os resultados demonstraram que os alunos conseguiram aplicar de forma eficiente o método proposto, definindo relações do edifício e seu entorno que colaboram na geração de espaços externos mais diversificados e explorando soluções contemporâneas e sustentáveis, tais como compacidade, adensamento, distância de caminhada (*walkability*), multifuncionalidade dos edifícios e apropriação do espaço comunitário.

#### **4.3.1. Considerações finais**

A partir da análise das respostas do questionário aplicado após cada um dos *workshops* – sem identificação dos alunos – foi possível obtermos informações mais detalhadas quanto ao aprendizado e viabilidade do método para o ensino de projetos de HIS (ver as respostas no Apêndice 3 e 4). A questão 1 do Apêndice 3 demonstrou que 62% dos participantes conheciam a Gramática da Forma (GF) e que a escolha do tema desta tese - o caso da implantação em conjuntos de HIS no Brasil - como estudo para aplicação da GF contribuiu para a compreensão do método e de sua utilidade no processo de projeto. Além disso, os alunos concordaram que a aplicação do método com o uso de modelos físicos contribuiu no desenvolvimento de implantação para conjuntos de HIS, facilitando a criação de diretrizes para o desenho urbano, colaborando na diversidade de tipologias e geração de complexidade a partir de regras simples.

A Etapa II, da Fase Prática, partiu da premissa do projeto urbano desenvolvido por uma das equipes do *workshop Parametric Urban Design*, com o uso da ferramenta *CityMaker*, conforme descrito anteriormente. Assim, optou-se por fazer um recorte do plano urbanístico e definir uma área de intervenção composta por seis quadras entrecruzadas por vias locais, coletoras e uma principal. Essa estratégia permitiu que os alunos aplicassem o

método a partir do uso da Gramática da Forma em uma escala menor – do conjunto habitacional - contribuindo para a validação dos objetivos desta tese. Uma vez que os alunos já haviam desenvolvido gramáticas para diferentes escalas do processo de projeto, do plano urbano às unidades habitacionais, nessa etapa, foi definido um vocabulário de formas e uma gramática pré-estabelecida, a partir da gramática desenvolvida para o Jardim São Francisco, para estabelecer com precisão o foco dessa última etapa: a criação de implantação de um conjunto de HIS a partir do uso da Gramática da Forma, focando, principalmente nos espaços externos, áreas de lazer e comunitárias.

Os resultados apresentados pelas equipes 1 e 2 demonstraram a compreensão do método e sua contribuição para o desenvolvimento de projetos de HIS no Brasil. Além disso, algumas das sugestões descritas nos questionários propõem o desafio de introduzir o método, por meio de um *workshop*, no início do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo, com o objetivo de explorar a importância do uso de modelos físicos e outras aplicações para o método, como projetos de escolas e habitações unifamiliares. Outro importante aspecto analisado por meio das questões identifica a dificuldade em desenvolver projetos com certo grau de complexidade sem o auxílio de uma ferramenta, ou método, por isso, os alunos justificam que a Gramática da Forma contribuiu para “desenvolver o pensamento” e “facilitar” o processo de projeto, além de proporcionar “facilidade na criação e lógica, facilidade na parametrização, facilidade em obter grande complexidade”.

## **Capítulo 5**

---

### **Conclusões**

## 5. Conclusões

As inquietações que nos levaram a esta pesquisa foram construídas a partir da questão do déficit habitacional no Brasil e de uma crítica às principais características de conjuntos habitacionais paradigmáticos e propostas de projetos do concurso promovido pelo CDHU/IAB – considerado por especialistas como soluções viáveis e satisfatórias de HIS. O objetivo original desta pesquisa consistia em propor um método para personalização da unidade habitacional, contudo a partir da análise das teses e dissertações desenvolvidas no Brasil (Apêndice 1), optou-se por focar na discussão da personalização dos espaços no entorno da habitação e a implantação urbana dos conjuntos de HIS.

Por meio da experiência docente, foi possível perceber a relevância de analisar diferentes abordagens para a geração sistemática de arranjos espaciais personalizados – como a Gramática da Forma e o Projeto Paramétrico – para contribuir no desenvolvimento de projetos de habitação, em resposta à padronização dos tipos, monotonia e repetição das implantações de conjuntos habitacionais. Dessa forma, partimos de reflexões sobre **o desenvolvimento de um método de projeto para a criação de implantação urbana em conjuntos de HIS - do ponto de vista estruturalista da Gramática da Forma - para a geração de espaços comuns e áreas de lazer mais diversificados e testá-lo por meio de *workshops* com estudantes de Arquitetura e Urbanismo.**

A indagação inicial nos instigou a analisarmos algumas experiências de uso da Gramática da Forma para o estudo de projetos de HIS e de implantação urbana, relatados no capítulo 1 desta tese, que serviram como exemplos de aplicação de métodos semelhantes ao proposto nesta pesquisa, em que os docentes definiram como metodologia a aplicação da Gramática da Forma e do Projeto Paramétrico para a geração de novos projetos que incorporassem as características dos estudos de caso analisados. Nesse mesmo capítulo, foi proposto uma análise da produção de habitação de interesse social por meio do estudo de

projetos de conjuntos habitacionais nacionais e internacionais e a identificação das principais características do ponto de vista da implantação urbana das casas/blocos habitacionais. Essa fase da pesquisa permitiu aprofundar os questionamentos e introduziu novos desafios com o objetivo de propor um método de projeto com o foco nos espaços públicos dos conjuntos de HIS. A partir da análise das regras para composição de implantação de cada estudo de caso, sob a ótica da Gramática da Forma e por meio da relação de figura-fundo, foi possível avaliar a qualidade dos espaços externos criados a partir dessas composições e propor uma categorização dos principais tipos de implantação observados. Essa etapa contribuiu para verificarmos as possíveis soluções para geração de ordenação espacial de unidades ou blocos habitacionais que seriam introduzidos no exercício projetual proposto, bem como permitiu relacionarmos a qualidade do espaço externo gerado com as regras inferidas.

Como desdobramento das reflexões sobre o questionamento inicial, buscamos apresentar uma visão geral do paradigma da introdução das tecnologias CAD e CAM e o potencial generativo e criativo dos meios digitais no processo de projeto com o intuito de contextualizar a problemática proposta nesta tese. Para ilustrar esse tópico, foram apresentados, no Capítulo 2, alguns projetos antecedentes e suas principais contribuições para o desenvolvimento do método de projeto proposto nesta pesquisa. O estudo dessas experiências objetivou situar a relação entre as transformações no processo de projeto, a produção arquitetônica e a temática da presente tese. Para aprofundar o conhecimento acerca do uso de *workshops* para a introdução de métodos de projeto que utilizam a Gramática da Forma e o Projeto Paramétrico, apresentou-se, no Capítulo 3, três experiências didáticas realizadas em Portugal, Chile e Brasil para a geração de desenho urbano de conjuntos de habitação de interesse social (HIS).

A motivação para propor **um método de projeto para criação de implantação urbana em conjuntos de HIS - do ponto de vista da Gramática da Forma** esteve permanentemente associada a preocupações relacionadas à metodologia da pesquisa. Dessa

forma, definiu-se os instrumentos metodológicos baseados no método da pesquisa-ação, proposto por Kurt Lewin (1946) e na prática reflexiva, definida por Schön (1983), cuja teoria discute a experimentação nos ateliês de projetos arquitetônicos como um modelo educacional para a *reflexão-na-ação*, argumentando que não há uma ciência geral que ensine a prática projetual, a não ser nos ateliês de projeto.

Esse embasamento científico-metodológico orientou a definição das diretrizes utilizadas para o desenvolvimento dos seguintes exercícios projetuais realizados para validar a proposta da pesquisa: (1) 1º *Workshop: Parametric Urban Design* e (2) 2º *Workshop: O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS*, dividido em duas etapas práticas. A primeira experiência mostrou-se de grande relevância demonstrando o potencial da utilização de regras paramétricas implementadas em um sistema computacional no ensino de desenho urbano, além do rápido desenvolvimento de soluções e sua capacidade em explorar diferentes possibilidades, considerando diversos parâmetros e variáveis envolvidas, como uso e ocupação do solo, densidade e conexão de áreas verdes, entre outros aspectos.

No 2º *workshop* - Etapa 1 - os alunos desenvolveram regras de uma Gramática da Forma com o uso de modelos físicos, com o objetivo de inferir regras de conjuntos habitacionais existentes e, em seguida, criar regras e aplica-las para a geração de uma proposta de implantação para um conjunto de HIS. Na Etapa 2, os alunos receberam regras pré-estabelecidas e puderam focar na criação dos espaços públicos, na hierarquia de espaços e na relação edifício-entorno. Dessa forma, foi possível comparar os resultados obtidos a partir do uso de uma ferramenta computacional para geração das soluções projetuais (1º *workshop*) e o uso de modelos físicos para a aplicação em soluções de conjuntos de HIS (2º *workshop*).

A partir dos estudos e experimentos realizados, as seguintes conclusões podem ser delineadas:

- A análise dos conjuntos habitacionais do capítulo 1, com o uso da Gramática da Forma, permitiu identificar que o problema não está necessariamente na ausência de diversidade entre os tipos habitacionais, mas na maneira como eles são dispostos no espaço. Por outro lado, apenas a existência de uma diversidade de tipos não garante diversidade na implantação urbana e variedade de espaços públicos.

- Como afirmado nesta tese, não apenas a variedade de tipos de unidades habitacionais, conforme analisado nos projetos do concurso do CDHU/IAB (Capítulo 1), mas também a diversidade dos espaços livres é igualmente importante para a qualidade de um projeto de conjunto de HIS. O uso combinado das duas estratégias permite criar características relevantes como hierarquia de espaços, identidade como comunidade, diversidade de programas de necessidades, entre outros. Nesta pesquisa, o principal objetivo esteve voltado aos métodos com os quais é possível obter uma implantação mais rica, levando em consideração também a necessidade de variedade de tipos. A partir da análise da Gramática da Malagueira (DUARTE, 2007), por exemplo, percebemos o potencial da Gramática da Forma para gerar diferentes plantas de habitações. No entanto, a implantação urbana do conjunto é repetitiva, com casas alinhadas ao longo das ruas. Em contraposição, a Gramática do Jardim São Francisco (ANDRADE et al., 2012) exemplifica um caso de conjunto habitacional que apresenta diversidade de tipos habitacionais e implantação urbana em *clusters*, contribuindo para a definição de uma hierarquia de espaços públicos e incentivo de convivência entre os moradores.

- Foi possível observar a importância de disponibilizar para os alunos ferramentas que lhes permitam, de uma maneira sistemática e objetiva, alcançar resultados de maior complexidade, variedade, ganho qualitativo e com consciência dos seus objetivos (intencionalidade da aplicação das regras). O uso dos métodos adotados contribuiu para a criação de composições com maior diversidade e qualidade espacial, o que pôde ser

comprovado por meio de questionários aplicados aos alunos participantes e da avaliação de especialistas.

## **Pesquisas futuras**

Ao discutir sobre o tema da habitação de interesse social no Brasil e propor um método de projeto para estimular e incentivar a criação de conjuntos habitacionais com implantação mais diversificada, esta pesquisa buscou contribuir com a melhoria do ensino de projeto em cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo. Entretanto, o assunto não foi esgotado. Dentro desse contexto, propõe-se desdobrar o método em outras aplicações, como projetos de escolas, hospitais, entre outros, assim como projetos habitacionais para outros níveis econômicos.

Além disso, os seguintes tópicos poderiam ser incluídos em pesquisas futuras: (1) inserir a variável da topografia nos exercícios projetuais, pois devido à limitação de tempo dos *workshops* e simplificação das variáveis de projeto, optou-se pela utilização de terrenos planos e um número reduzido de parâmetros. Em futuras implementações do método em disciplina, pretende-se incluir um maior número de variáveis como topografia, sustentabilidade, infraestrutura urbana, mobilidade, acessibilidade e paisagismo.

Outro desdobramento muito gratificante seria explorar a possibilidade de introduzir o método proposto entre arquitetos e futuros moradores, em um projeto colaborativo, para o desenvolvimento de um conjunto de HIS no Brasil, bem como estender esta pesquisa para a discussão da viabilidade do desenvolvimento de um sistema computacional, que utilize a Gramática da Forma para a geração de unidades habitacionais por meio da fabricação digital e para a otimização de estudos de implantação de conjuntos habitacionais considerando diferentes variáveis como clima, topografia, densidade, relação edifício/áreas livres, entre outros.

A pesquisa baseou-se no paradigma instituído no Brasil de conjunto habitacional de uma faixa específica de renda. Entretanto, no exterior são abordados outros tipos de estratégias, como a inserção da HIS em meio a conjuntos habitacionais para outras faixas de renda e ao tecido urbano existente, criando multifuncionalidade e maior diversidade. Mesmo nesses conjuntos com faixa de renda diversificadas, ainda existe a necessidade da criação de espaços externos variados, que poderia ser feito com o uso do método aqui proposto .

Apesar de, nos exercícios projetuais aplicados nos *workshops*, ter sido validado o objetivo desta tese de que é possível utilizar a Gramática da Forma como método de projeto para contribuir no desenvolvimento de implantação de conjuntos de HIS, buscando melhorar a qualidade do espaço construído e áreas externas, ainda existem amplas possibilidades para dar continuidade à presente pesquisa, em diferentes frentes de trabalho. Uma delas, que pode ser aqui destacada, é a introdução de disciplinas, *workshops* ou atividades extra-curriculares que abordem sistemas generativos de projeto nos currículos de graduação em Arquitetura e Urbanismo, estimulando o aprendizado e a experimentação de métodos não-tradicionais em ateliês de projeto.

Espera-se que, através deste trabalho, tenhamos contribuído para a introdução de novos métodos projetuais no ensino de cursos de Arquitetura e Urbanismo, bem como no desenvolvimento de novas ferramentas e abordagens projetuais para a melhoria da qualidade de HIS no Brasil.



## Referências Bibliográficas

- ALLEN, S. Velocidades terminales: el ordenador en el estudio de diseño. In: La digitalización toma el mando. Barcelona: Gustavo Gili, 2009.
- ALEXANDER, C. A Pattern Language. 1977.
- ALEXANDER, C.; HIRSHEN, S.; ISHIKAWA, S.; COFFIN, C.; & ANGEL, S. Houses Generated by Patterns. Center for Environmental Structure, Berkeley CA, 1969.
- ANDRADE, C. R.; BONDUKI, N.; ROSSETO, R. Arquitetura e Habitação Social em São Paulo 1989 - 1992. Catálogo da mostra de mesmo nome para a II Bienal Internacional de Arquitetura de São Paulo, Publicação EESC - USP, 1993.
- ANDRADE, M.; MENDES, L. T.; GODOI, G.; CELANI, G. Shape grammars for analyzing social housing: The case of Jardim São Francisco low-income housing development. In: Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe - eCAADe, 2012, Praga. Proceedings of eCAADe 2012. Prague: Technical Univ. Prague, 2012. v. 1. p. 451-458.
- ARAVENA, A.; IACOBELLI, A. Manual de Vivenda Incremental y Diseno Participativo, 1ed, German: Hatje Cantz, 2012.
- ASSITER, A. Althusser and structuralism, The British journal of sociology, vol. 35, no. 2, Blackwell Publishing, 1984, p.272-296.
- BARBOSA NETO, W.; ARAÚJO, A.; L. CELANI, G. Modelagem paramétrica para o projeto e produção automatizados de uma peça de mobiliário: um exercício de aplicação: Parametric Design and Digital Fabrication of a Reception Desk: a design exercise. In: SIGRADI 2012 | FORMA (IN) FORMAÇÃO, pp.561-565.
- BARRINUEVO, R.; JARA, C.; SANTOLALA, J. Publicación PREVI. Lima: Ministerio de Vivienda y Construcción del Perú, 1971.
- BARTON, H.; GRRANT, M.; GUISE, R. Shaping Neighbourhoods: For Local Health and Global Sustainability, 2ndedn, Routledge, 2010.
- BARROS, R. R. P. M. Habitação coletiva: a inclusão de conceitos humanizadores no processo de projeto. São Paulo: Annablume, 2011.
- BEIRÃO, J. N. CityMaker – Designing Grammars for Urban Design, Architecture and the Built environment, Delft University of Technology, Faculty of Architecture, n.05, 2012.
- BEIRÃO, J.; DUARTE, J.; STOUFFS, R.; BEKKERING, H. Designing with urban induction patterns: a methodological approach. In: Environment and Planning B: Planning and Design 39(4), 2012, p. 665 – 682 .
- BEIRÃO, J. N.; DUARTE, J. P.; STOUFFS, R. Creating Specific Grammars with Generic Grammars: Towards Flexible Urban Design. In: Nexus 2010: Relationships Between Architecture and Mathematics, Porto. Proceedings of Nexus 2010. Porto: Universidade do Porto, 2010. p. 13-15.

- BEIRÃO, J. N.; MENDES, G.; DUARTE, J.; STOUFFS, R. Implementing a Generative Urban Design Model: Grammar-based design patterns for urban design, 28th eCAADe Conference Proceedings / ISBN 978-0-9541183-9-6] ETH Zurich (Switzerland) 15-18 September 2010, p.265-274.
- BEIRÃO, J. N.; DUARTE, J. P. Urban Grammars: Towards Flexible Urban Design, in Proceedings of the 23rd Conference on Education in Computer Aided Architectural Design in Europe, eCAADe 2005, Lisbon, Portugal.
- BEIRÃO, J. N.; DUARTE, J. P.; MONTENEGRO, N.; NOURIAN, P. – Measuring Urbanity. [projeção visual].[2012] 79 slides: color. Faculdade de Arquitectura, Universidade Técnica de Lisboa.
- BENRÓS, D.; DUARTE, J. P.; HANNA, S. A New Palladian Shape Grammar - A Subdivision Grammar as alternative to the Palladian Grammar. In: International Journal of Architectural Computing, Liverpool, issue 04, volume 10. 2012. p. 521–540.
- BENRÓS, D.; GRANADERO, V.; DUARTE, J.P.; KNIGHT, T. Automated Design and Delivery of Relief Housing: The Case of post-Earthquake Haiti. CAAD Futures: Designing Together, 2011, p.247-263.
- BERQUÓ, E. A Família no séc.XXI: um enfoque demográfico. In: Revista Brasileira de Estudos de População. 6. 1989.
- BURRY, M. Parametric Design, Associative Geometry. In: Blurring the lines. Great Britain: Wiley-Academy, 2006.
- BONDUKI, N. Origens da Habitação Social no Brasil. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.
- BONDUKI, N. Política habitacional e inclusão social no Brasil: revisão histórica e novas perspectivas no governo Lula. In: Arq.urb – Revista eletrônica de arquitetura e urbanismo.1. 2008. Disponível em: <[http://www.usjt.br/arq.urb/numero\\_01/artigo\\_05\\_180908.pdf](http://www.usjt.br/arq.urb/numero_01/artigo_05_180908.pdf)>. Acesso em: Junho 2012.
- BONDUKI, N. Do projeto Moradia ao programa Minha Casa, Minha Vida. Teoria e Debate n. 82 mai/jun, 2009.
- BONDUKI, N., ROSSETTO, R., GHILARDI, F. H. Política e Sistema Nacional de Habitação, Plano Nacional de Habitação. Capacitação em Habitação de Interesse Social. Instituto Brasileiro de Administração Municipal.
- BRASIL. Como produzir moradia bem localizada com recursos do programa minha casa minha vida?: implementando os instrumentos do Estatuto da Cidade / Organização de Raquel Rolnik, textos de Raphael bischof, Danielle Klintowitz e joyce Reis. Brasília: Ministério das Cidades, 2010.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. Déficit habitacional no Brasil 2008 / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. – Brasília, Ministério das Cidades, 2011, 140 p.
- BROADBENT, G. Design in architecture: architecture and the human sciences. London: John Willey & Sons, 1970.
- CAIXA ECONOMICA FEDERAL. Demanda habitacional no Brasil / Caixa Econômica Federal. - Brasília : CAIXA, 2011.

- CAMPOS, F.; TAVARES, I.; WAGNER, M.; PINHEIRO, Y – Parametric Urban Design. [projeção visual].[2013] 19 slides: color. Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas.
- CASA G - Casa Generativa para Rio Grande do Sul [Internet]. Porto Alegre - PVE Capes Propar UFRGS: Benamy Turckienicz; Rodrigo Garcia Alvarado. 2010 [acesso em 04 Jun. 2010]. Disponível em: <http://casagenerativa.blogspot.com/>.
- CASTRO E COSTA. Generic shape grammars for mass customization of ceramic tableware. In: Design Computing and Cognition DCC'14. J.S Gero (ed), 2014.
- CELANI, G. Beyond analysis and representation in CAD: a new computational approach to design education. 2002. Tese (Doutorado em Architecture: Design & computation) - Department of Architecture. Massachusetts Institute of Technology, 2002.
- CELANI, G.; PUPO, R. Prototipagem Rápida e Fabricação Digital para arquitetura e construção: Definições e estado da arte no Brasil. In: Caderno de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. São Paulo: 2008.
- CELANI, G.; CYPRIANO, D.; GODOI, G.; VAZ, C. E. V. A gramática da forma como metodologia de análise e síntese em arquitetura. Conexão - comunicação e cultura/Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, v. 5, n. 10, p. 180-197, jul./dez 2006.
- CELANI, G.; BEIRÃO, J. N.; DUARTE, J. P.; VAZ, C. Optimizing the “characteristic structure”: Combining shape grammars and genetic algorithms to generate urban patterns. ECAADE, 2011. pp.491-500.
- CELANI, G.; PUPO, R.; MENDES, G.; PINHEIRO, E. Generative Design Systems for Housing - An outside-in approach. Digital Design: The Quest for New Paradigms [23rd eCAADe Conference Proceedings / ISBN 0-9541183-2-4] Lisbon (Portugal) 21-24 September 2005, pp. 501-506.
- CELANI, G.; VAZ, C. – Shape Grammars Workshop. [projeção visual].[2012] 44 slides: color. XVI Congresso Iberoamericana de Gráfica Digital, Fortaleza.
- CDHU. Termo de Referência. Concurso Público Nacional de Arquitetura para novas tipologias de Habitação de Interesse Social Sustentáveis, 2010.
- COLIN, S. As estruturas. Revista AU. Editora PINI: no 181. Abril, 2009, p.81.
- CORREA, C. Housing and Urbanization. New York: Thames & Hudson. 1999, p.48-51.
- CORREA, C. The New Landscape: Urbanization in the Third World. London: Butterworth Architecture, Mimar Book, 1989.
- CRUZ, D.; CELANI G. 2009. A influência de Frank Lloyd Wright sobre João Batista Vilanova Artigas – uma análise formal. PAN Panorama 325. Sigradi 2009.
- DONATH, D.; GONZALEZ, L. F. Building Bulk Design Support. Sigradi 2006. pp.278-282.
- DONATH, D.; GONZALEZ, L. F. Rule-based spaces configuration procedures to support user-designed housing. SIGraDi 2003 - [Proceedings of the 7th Iberoamerican Congress of Digital Graphics] Rosario Argentina 5-7 november 2003.

DUARTE, J.P. Personalizar a habitação em série: Uma Gramática Discursiva para as Casas da Malagueira do Siza. Tese de doutorado. Lisboa: Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, 2007.

\_\_\_\_\_. A Discursive Grammar for Customizing Mass Housing - The case of Siza's houses at Malagueira. Ecaade, 2003. pp.665-675.

\_\_\_\_\_. A System for providing customized housing: Integrating design and construction using a computer tool. In: CAADFutures, 2007.

DUARTE, J.P.; BEIRÃO, J.N. Towards a methodology for flexible urban design: designing with urban patterns and shape grammars, in Environment and Planning B: planning and design, 2010.

DUARTE, J. P. Personalizar a habitação em série: Uma Gramática Discursiva para as Casas da Malagueira do Siza. Lisboa: Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, 2007.

DUARTE, J. – Housing Grammar Workshop. [projeção visual].[2011] 23 slides: color. Faculdade de Arquitetura, Desenho e Estudos Urbanos, Universidade Católica do Chile.

CAMPOS, F.; TAVARES, I.; WAGNER, M.; PINHEIRO, Y – Parametric Urban Design. [projeção visual].[2013] 19 slides: color. Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas.

DUARTE, J. P.; CALDAS, L. G.; ROCHA, J. AN URBAN GRAMMAR FOR THE MEDINA OF MARRAKECH - Towards a Tool for Urban Design in Islamic Contexts In: Design Computing and Cognition '06, 483–502. 2006. Netherlands.

DUQUE, K. Clásicos de Arquitectura: Unidad Vecinal Portales / B.V.C.H. 19 Apr 2011. Plataforma Arquitectura. Acesso em 17 Abr 2014. Disponível em: <<http://www.plataformaarquitectura.cl/?p=84819>>

ELOY, S.; DUARTE, J. P. Transformation Grammar for Housing Rehabilitation. In: WILLIAMS K. N (ed.) Nexus 2010 conference, Porto: University of Porto, 2010.

FARR, D. Sustainable Urbanism e Urban Design with Nature. Londres: John Wiley & Sons, 2010.

FISCHER, T.; HERR, C. M. Teaching Generative Design. In: Proceedings of the 4th International Generative Art Conference, Generative Design Lab DIAP, Politecnico di Milano, dez. 2001. Disponível em: <<http://www.generativeart.com>>. Acesso em: 10 abril 2004.

FIX, M.; ARANTES, P. F. Como o governo Lula pretende resolver o problema da habitação. Alguns comentários sobre o pacote habitacional Minha Casa, Minha Vida. Correio da Cidadania, 2009. Disponível em: <<http://www.correiodacidade.com.br>>. Acesso em: 12 out. 2012.

FRAZER, J. Un modelo natural para la arquitectura. La naturaleza del modelo evolutivo. In: La digitalización toma el mando. Barcelona: Gustavo Gili, 2009.

FUENTES, M. C. S. A Concepção Urbanística do Conjunto Habitacional Parque Vicente Leporace na Trajetória do BNH. Ciência et Praxis v. 1, n. 2, 2008.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. CENTRO DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÕES. Déficit Habitacional no Brasil 2007 / Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. Brasília, 2009.

- GARCÍA-HUIDOBRO, F.; TORRITI, D. T.; TUGAS, N. PREVI Lima y la experiencia del tempo. Revista Iberoamericana de Urbanismo 03. Vivenda recuperada. ISSN :2013-6242 Barcelona: 2009, p. 10-19.
- GARCÍA-HUIDOBRO, F.; TORRITI, D. T.; TUGAS, N. PREVI Lima: 35 años después. ARQ, n. 59 El tiempo / Time, Santiago, marzo, 2005, p. 72-76.
- GAUSA, M.; SALAZAR, J. Housing + Singular Housing. Barcelona: Ed. Actar, 2002.
- GAUSA, M. Metapolis Dictionary of Advanced Architecture: City, Technology and Society in the Information Age. Barcelona: Ed. Actar, 2003.
- \_\_\_\_\_. Habitatge, Noves Idees Urbanes. In: Revista Quaderns. 211. 1996.
- GEALY, 2008. Shape Grammar Presentation. [projecção visual].[2012]. 4 slides: color. School of Architecture + Planning. Massachusetts Institute of Technology.
- GIPS J. Shape Grammars and Their Uses: Artificial Perception, Shape Generation and Computer Aesthetics (Birkhäuser, Basel:, Switzerland), 1975.
- GLASER, B.; STRAUSS, A. The discovery of grounded theory. New York: Aldene de Gruyter, 1967.
- HABRAKEN, N. J. Type as a social agreement. In Proceedings of the Asian Congress of Architects, Seoul, 1988.
- HEITOR, T.; DUARTE, J. P.; PINTO, R. M. Combining Grammars and Space Syntax – Formulating, Evaluating and Generating Designs. In: N.28, 4th International Space Syntax Symposium. Londres, 2003. Disponível em: <<http://www.spacesyntax.net/symposia-archive/SSS4/fullpapers/28HeitorDuartePinto.pdf>> (Acesso: 19/07/2012)
- HERTZBERGER, H. Lições de arquitetura. São Paulo: Martins Fontes, 1996.
- HSIAO, S.; CHEN, C. A semantic and shape Grammar based approach for product design. In: Design Studies 18, 1997, p.275-296.
- KNIGHT, T. Shape Grammars in education and practice: history and prospects. International Journal of Design Computing, v. 2, 2000-2001. Disponível em < <http://www.mit.edu/~tknight/IJDC/> >. Acesso em: 23 jul. 2012.
- KNIGHT, T. Shape Grammar for Analysis. Disciplina ministrada no Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Tecnologia e Cidade. Universidade Estadual de Campinas. Campinas: 2011.
- KOLAREVIC, B. Architecture in Digital Age: design and manufacturing. Editora: Routledge, 2004.
- KONING, H.; EIZENBERG, J. The language of the prairie: Frank Lloyd Wright's prairie houses. In: Environment and Planning B: Planning and Design, v.8, p.295-323, 1981.
- KIERAN, S.; TIMBERLAKE, J. Refabricating Architecture. How Manufacturing Methodologies Are Poised to Transform Building Construction. New York: Mc Graw Hill Companies. 2004.
- KITCHEN, S. Finland opens design contest for housing in the year 2049, 2012. Disponível em <<http://www.architectsjournal.co.uk/competitions/finland-opens-design-contest-for-housing-in-the-year-2049/8634474.article>>. Acesso em: 17 abr. 2014.

KHOSHNEVIS, B. Automated Construction by Contour Crafting – Related Robotics and Information Technologies. *Journal of Automation in Construction – Special Issue: The best of ISARC 2002*, Vol 13, Issue 1, January 2004, pp 5-19.

KHOSHNEVIS, B.; HWANG, D.; YAO, K.; YEH, Z. Mega-scale fabrication by contour crafting. *Int. J. Industrial and Systems Engineering*, Vol. 1, No. 3, 2006. pp.301-320.

KOTSOPOULOS, S. D. Bridging the gap between design intuition and computation. In: *SIGRADI: XI Congreso de la Sociedad Iberoamericana de la Gráfica Digital: La Comunicación en la Sociedad Visual*, 2007.

KOWALTOWSKI, D. et al. Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico. *Porto Alegre: Revista Ambiente Construído*, v.6, n.2, 2006, p. 07-19.

KOWALTOWSKI, D. Transferência de inovação tecnológica na autoconstrução de moradias. In: *Inovação, Gestão da Qualidade e Produtividade e Disseminação do Conhecimento na Construção Habitacional / Editores Carlos Torres Formoso [e] Akemi Ino. -- Porto Alegre: ANTAC, 2003.-- (Coletânea Habitare, v.2).*

KOWALTOWSKI, D.; LABAKI, L.; PINA, S. A., BERTOLI, S. R., RUSCHEL, R., FAVERO, E., FRANCISCO FILHO, L., SILVA, V. G.; MOREIRA, D. C. Análise de parâmetros de implantação de conjuntos habitacionais de interesse social: ênfase nos aspectos de sustentabilidade ambiental e da qualidade de vida. Relatório final de projeto de pesquisa FINEP. Programa de Tecnologia de Habitação/HABITARE, 2004.

KOWALTOWSKI, D.; PINA, S.; RUSCHEL, R.; OLIVEIRA, P. Uma metodologia de projeto arquitetônico de apoio à autoconstrução. In: *Anais ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 6. Rio de Janeiro: UFRJ-UFF-EPUSP, 1995, p. 289-294.

KOWALTOWSKI, D.; RUSCHEL, R. O uso de CAD na avaliação e no suporte técnico à autoconstrução. In: *Relatório FAPESP - Uma Metodologia de Projeto para a Casa Popular na Cidade de Campinas*, Faculdade de Engenharia Civil. Campinas: UNICAMP, 1995.

KWINTER, S. *Far from equilibrium: Essays on Technology and Design Culture*. Barcelona: Ed. Actar, 2007.

LAWSON, B. *How Designers Think: the design process demystified*. Oxford: Architectural Press, 1997.

LEWIN, K. Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, n. 2, p. 34-36, 1946.

LI, A. A shape grammar for teaching the architectural style of the Yingzao fashi. PhD Dissertation, MIT, 2001.

LUCAS, P.; SALAS, J.; BARRIONUEVO, R. Cuarenta Años del PREVI-LIMA: algunas enseñanzas para la industrialización de la vivienda de bajo coste en Latinoamérica. *Informes de la Construcción*, Março, v. 64, 525, 2012, p. 51-62.

MARCUS, C. C.; FRANCIS, C. *People Places – Design Guidelines for Urban Open Space*. New York: John Wiley & Sons, 1998.

MARCUS, C. C.; SARKISSIAN, W. *Housing As If People Mattered: Site Design Guidelines for the Planning of Medium-Density Family Housing*. Los Angeles: University of California Press, 1986.

MENDES, L. T.; CELANI, G. O uso da Gramática da Forma para análise de conjuntos habitacionais de interesse social no Brasil: O concurso “Habitação para Todos”. In: Congresso Internacional de Habitação no Espaço Lusófono CIHEL – LNEC. Proceedings Congresso Internacional de Habitação no Espaço Lusófono 2013, Lisboa, 2013, p. 193-194.

MENDES L., BEIRÃO J. N.; DUARTE J. P.; CELANI, G. A Bottom-Up Social Housing System Described with Shape Grammars. In: Stouffs R, Sariyildiz S (eds) EDUCATION AND RESEARCH IN COMPUTER AIDED ARCHITECTURAL DESIGN IN EUROPE - eCAADe. Proceedings of the 31st eCAADe Conference. Faculty of Architecture, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands, 2013a, p. 705–714.

MENDES L., BEIRÃO J. N.; CELANI, G. Meta-PREVI - Uma meta-gramática para a geração de habitação de interesse social. In: Bernal M, Gomez P (eds) CONGRESSO Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital – SIGRADI. Anais do XVII Congresso SIGRADI. Valparaiso, Chile, 2013b, p. 217–221.

MUSSI, A. Q. Projeto de HIS Evolutiva: Gramática da Forma para Ampliação da Unidade Habitacional Mínima. 2011. 2o. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído X Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios 03 e 04 de Novembro de 2011 – Rio de Janeiro, RJ – Brasil

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Manual Técnico de Projetos. São Paulo, 2008.

MARSHALL, S. *Streets and patterns*, CMP and Springer-Verlag, Berlin, 2005.

MARCH, L.; STINY, G. Spatial systems in architecture and design: some history and logic. *Environment and Planning B: Planning and Design* 12(1) 31 – 53, 1985.

MCGUIRCK, J. PREVI: The Metabolist Utopia. In: *Domus* 946, Abril, 2011, p. 58-71.

MITCHELL, W. J. *A Lógica na arquitetura*. Campinas: Ed. Unicamp, 2008.

\_\_\_\_\_. The theoretical foundation of computer-aided architectural design. In *Environment and Planning B*. 2. 1975, p.127-150.

MITCHELL, W.; McCULLOUGH, M. *Digital Design Media*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1995.

MONEDERO, J. Parametric design: a review and some experiences, *Automation in Construction* , Volume 9, Issue 4, July 2000, Pages 369-377.

Disponível em: < <http://info.tuwien.ac.at/eacaade/proc/moneder/moneder.htm>>. Acesso em: 18 janeiro 2011.

NARDELLI, E. S. Tecnologia digital avançada na produção de Habitações de Interesse Social – HIS no Brasil. SIGRADI 2010 / Disrupción, modelación y construcción: Diálogos cambiantes. pp.403-406.

NEGROPONTE, N. *From Soft Architecture Machines*, 1975. *Computer-Aided Design*. 7. 1975, p. 190-195.

- OLIVEIRA, M. C. A valorização da Arquitetura: Projetos de Habitação – a experiência da PMSP (1989-1992). São Paulo: Dissertação de mestrado apresentada ao Departamento de Arquitetura da EESC – USP, 1999.
- OLDENBURG, R. *The Great Good Place: Cafes, Coffee Shops, Community Centers, Beauty Parlors, General Stores, Bars, Hangouts, and How They Get You Through the Day*. New York: Paragon House, 1989.
- ORCIUOLLI, A. Arquiteturas Non-Standard. In: Revista AU. 119. 2004, p. 51-55.
- ORTEGA, L. (ed). *La digitalización toma el mando*. Barcelona: Gustavo Gili, 2009.
- OXMAN, R. Digital Design – Integrating Content, Models and Skill. In: SIGRADI: XI Congreso de la Sociedad Iberoamericana de la Gráfica Digital: La Comunicación en la Sociedad Visual. 2007, p. 93-96.
- PAIO, A.; TURKIENICZ, B. A Grammar for Portuguese Historical Urban Design. FUTURE CITIES [28th eCAADe Conference Proceedings / ISBN 978-0-9541183-9-6] ETH Zurich (Switzerland) 15-18 September 2010, pp.349-358
- PEDRO, J. B. Programa Habitacional – Vizinhança Próxima. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Informação Técnica Arquitectura - ITA 7, 1999.
- PICON, A. La arquitectura y lo virtual, Hacia una nueva materialidad. In: *La digitalización toma el mando*. Barcelona: Gustavo Gili, 2009.
- PICON, A. Arquitectura ciência e tecnologia. In: *La digitalización toma el mando*. Barcelona: Gustavo Gili, 2009.
- PROJETO. “Um concurso para resgatar projeto de habitação popular”. In: Projeto, no 130, 1990. p. 110-111.
- REEM, D. The geometric stability of Voronoi diagrams with respect to small changes of the sites. Disponível em: <http://arxiv.org/pdf/1103.4125v2.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2014.
- RODRIGUES, F. M. *Desenho urbano: cabeça, campo e prancheta*. São Paulo: Projeto, 1986.
- ROLNIK, R. O programa Minha Casa, Minha Vida está avançando, mas apresenta alguns problemas. Blog da Raquel Rolnik, 2010. Disponível em: < <http://raquelrolnik.wordpress.com/2010/06/17/o-programa-minha-casa-minha-vida-esta-avancando-mas-apresenta-alguns-problemas/>>. Acesso em 11 junho 2012.
- ROYER, L. de O. *Financeirização da política habitacional: limites e perspectivas*. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- ROWE, P. G. *Modernity and Housing* – MIT Press, Massachusetts, 1993.
- SASS, L. A wood frame grammar. *Computer Aided Architectural Design Futures 2005* [Proceedings of the 11th International Conference on Computer Aided Architectural Design Futures/ISBN 1-4020-3460-1] Vienna (Austria), 20–22 June 2005, 383–392.

- SASS, L. A digitally fabricated house for New Orleans. Massachusetts Institute of Technology, USA, 2008.
- SASS, L. Materializing design: the implications of rapid prototyping in digital design. In: Design Studies 27, 2006, p.325-355.
- SASS, L., BOTHA, M. The Instant House: A production system for construction with digital fabrication. Digital Fabrication 2006 [Proceedings of the First International Conference on Digital Fabrication, Denver (Colorado), 17–22 September 2006, 176–179.
- SCHÖN, D. The reflective practitioner: how professionals think in action. Nova York: Basic Books, 1983.
- SCHÖN, D. Educando o Profissional Reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2000.
- SEDREZ, M.; WINNIK, D.; FILOCOMO, G.; ARIEL, L. – Parametric Urban Design. [projeção visual]. [2013] 35 slides: color. Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas.
- SERPA, A. Por uma nova paisagem habitacional. Arquitetura e Urbanismo, n. 71, abr/mai 1997. Disponível em: < <http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/71/artigo24009-1.asp>>. Acesso em 11 junho 2012.
- SANT'ANNA JR., A. Genius loci x zeitgeist: o dilema da modernidade. Projeto, n. 134, p.72-73, ago/set 1990.
- SHIMBO, L. Z. Habitação social, habitação de mercado: a confluência entre estado, empresas construtoras e capital financeiro. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.
- STEELE, J. Arquitectura y Revolucion Digital. Tradução: Jean Escofet, título original: Architecture and computers: actions and reactions in the digital design revolution. México: Ed. Gustavo Gilli, 2001.
- STEINER, F.; BUTLER, K. Planning and Urban Design Standards, Ed. John Wiley & Sons, Inc, 2007.
- STINY, G. Two exercises in formal composition. Environment and Planning B, v. 3, p. 187-210, 1976.
- STINY, G. Ice-Ray: A Note on Chinese Lattice Designs. Environment and Planning B 04, 89-98, 1977.
- \_\_\_\_\_ Kindergarten grammars: designing with Froebel's building gifts. Environment and Planning B, v. 7, p. 409-462, 1980.
- STINY, G.; GIPS, J. Shape Grammars and the Generative Specification of Painting and Sculpture, in C V Freiman (ed) Proceedings of IFIP Congress 71 (Amsterdam: North-Holland) 1460-1465. Republished in O R Petrocelli (ed), The Best Computer Papers of 1971 (Philadelphia: Auerbach) pp125-13, 1971.
- STRAUSS, A.; CORBIN, J. Grounded Theory in Practice / editors. 2ª. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 1998.
- SZALAPAJ, P. Contemporary Architecture and the Digital Design Process. Amsterdam: Elsevier, 2005.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. Trad. Lólio Lourenço de Oliveira. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

VAN DER VOORDT, T. J. M.; VAN WEGEN, H. B. R. Architecture in Use: An introduction to the Programming Design and Evaluation of Buildings. Oxford: Architectural Press, 2005.

VAZ, C. E. V. Um método de ensino de projeto baseado em precedentes – sistemas generativos e ontologias aplicados no ensino de arquitetura paisagística. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2011.

## Apêndices

# Apêndice 1

## A survey on low-income housing research topics in Brazil<sup>28</sup>

MENDES, Leticia Teixeira; MSc. | State University of Campinas – Brazil

CELANI, Gabriela ; Phd. | State University of Campinas - Brazil

Keywords: low-income housing; research topics; grounded theory

The purpose of this research was to survey and categorize academic graduate theses that have been produced in eight of the major universities, in Brazil, in the field of low-income housing, from 2000 to 2011. The objective is to compare and categorize the production of research on low-income housing and related fields in terms of methodology, technologies and applications, in order to identify possible shadow areas and justify new research projects.

### 1. Context of research

The official housing production in Brazil has been characterized by discontinuity of programs and actions on the national level, indicating the absence of a housing public policy and disconnection among Federal, State and Municipal governments' actions. The government changes in the model of intervention in the housing sector have resulted in a housing deficit over time, reaching specially the lower income population (ALVES, 2010).

Solving that problem has been a major objective of the government in the past years, with lots of investments and many specific programs, such as the widely known “My house,

---

<sup>28</sup> Este artigo foi publicado no ICDHS 2012 – 8th Conference of the International Committee for Design History & Design Studies.

my life”<sup>29</sup> – created in March 2009. There has been a lot of debate by the National Department of Housing of the Ministry of Cities and many graduate programs about low-cost construction systems, minimum area requirements, and even about location of housing developments in relation to city centers. However, research on social housing in the country has focused primarily on public policy analysis and new housing construction systems, and few studies have emphasized the importance of the design of public spaces in these projects. As a consequence, in most housing developments one sees either the typical image of repeated identical houses along streets, or dense apartment buildings. Most solutions adopted are still based on obsolete approaches to sitting, which results in communities that are not just visually boring, but also lack quality public spaces.

## 2. Objectives

The purpose of this research was to survey and categorize academic graduate theses that have been produced in eight of the major universities, in Brazil, in the field of low-income housing since 2000. The objective is to compare and categorize the production of research on low-income housing and related fields, in terms of methodology, technologies and application.

This paper is part of a larger study that proposes a categorization of different types of sitting in social housing developments, and their consequences for public spaces. This ongoing research aims at analyzing the different types of sitting in social housing developments, particularly in projects developed for the competition “Housing for all: Public National Competition of architecture typology for sustainable low-income housing”<sup>30</sup> - whose focus was sustainable and innovative housing projects for the lower income population. The

---

<sup>29</sup> In the original: Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV.

<sup>30</sup> In the original: Habitação para todos: Concurso público nacional de arquitetura para tipologias de habitação de interesse social sustentável.

competition was sponsored by the Society of Housing and Urban Development of the State of São Paulo (CDHU), in partnership with the Institute of Architects of Brazil (IAB). According Rizzo (2010):

The need to attend to the new patterns, the “typologies bank” diversification and the discussion amplification about the housing project, that is what the Projects Contest proposes. The aim is, thus, to reach the development of projects which are feasible from the economic point of view and based on universal design and sustainability principles.

The methodology used to compare the theses was grounded theory (STRAUSS; CORBIN, 1998), which allowed us to infer the tendencies in the topics of research on public housing developments in Brazil. It was possible to observe that different school tend to focus on different aspects of the problem, among which internal layout and urban sitting are not particularly present.

The search took place from January to March 2011 and was exclusively based on the Internet research through available graduate theses databases in 8 Brazilian universities:

- State University of Campinas (UNICAMP)
- University of São Paulo (USP)
- Federal University of Bahia (UFBA)
- Federal University of Santa Catarina (UFSC)
- Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ)
- University of Brasilia (UNB)
- Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS)
- Federal University of Minas Gerais (UFMG)

The following key words were used on the searches: low-income housing, social housing and housing development.

### **3. Methodology**

The methodology used to compare the theses was a method known as Grounded Theory, developed by Barney G. Glaser e Anselm L. Strauss, and described in *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*, in 1967. This method proposes the discovery of emergent theories from the analysis of data systematically obtained in social research (GLASER; STRAUSS, 1967). For this research grounded theory was used to confirm the differences in terms of contents related to what has been studied in graduate programs regarding low-income housing in Brazil.

(...) we believe that the discovery of theory from data – which we call grounded theory – is a major task confronting sociology today, for, as we shall try to show, such a theory fits empirical situations, and is understandable to sociologists and layman alike. Most important, it works – provides us with relevant predictions, explanations, interpretations and applications (GLASER; STRAUSS, 1967).

The first stage of this research was to examine the abstracts of theses and dissertations available in digital databases of Brazilian universities using keywords defined. In a total of 126 abstracts were analyzed and categorized into fields. After that, the second step aimed to group the fields classified into larger groups, according to affinity of subjects. The last step consisted of organizing the data in tables and graphics and analyzing the results.

### **4. Theses analyses**

Aiming to make a survey of the main fields developed in researches related to low-income housing in Brazil within the major Brazilian public universities, we attempted to

analyze the most recurrent fields and issues just discussed in relation to the housing problem in the country.

The group of theses and dissertations examined should include the period of 2000 to 2011 and was composed of 31 abstracts of the University of São Paulo (USP), 20 of the State University of Campinas (UNICAMP), 5 of the Federal University of Bahia (UFBA), 5 of the Federal University of Santa Catarina (UFSC), 14 of the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), 5 of the University of Brasilia (UNB), 10 of the Federal University of Minas Gerais (UFMG) and 36 of the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS).

The most recurrent subjects were grouped into 26 categories as follows:

- Self-management/"Mutirão"<sup>31</sup>/Urban social movements
- Building Systems
- Public Policy/Urban economy
- Housing programs
- Participatory design
- Low-income housing history in Brazil
- Management systems/Quality control
- Urban regeneration/Heritage
- Sustainability/Environmental impact
- Ways of living/User perception
- Informal settlements
- Urban legislation/Urban planning
- Sociability/Socio-spatial segregation
- Post-Occupancy Evaluation
- Housing funding for low-income families/Real estate financing
- Computer aided design (CAD) applied to low-income housing design

---

<sup>31</sup> "Mutirão" originates from the Tupi word *motyrō*, which means "working together" (NAVARRO, 2005).

- Customization
- Landscaping
- Modern architecture
- Accessibility
- Furniture/Design
- Internal layout
- Urban sitting
- Public spaces
- Environmental comfort
- Competition/Research journals

Based on the subjects defined, the theses and dissertations were categorized in order to organize the research according to educational institution, year of work conclusion and subject approached in the abstracts. This arrangement allowed the selection of more than one topic covered in research, since most of the work fit into several categories. After that, we created a table (Fig.01) which covered all the material collected.

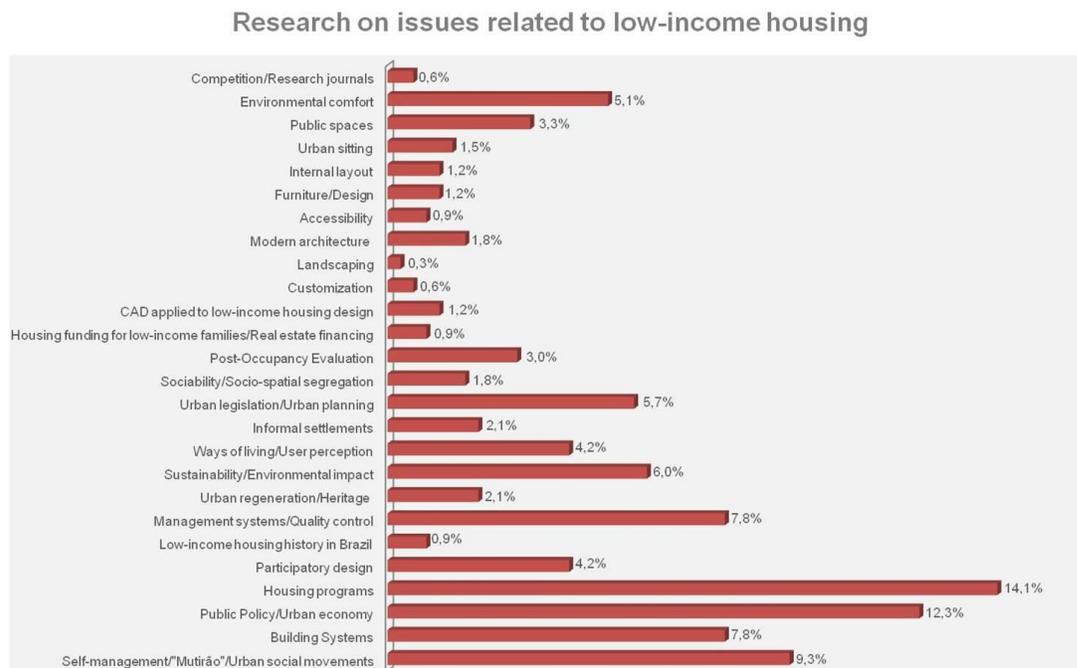
As shown in figure 1, this analysis allowed us to visualize the main issues addressed in Brazilian research in relation to low-income housing and define some related fields. This arrangement allowed identifying the tendencies in the research on topics of public housing developments in Brazil. It was possible to observe that different schools tend to focus on different aspects of the problem, as we shall see in the results.



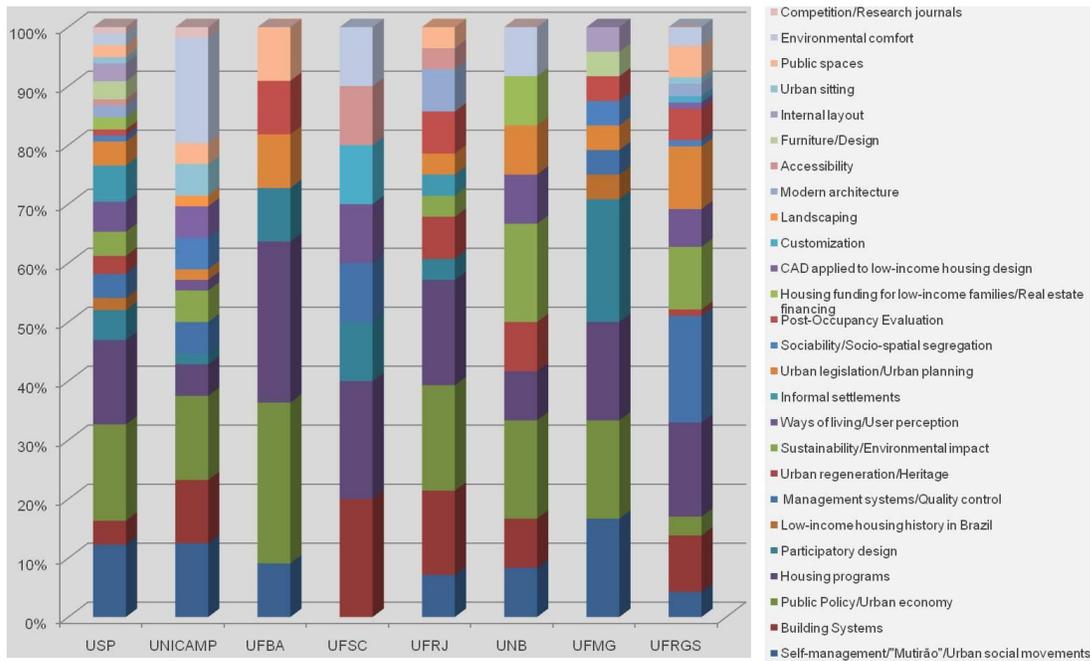
## 5. Results

Figure 2 shows a comparative view among the related fields in the data analyzed. It is evident that the most frequent subjects are the “Housing programs” and “Public Policy/Urban economy” with 14,1% and 12,3%, respectively, of the whole analyzed productions. In contrast, fields like "Landscaping", "Customization", "Accessibility", and others with less than 2% each, are underexplored in research that analyze the production of low-income housing in the country.

This study also shows that “urban sitting” in low-income housing developments in Brazil is still relatively unexplored as well as issues such “internal layout” and “environmental comfort”.



**Figure 2.** Brazilian theses and dissertations on low-income housing and related fields



**Figure 3.** Comparison between the production of Brazilian universities and the issues related to low-income housing

In this context, figure 3 shows a comparative view between the fields in abstracts analyzed from each university. As figures 1 and 3 show that the State University of Campinas (UNICAMP) concentrates most of his research on "Environmental comfort" (16,39%); the University of São Paulo (USP) on "Public Policy / Urban economy" (16%); the Federal University of Bahia (UFBA) on "Public Policy/Urban economy" (27,27%) and "Housing programs" (27,27%); the Federal University of Santa Catarina (UFSC) on "Building Systems" (20%) and "Housing programs" (20%); the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ) on "Public Policy/Urban economy" (17,85%) and "Housing programs" (17,85%); the University of Brasilia (UNB) on "Public Policy/Urban economy" (16,66%) and "Sustainability/Environmental impact" (16,66%); the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS) on "Management systems/Quality control" (18,08%) and the Federal University of Minas Gerais (UFMG) on "Participatory design" (20,83%).

## **6. Conclusions**

The survey demonstrates the importance of developing more research for low-income housing in fields like "landscaping", whose percentage of work developed was 0,3%, on "customization" and "Competition/Research journals" (0.6%); "Accessibility" and "Housing funding for low-income families/Real estate financing" (0,9%); "Computer aided design (CAD) applied to low-income housing design", "Furniture/Design" and "Internal layout" (1,2%); "urban sitting" (1,5%) and others related fields.

After analyzing of the main areas studied in Brazilian theses and dissertations it was possible to conclude that some fields are still poorly studied in the academic environment and the importance of this works for the production of knowledge and the contribution for quality design improvement for low-income housing in Brazil. According Gausa (2002) approaching the issue of housing and changes in ways of living allows explore variants included in contemporary housing design and analyze the necessity of explore its ability to generate new types of living spaces, diversity and functionality of housing space, in line with the new awareness of landscape – virtual, material and global. Thus, it is possible to say that this research can contribute in the search field of social housing in aspects of customization and urban sitting in housing developments for lower income population.

### **Acknowledgment**

The authors would like to thank FAPESP – São Paulo state's research funding agency - for funding this research.

### **References**

ALVES, M. H. A. F. 2010. Brazil's Oficial Habitative Production Inventory. In: Sustentabilidade e inovação na habitação popular: o desafio de propor modelos

eficientes de moradia: 13-15. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado de Habitação.

GAUSA, M.; SALAZAR, J. 2002. Housing + Singular Housing. Barcelona: Ed. Actar.

GLASER, B. G.; STRAUSS, A. L. 1967. The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research. New Jersey: Transaction Pub.

RIZZO, I. 2010. Investing in New Designs. In: Sustentabilidade e inovação na habitação popular: o desafio de propor modelos eficientes de moradia: 29. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado de Habitação.

STRAUSS, A.; CORBIN, J. 1998. Grounded Theory in Practice / editors. 2ª. ed. Thousand Oaks: Sage Publications.

GLASER, B.; STRAUSS, A. 1967. The discovery of grounded theory. New York: Aldene de Gruyter.

NAVARRO, E. A. 2005. Método Moderno de Tupi Antigo. Terceira edição. São Paulo: Global.

## Apêndice 2

### Shape grammars for analyzing social housing: The case of Jardim São Francisco low-income housing development

ANDRADE, M. L. V. X.<sup>1</sup>, MENDES, L. T.<sup>2</sup>, GODOI, G.<sup>3</sup>, CELANI, G.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Federal University of Alagoas – Brazil*, <sup>2</sup> *State University of Campinas – Brazil*, <sup>3</sup> *State University of Campinas – Brazil*, <sup>4</sup> *State University of Campinas – Brazil*

<sup>1</sup> <http://www.ufal.edu.br/ufal>, <sup>4</sup> <http://www.fec.unicamp.br/~celani/>

<sup>1</sup> [maxandrade@uol.com.br](mailto:maxandrade@uol.com.br), <sup>2</sup> [mendes.leticia@gmail.com](mailto:mendes.leticia@gmail.com), <sup>3</sup> [giovanagodoi@yahoo.com.br](mailto:giovanagodoi@yahoo.com.br),  
<sup>4</sup> [celani@fec.unicamp.br](mailto:celani@fec.unicamp.br)

#### **Abstract.**

This paper presents an analysis of Jardim São Francisco, a low-income housing development in São Paulo, Brazil, using shape grammar as an analytical method. It is part of an ongoing research that aims at analyzing the different types of sitting in low-income housing developments and their consequences for public spaces. The final objective is to propose a design method that allows designing better quality urban spaces in this type of development.

**Keywords.** Low-income housing; urban design; shape grammar.

#### **Context of research**

Along the twentieth century, the housing shortage problem in Brazil has progressively increased, as a result of industrialization, demographic explosion and the intensification of migration of the population from rural to metropolitan areas. Solving that problem has been a major objective of the government in the past years, with lots of investments and many specific programs, such as the widely known “My house, my life”. There has been a lot of debate by the National Department of Housing, the Ministry of Cities and many graduate programs about low-cost construction systems, minimum area requirements, and even about location of housing developments in relation to city centers. However, research on social housing in the country has focused primarily on the analysis of public policies and novel

housing construction systems, while few studies have emphasized the importance of the design of public spaces in these projects. In most housing developments one sees either the typical image of repeated identical houses along streets, or dense apartment buildings. Most solutions used are still based on obsolete approaches to sitting, which results in communities not just visually boring, but also lacking quality public spaces.

## **Objectives**

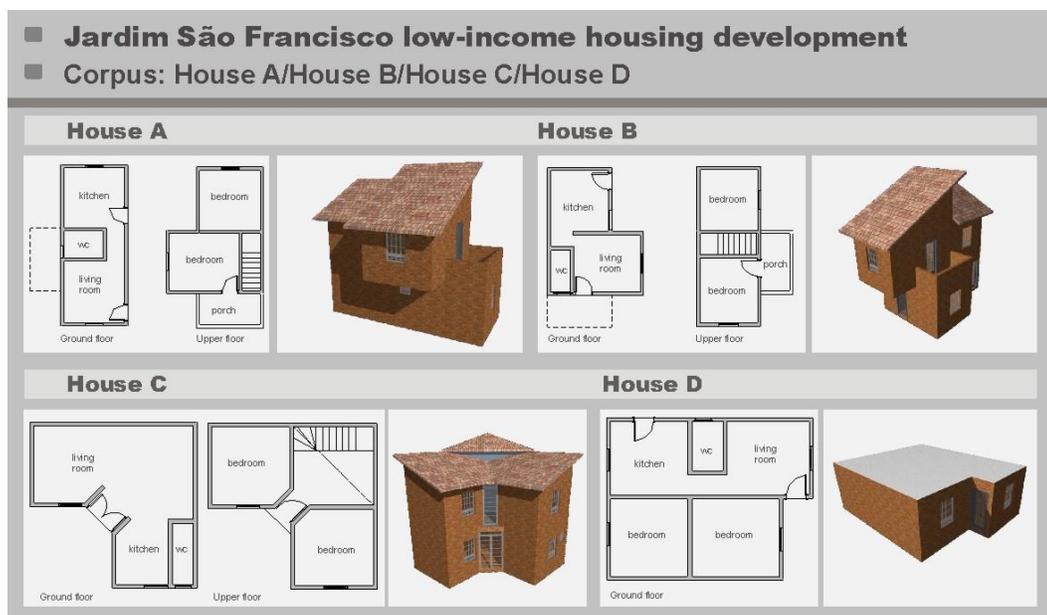
This ongoing research aims at analyzing the different types of sitting in low-income housing developments, and their consequences for public spaces. The final objective is to propose a design method that allows obtaining better quality urban spaces in these developments.

In the analytical part of the research, the following projects will be analyzed: Malagueira, in Évora, Portugal, designed by Alvaro Siza in 1977; a housing development in Mexico city, Mexico, designed by Christopher Alexander in 1976; and Jardim São Francisco, – in São Paulo, Brazil, designed by Demetre Anastassakis, in 1989.

This paper presents an analysis of Jardim São Francisco, a low-income housing development, aiming to assess the design method used to obtain a satisfactory result in defining the internal layout of the housing units as well as the configuration of public spaces. Shape grammar was used as an analytical methodology to understand the underlying compositional logic of a section of this large development (Section VIII), which is located in the eastern part of São Paulo City, in Brazil.

## Description of the case

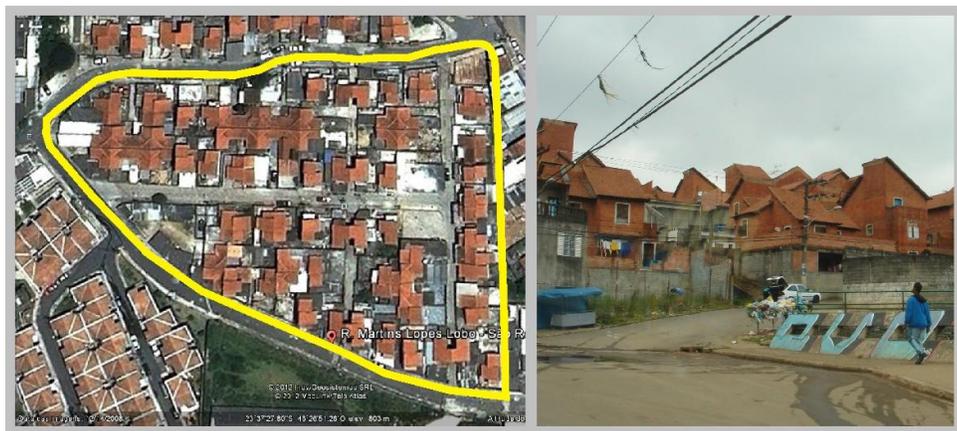
The housing project Jardim São Francisco, Section VIII, was the result of a national competition for the construction of social housing in the city of São Paulo in 1989. The winning team was coordinated by architect Demetre Anastassakis. This part of the development occupies an area of approximately 10.000 m<sup>2</sup>, with 154 dwellings. The siting includes hierarchical open spaces, ranging from the most private to the most public, breaking the traditional spatial forms used in typical housing projects in Brazil, based on the concept of individuality of the house, yet articulated with collective spaces. A limited number of different house plans are combined in different types of clusters, forming semi-open courtyards that promote community life [FIGURE 1].



**Figure 1.** Plans and 3D models of the corpus

This village-like structure, characterized by a complex network of spaces, also considered the possibility of expansion of the houses over the years, according to the resources and needs of families.

Aiming to combine the cost-reduction with principles of comfort and beauty, the project aimed to combine groups of townhouses asymmetrically, with access in different levels and small semi-public courtyards [FIGURE 2].



**Figure 2.** Urban sitting of Jardim São Francisco housing complex

### *The public space in the Jardim São Francisco*

The concept of the houses in Jardim São Francisco was based on the idea of an embryo module built with brick masonry, a local material and construction method, and some basic rules used in the composition and expansion of the houses, which provided flexibility. This compositional system, which was based on a simple architectural program (living room, kitchen, bathroom and two bedrooms) resulted in seven different types of houses. The occupation of the ground followed a system of rules aimed at the minimum change in the topography, adapting buildings, gardens and public spaces to the existing topography. The

objective was to create a structure characterized by a strong territorial definition (inside/outside) and increased permeability of the spaces, with a variety of shady areas and sunny places. The different spaces have different qualities in terms of ventilation, lighting and visual privacy.

## **Shape Grammar**

The formalism known as shape grammar was first started from a paper published by Stiny and Gips in 1972, in which foundations of what would become the most important algorithmic approach to design were established.

Since its invention by Stiny and Gips, the use of shape grammar has grown exponentially, involving an increasing number of examples of applications and research problems. Shape grammar consists of a method of generating forms based on rules and has its origin in the production system of the mathematician Emil Post and the generative grammar of Noam Chomsky. Over the years, shape grammar has been used in several applications to solve design problems, allowing the generation of alternatives from an initial shape, through the use of recursive application of compositional rules (Duarte, 2007; Knight, 2000; Celani et al., 2006).

A shape grammar is developed from the definition of the following elements (Celani et al., 2006):

1. Vocabulary of shapes - For developing a grammar, first, it is necessary define a finite set of primitive shapes that will compose the grammar. These shapes might have two or three dimensions.

2. Spatial relations – Then, spatial combinations between the primitive shapes of the vocabulary are established.

3. Rules - From the spatial relations, transformation rules of A→B type (when find A, substitute for B) are defined. These rules can be either additive or subtractive.

4. Initial shape – To start the application of the rules, it is necessary to select an initial shape, belonging to the vocabulary of shapes.

### **Developing the grammar**

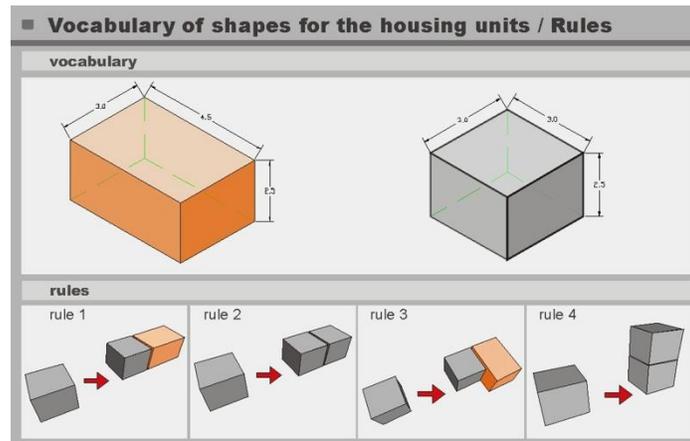
The shape grammar formalism was used in order to analyze this housing development, to understand the methodology used in the design process and to develop proposals for similar cases. In this shape grammar, we studied the housing units, their grouping to form clusters and the sitting of the clusters. The following part describes each of the grammars developed:

#### *Housing units*

The houses of the Jardim São Francisco low-income housing development are characterized by plans with simple combinations of rectangular rooms, specially developed to make construction easier, since they were built under a scheme of collective effort. However, the simplicity of the forms does not mean monotony, as the different possible combinations allowed a variety of types. The future dwellers were able to discuss their ideas with the architects responsible for the design. Seven different types of housing units were developed. The corpus of analysis in this research considered just 4 of them - R1, R2, R3 and R4. The plans are combinations of rectangles in two-dimensions, whereas the clusters are combinations of housing units in three-dimensions.

#### *Vocabulary of shapes for the housing units*

The vocabulary is composed basically of two types of oblongs with two standard sizes: 3.00 m x 4.50 m x 2.50 m (width x depth x height) and 3.00 m x 3.00 m x 2.50 m [FIGURE 3].



**Figure 3.** Vocabulary of shapes for the housing units and rules

### *Spatial Relations / Rules*

The spatial relations refer to the possible ways of positioning the set consisting of oblongs side by side or one over the other, meeting the following conditions:

- The upper floor area should be less than or equal to the area of the ground floor
- The minimum ground floor area shall be 4.50 m x 6.00 m
- The maximum number of floors is 2

The grammar developed can generate all the houses of the corpus of analysis and propose new designs, thus demonstrating its effectiveness and potential [FIGURE 4].

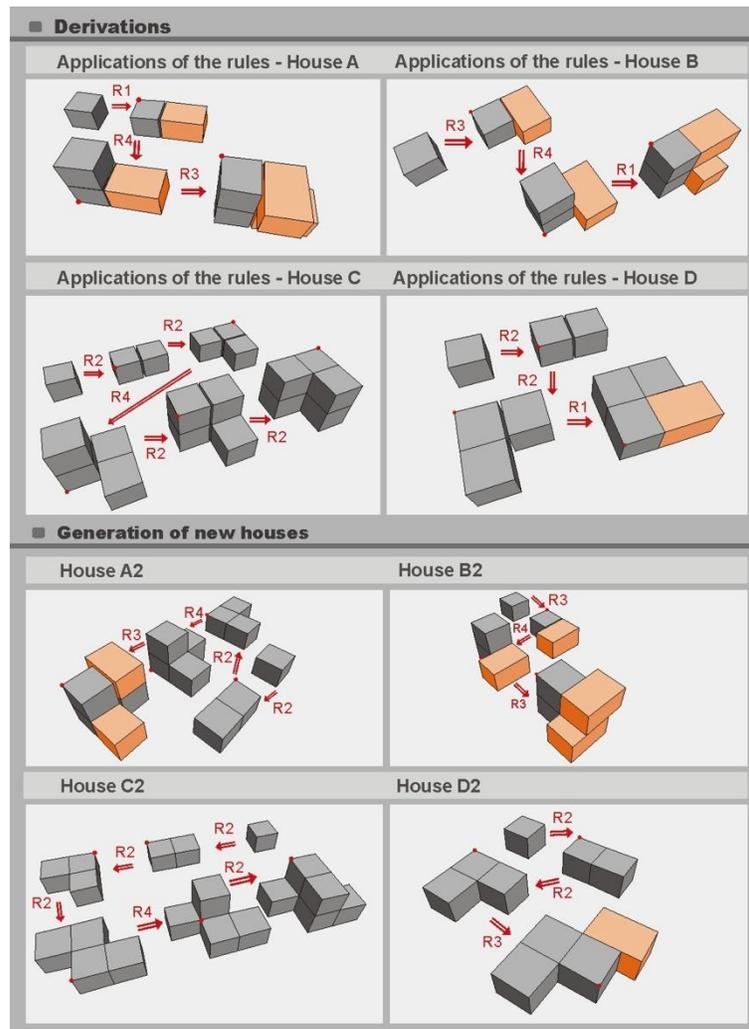


Figure 4. Derivations of houses A,B,C,and D, and generation of new houses

### *Housing clusters and courtyards*

For the composition of the clusters (or blocks) formed by housing units, the rules are 2D [FIGURE 5], with the following restrictions [FIGURE 6]:

- Maximum number of houses per block - 4 units
- Maximum number of floors – 3

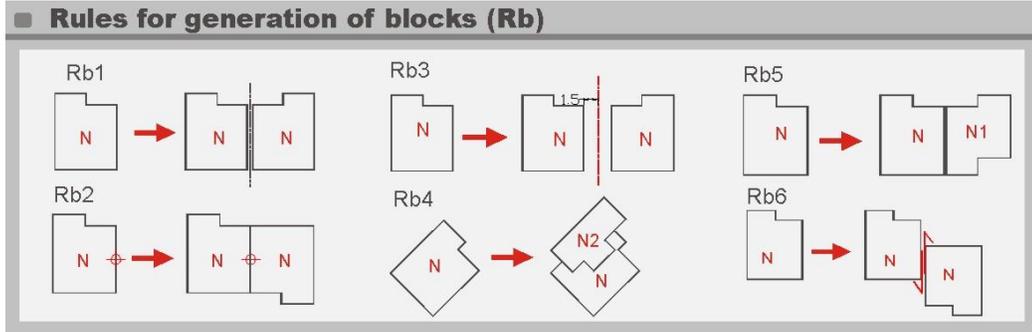


Figure 5. Rules for generating clusters or block

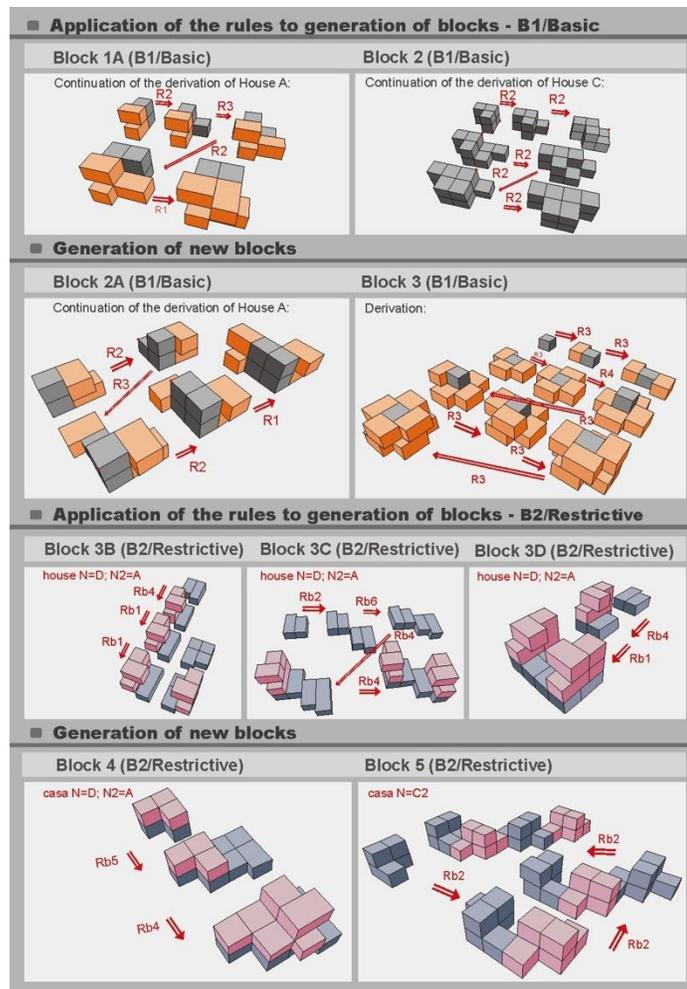


Figure 6. Derivations of blocks and generation of new blocks

## Courtyards

The rules for generating courtyards are defined using pre-defined distances between blocks, ensuring circulation - rules Rc1 and Rc2 - and the creation of public spaces in the housing complex.

To generate a courtyard, it is necessary to insert up to 6 perpendicular adjacent clusters [FIGURE 7].

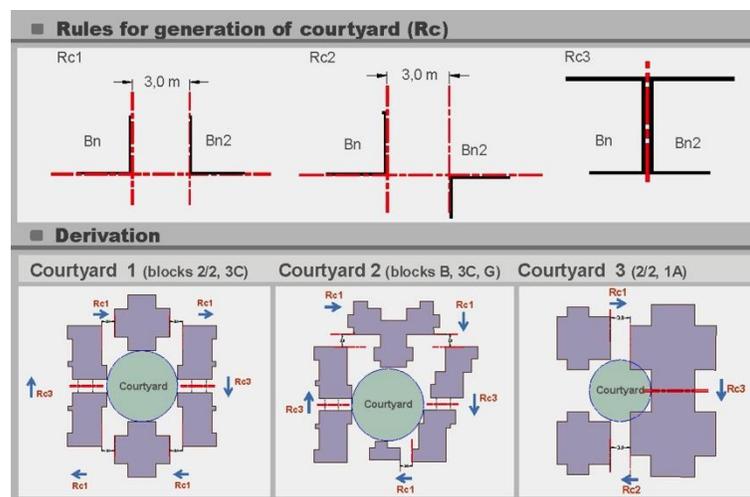


Figure 7. Rules for generation of courtyard and derivation

## Alleys

To generate the alleys of Jardim São Francisco housing development, 4 rules (Ra) were created that define different distances between the clusters. The distances range between 1.50 m and 3.00 m [FIGURE 8].

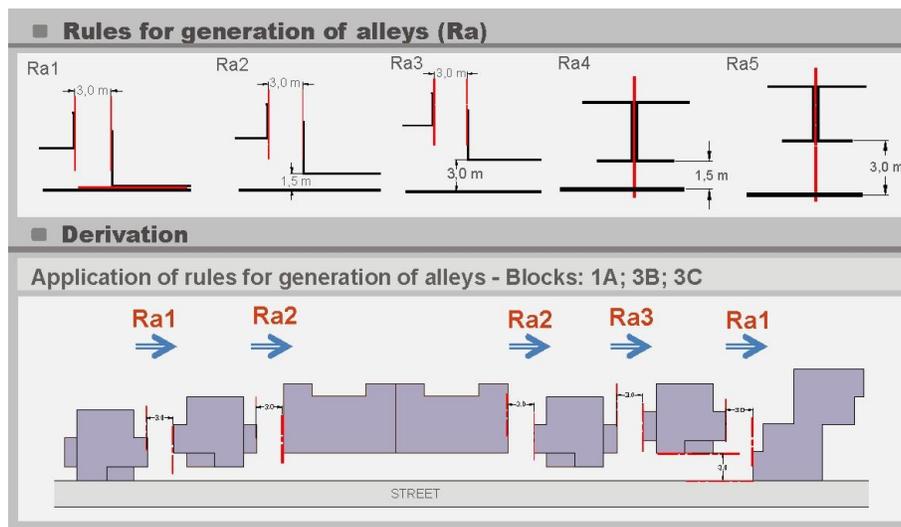


Figure 8. Rules for generating alleys

## Comparison with other low-income housing developments

As stated above, the analysis of Jardim São Francisco is part of a larger study, aiming to analyze several case studies of low-income housing developments in Brazil and abroad. In this section, a preliminary comparison between Jardim São Francisco, Malagueira development - designed by Alvaro Siza - and Mexico housing complex - designed by Christopher Alexander - is presented.

The urbanization of Malagueira, located in Évora - Portugal, was designed by Alvaro Siza and includes 1200 dwellings. It has been built from 1977 until today. This housing development has more than 35 different plants, all of them lined up with the streets. Jose Duarte (2007) used the shape grammar formalism to analyze this project, identifying the design rules subliminally followed by Siza and his collaborators in the development of these houses. This method allowed the definition of a generative system to create customized houses that belong to the same language. In this case, the use of grammars focused on the internal organization of houses and did not aim at defining the organization of public spaces, which, in this case, was relatively simple, based on houses lined up along streets.

The housing project developed by Christopher Alexander and his colleagues in Mexico, built in 1976 with collective effort, differs from Siza's project because in this case the housing units are organized in clusters, thus creating more fluid and diverse public spaces between them. This approach resulted in a greater variety of urban spaces and their appropriation by the dwellers, as well as better adaptation to the topography. According to Alexander (1985):

“...before they come to the stage of laying out their houses, they must first play a role in laying out the common land between their houses, so that this public unit of space, this common land which leads into their houses, is not some abstract mechanical thing, done for them by the city or by a developer, but is itself unique and personal to all the families, a collective expression of their will, a permanent part of the world which is uniquely 'theirs'.”

Jardim São Francisco housing development has, on the one hand, the rule-based character of Malagueira, but on the other hand the complex public space system of Alexander's project, organized in "villages" that follow the topography of the land, with permeable public spaces and a diverse set of houses, courtyards and squares.

The analysis of case studies showed that the shape grammar method allowed to identify the existence of combinatorial systems in the design of the houses created by Alvaro Siza and Demetre Anastassakis and present in the urban sitting of Jardim São Francisco housing complex.

The situations in which it was possible to detect the existence of underlying rules of combination have a complexity and/or geometric variety that result in greater diversity of spaces and consequently of urban situations, however, without overly burdening the design process and construction, as there are repetitions, even though they are "disguised".

## **Discussion**

This research has shown that the shape grammar method allowed to verify the existence of combinatorial arrangements in the projects analyzed. Therefore, this method can be considered a viable and efficient strategy to generate new designs. It allows to obtain a variety of options from a relatively small number of parts that can be rooms - in the case of a shape grammar to define the housing unit design - or blocks/clusters of houses/apartments, considering the scope of urban sitting.

Although neither Alvaro Siza or Demetre Anastassakis used an explicit shape grammar to develop their social housing projects, this method presents itself as a good strategy for understanding the underlying logics of these designs, generating new compositions with much better quality of internal and public spaces, and, thus, allowing greater diversity of urban areas in low-income housing developments.

## **Acknowledgements**

The authors thank FAPESP and CAPES for financial support to this research.

## **References**

- Alexander, C 1985, *The production of houses*, Oxford University Press.
- Celani, G 2002, *Beyond analysis and representation in CAD: a new computational approach to design education*. PhD Thesis in Architecture: Design & computation - Department of Architecture. Massachusetts Institute of Technology.
- Celani, G; Godoi, G; Cypriano, D; Vaz, C 2006 'A gramática da forma como metodologia de análise e síntese em arquitetura', *Conexão*, v. 5, pp. 180-197.
- Duarte, JP 2007, *Personalizar a habitação em série: Uma Gramática Discursiva para as Casas da Malagueira do Siza*. Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Knight, TW 1994, *Transformations in Design: a Formal Approach to Stylistic Change and innovation in the Visual Arts* Cambridge, Cambridge University Press, England.

- Knight, TW 2000, Shape Grammars in education and practice: history and prospect, International Journal of Design Computing, v. 2. Sydney.
- Marino, G 1990 'Contraponto à massificação', Arquitetura e Urbanismo, nº 30, pp. 58-60.
- Projeto 1990, 'Um concurso para resgatar projeto de habitação popular', Projeto, nº 130, pp. 110-111.
- Sant'Anna Júnior, AC 1990, 'Concurso Público de Anteprojetos para Habitação Popular', Projeto, nº 134, pp. 86-87.

## Apêndice 3

### O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS – 1ª Etapa

Período 19/08/2013 – 10/09/2013

#### Questionário

1. Você já conhecia o formalismo conhecido como Gramática da Forma (*Shape Grammar* – SG)?

- Sim
- Não

2. Na sua opinião, a aplicação de SG para geração de implantação de conjuntos de HIS contribuiu no processo de projeto?

- Sim
- Não

3. Na sua opinião quais as vantagens do uso de SG no que se refere ao desenho das áreas comunitárias dos conjuntos habitacionais ?

4. Você considera que a escolha do tema, neste caso a questão de HIS no Brasil, como estudo para aplicação de SG contribuiu para a compreensão do método e de sua utilidade no processo de projeto?

- Sim
- Não

5. A apresentação dos estudos de caso (Gramática de Belapur, PREVI-Lima e Jardim São Francisco) contribuiu para a compreensão da aplicação de SG como ferramenta de projeto e análise?

- Sim

Não

6. Qual estudo de caso você considerou mais relevante para o desenvolvimento da proposta de projeto do *workshop*?

Belapur – Arq. Charles Correa

PREVI-Lima – Arq. Christopher Alexander e colaboradores

Jardim São Francisco

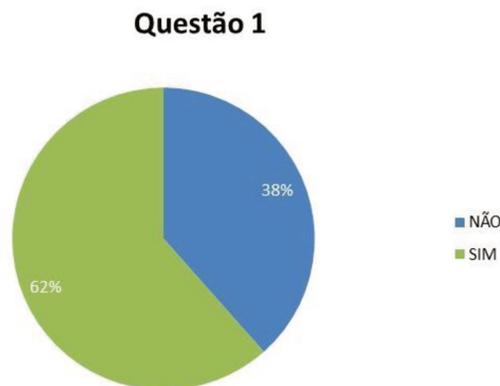
Justifique sua resposta:

7. Por favor, faça algumas considerações sobre os pontos positivos e negativos do uso de SG como ferramenta de projeto para o desenvolvimento da proposta.

8. Descreva o que você achou do *workshop* (pontos positivos e negativos), críticas e sugestões.

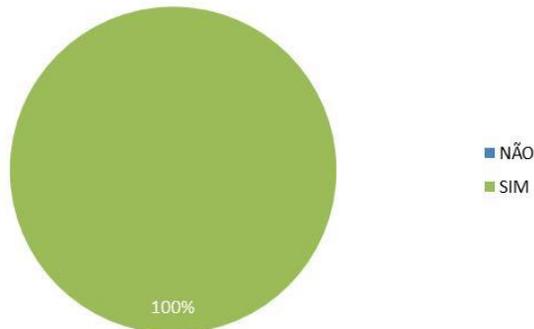
### Respostas:

Questão 1 - Você já conhecia o formalismo conhecido como Gramática da Forma (*Shape Grammar - SG*)?



Questão 2 - Na sua opinião, a aplicação de SG para geração de implantação de conjuntos de HIS contribuiu no processo de projeto?

## Questão 2

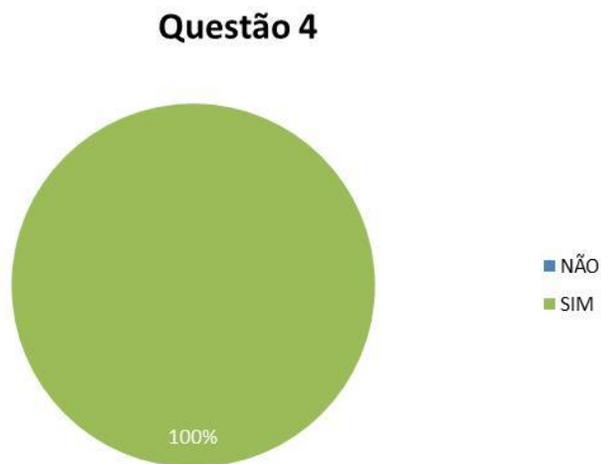


Questão 3 - Na sua opinião quais as vantagens do uso de SG no que se refere ao desenho das áreas comunitárias dos conjuntos habitacionais ?

Aluno 1	O uso de SG facilita a compreensão da implantação e a criação de diferentes tipologias de desenho urbano
Aluno 2	A principal vantagem é conseguir criar uma vasta gama de variação de projeto sem sair do módulo e perdendo pouco tempo de concepção.
Aluno 3	A SG possibilita a criação de implantações mais interessantes e dá a possibilidade de experimentação com os parâmetros, que permitem uma análise melhor da implantação como um todo.
Aluno 4	O uso de SG permite aumentar a complexidade e a qualidade dos espaços comuns, que diferem muito dos modelos aplicados atualmente no Brasil.
Aluno 5	Com o SG e a visualização em 3D, facilmente podemos propor estes espaços de convivência, ora pátios mais intimistas, ora grandes praças.
Aluno 6	A lógica da criação de uma complexidade ajuda tanto no processo quanto no resultado final. A variedade, flexibilidade e ordem estabelecida com o método agrega muito espaço.
Aluno 7	Permite que essas áreas sejam planejadas e não ocorram somente ao acaso, ou até mesmo não ocorram. Possibilitam a criação de hierarquias desses espaços fundamentais nos conjuntos para vivência coletiva e melhor qualidade das unidades (ventilação, insolação, etc).
Aluno 8	A formação da variedade e complexidade da forma com princípios simples o que contribui expressivamente para o processo de projeto.

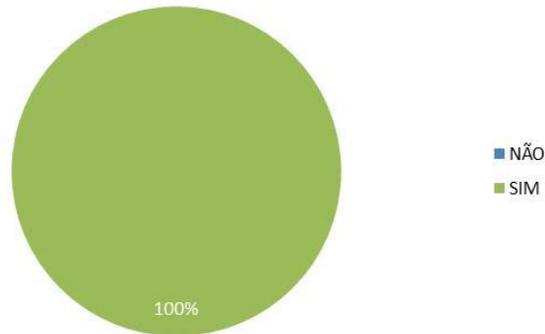
Aluno 9	Permitir que cada construção tenha uma casa diferente seguindo uma mesma gramática, conferindo um aspecto de cidade e não de conjunto habitacional.
Aluno 10	Rapidez na proposta de diferentes soluções, mantendo a mesma linguagem. Permite um controle no crescimento do conjunto habitacional uma certa ordem na hierarquia de espaços, etc.
Aluno 11	Criar implantações complexas e satisfatórias em um curto espaço de tempo.
Aluno 12	Pode-se inicializar as áreas do conjunto pelos espaços de convivência/verdes, fazendo com que estes tornem-se a âncora do projeto. Mais produtivo que iniciar pela distribuição da habitação.
Aluno 13	Fornecer diversidade e qualidade de áreas. Uma mesma gramática pode ser usada em diversos lugares e fornecer diferentes soluções.

Questão 4 - Você considera que a escolha do tema, neste caso a questão de HIS no Brasil, como estudo para aplicação de SG contribuiu para a compreensão do método e de sua utilidade no processo de projeto?



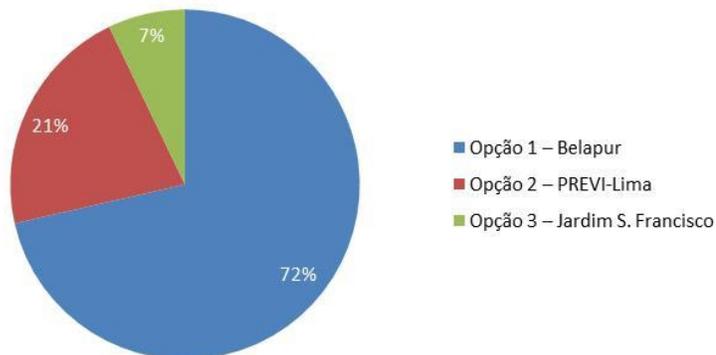
Questão 5 - A apresentação dos estudos de caso (Gramática de Belapur, PREVI-Lima e Jardim São Francisco) contribuiu para a compreensão da aplicação de SG como ferramenta de projeto e análise?

### Questão 5



Questão 6 - Qual estudo de caso você considerou mais relevante para o desenvolvimento da proposta de projeto do *workshop*?

### Questão 6



Justifique sua resposta:

Aluno 1	(Belapur) Foi um projeto fácil de identificar as regras e modulações.
Aluno 2	(Belapur) O projeto poderia ser implantado em qualquer lugar, acho que isso é uma das coisas mais importantes em projetos de HIS, e como ela é uma forma bem geométrica facilitou muito a compreensão do método.
Aluno 3	(Belapur) Achei o mais didático e fácil de compreender. O exercício de inferir as regras foi ótimo para

	compreender o conceito da gramática da forma.
Aluno 4	(Belapur e Jardim São Francisco) O fato de Belapur ser mais ortogonal facilita a compreensão da SG em 2D. O Jardim São Francisco auxilia muito na compreensão do 3D.
Aluno 5	(Belapur) O resultado final obtido pelo grupo foi mais similar ao processo utilizado em Belapur.
Aluno 6	(PREVI-Lima) pela regularidade e ortogonalidade das formas e implantação do PREVI-Lima o entendimento da aplicação de regras e a leitura do projeto foi facilitada.
Aluno 7	(Belapur) Ele trabalha com diferentes categorias de regras, com escalas variadas de estudo e desenvolvimento, tem domínio maior do projeto como um todo – da unidade ao urbano.
Aluno 8	(Belapur) A composição da forma é mais clara de identificar a gramática da forma.
Aluno 9	(Belapur) A construção de cada quadra tinha uma escala mais semelhante.
Aluno 10	(Belapur) Utilizamos a concepção a partir do “C” do Belapur, a partir do agrupamento dos lotes, para depois talvez gerar uma sub-gramática das unidades.
Aluno 11	(Belapur) Possui problemas bem próximos aos que precisamos resolver nas disciplinas de projeto.
Aluno 12	(PREVI-Lima) Foi mais fácil de identificar as regras de aplicação da gramática da forma.
Aluno 13	(Belapur) Trabalhou o espaço do pedestre e a hierarquia dos espaços de modo interessante, que influenciou os conceitos de criação das nossas regras e onde queríamos chegar.

Questão 7 - Por favor, faça algumas considerações sobre os pontos positivos e negativos do uso de SG como ferramenta de projeto para o desenvolvimento da proposta.

Aluno 1	O uso de SG facilita a criação dos modelos volumétricos e o entendimento do funcionamento do projeto além de criar diretrizes claras.
Aluno 2	(em branco)
Aluno 3	É um pouco difícil trabalhar a escala apenas com a forma, porém, é muito mais fácil analisar a implantação como um todo e poder melhorá-la. Outro ponto muito positivo é a possibilidade de evoluir, sem precisar recomeçar toda a gramática para melhorá-la.
Aluno 4	Positivo: Ótimo método para compreender, gerar e pensar projeto. Negativo: (em branco)
Aluno 5	O uso de SG permitiu o encontro de uma nova forma de projetar, e com uma maior diversidade na criação de espaços e suas visualizações.
Aluno 6	Não encontrei pontos explicitamente negativos no uso de SG na aplicação do desenvolvimento de

	projeto, o estabelecimento de regras, em determinados níveis não impede ou condiciona de outra ordem, em outra escala.
Aluno 7	Positivo: Dinamismo, complexidade, diversidade, controle, lógica, perspectiva do todo, nunca ter trabalho jogado fora – constante melhora.  Negativo: Ficar preso somente nessa ferramenta, perder o caráter humano, relação horizontal com o usuário.
Aluno 8	O uso de SG facilita o processo de projeto, o problema que tem que ser feito de forma intencional e antes do início pensar em projeto (divisões, interiores, normas, etc). O SG é uma técnica de processo criativo.
Aluno 9	Positivo: Pode ser usada para encontrar todo o processo com alguma espécie de autômato celular (o que poderia ser explorado em outro <i>workshop</i> ou disciplina).  Negativo: O resultado não fica com cara de cidade!
Aluno 10	Positivos: permite um desenvolvimento lógico, mais conciso e coerente; o processo consegue ser mais bem estruturado e produzir diversas soluções.  Negativo: talvez não revê as mudanças aleatórias que acabam ocorrendo inevitavelmente com a ocupação. Pode também deixar o processo mais “restrito”, e não permitir uma liberdade na criação.
Aluno 11	(em branco)
Aluno 12	Positivo: auxilia no desenvolvimento criativo, ajuda na compreensão do projeto e distribuição espacial.  Negativo: dificulta no raciocínio da posição/angulação da distribuição de edifícios por não ter a posição das janelas.
Aluno 13	Foi uma boa ferramenta pois gerou diversidade e espaços públicos não-intencionais. O único desafio é ter que gerar primeiro uma boa gramática e testar algumas vezes para refina-la.

Questão 8 - Descreva o que você achou do *workshop* (pontos positivos e negativos), críticas e sugestões.

Aluno 1	Achei o <i>workshop</i> muito interessante, pois ajudou a desenvolver um novo conhecimento de criação de desenho urbano. Era uma técnica que eu não conhecia e que sei que ajudará muito no desenvolvimento dos meus futuros projetos.
Aluno 2	Achei que o <i>workshop</i> foi muito interessante e ajudou muito na concepção de espaços complexos.
Aluno 3	Foi muito produtivo e interessante. Só acho que os grupos pequenos não funcionaram tão bem e que o

	<i>workshop</i> poderia ter durado mais.
Aluno 4	Muito bem elaborado, com ótimos instrutores. O horário foi ideal, mas o período poderia ter sido outro. Que possa haver mais <i>workshops</i> como esse.
Aluno 5	O <i>workshop</i> trouxe novas formas de projetar e entender o espaço habitado, a utilização de práticas mais volumétricas também influenciou. Apenas acho que deveria ser mais estendido.
Aluno 6	Muito bom, acho que a colocação feita durante a discussão de trocar a primeira aula pela manipulação dos blocos dá um dinamismo importante e auxilia muito no entendimento do processo de aplicação de regras.
Aluno 7	Muito bom – unir apresentação teórica com a prática de projeto, melhora a compreensão e apropriação da ferramenta. Negativo: época do <i>workshop</i> – começo/meio de semestre é melhor, maior tempo – 2 semanas. Trabalhar mais com derivações facilita o entendimento.
Aluno 8	Positivos: ótimo exercício de projeto e ótima apresentação da gramática da forma.
Aluno 9	Poderia aplicar a gramática da forma a coisas mais abstratas, o que permite sua aplicação com qualquer outra coisa.
Aluno 10	Muito interessante como ideia e aplicação. A proposta é muito relevante para os alunos de graduação, que não tem contato durante o curso com isso. Seria interessante haver a troca entre os grupos no sentido de pessoas que não fizeram regras as experimentarem, o que evitaria vícios e talvez apontava falhas, permitindo correções e sugestões.
Aluno 11	(em branco)
Aluno 12	Achei produtivo o novo conceito de raciocínio projetual aqui desenvolvido, com certeza será utilizado por mim. A divisão do trabalho durante a semana foi bem planejada, não sobrecarregou o grupo, além de ter sido divertido pensar o projeto com cores e volumes. O desenvolvimento do bairro planejado com certeza seria muito bom e satisfatório.
Aluno 13	Foi durante um período adequado, talvez fosse bom fazer um antes sobre só aplicar regras extraídas de estudos de caso.

## Apêndice 4

### O uso da Gramática da Forma para geração de implantação para conjuntos de HIS – 2ª Etapa

Período: 31/03/2014 – 04/04/2014

1. Você participou de alguma das atividades abaixo?

- Workshop* – Parametric Urban Design (Agosto/2013) – Prof. Beirão/Profa. Gabriela/PED - Leticia
- Workshop* – O uso da SG para geração de desenho urbano de conjuntos de HIS (Novembro/2013) – Leticia/Profa. Gabriela
- Nenhuma das atividades anteriores

2. Na sua opinião, o uso da Gramática da Forma (*Shape Grammar* – SG) e do desenho paramétrico como ferramentas projetuais contribuem para o ensino de projeto no curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo?

- Sim
- Não

3. Por quê?

4. O que você considera que difere no desenvolvimento de um projeto utilizando SG e os métodos que você já utilizou em seus projetos anteriores?

5. Você já teve a intenção de desenvolver composições com este tipo de complexidade? Na sua opinião, você acha que o método da SG pode ajudá-lo em projetos futuros?

6. Na sua opinião, a aplicação de SG para geração de implantação de conjuntos de HIS contribuiu na geração de diversidade espacial?

- Sim

Não

7. Na sua opinião, quais as vantagens do uso de SG no que se refere à geração de espaços livres/áreas comunitárias com maior complexidade?

8. Você considera que a escolha do estudo de caso (Jardim São Francisco) para ilustrar a utilização de SG para geração das unidades habitacionais contribuiu no desenvolvimento da implantação do conjunto habitacional?

Sim

Não

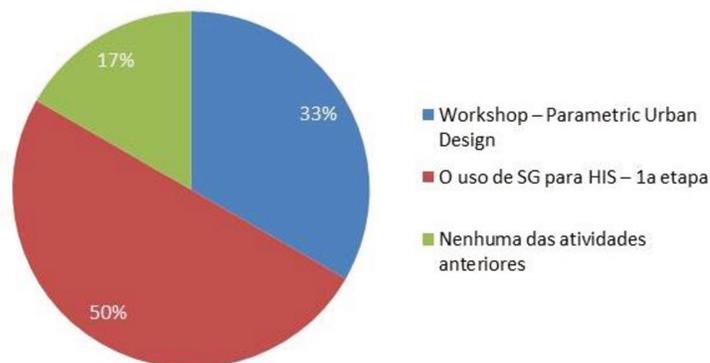
9. Quais outras aplicações de SG você sugeriria para a arquitetura?

10. Descreva o que você achou do *workshop* (pontos positivos e negativos), críticas e sugestões.

Respostas:

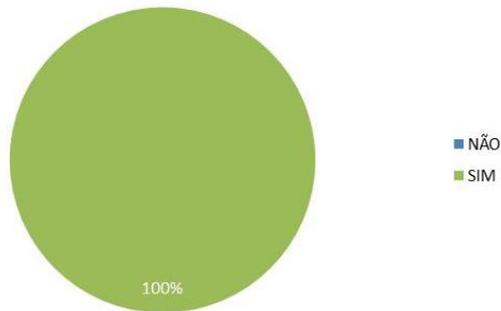
Questão 1 – Você participou de alguma das atividades abaixo?

### Questão 1



Questão 2 - Na sua opinião, o uso da Gramática da Forma (Shape Grammar – SG) e do desenho paramétrico como ferramentas projetuais contribuem para o ensino de projeto no curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo?

## Questão 2



## Questão 3 - Por quê?

Aluno 1	Porque pode ser utilizada como método alternativo ou adicional no próprio projeto.
Aluno 2	Ajudam a desenvolver uma melhor forma de pensar o projeto e a forma dele.
Aluno 3	Explora a criatividade e facilita a criação mesmo com regras básicas.
Aluno 4	Estimula soluções projetuais e a criatividade da composição.

## Questão 4 - O que você considera que difere no desenvolvimento de um projeto utilizando SG e os métodos que você já utilizou em seus projetos anteriores?

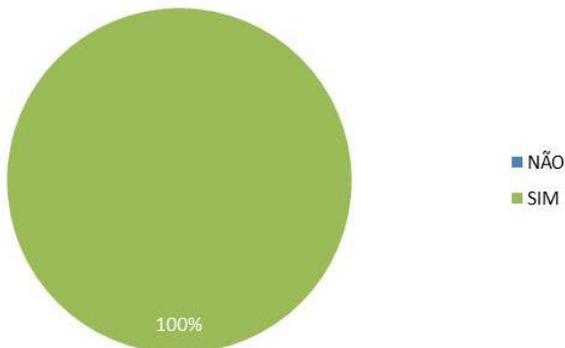
Aluno 1	SG parece possuir um “vocabulário” já definido, em comparação com um em que este é desenvolvido junto com o próprio projeto.
Aluno 2	A praticidade e o modo de pensar o projeto.
Aluno 3	Facilidade na criação e lógica, facilidade na parametrização, facilidade em obter grande complexidade.
Aluno 4	Com a aplicação da regra há um ordenamento de funções e espaços que sem o contato com a geometria você não teria.

Questão 5 - Você já teve a intenção de desenvolver composições com este tipo de complexidade? Na sua opinião, você acha que o método da SG pode ajudá-lo em projetos futuros?

Aluno 1	Não, mas em nível de distração mais elevado pode gerar outros tipos de composição, tais como casas e edifícios residenciais e coisas em outras escalas.
Aluno 2	Sim, o método pode ajudar muitos em projetos futuros, pois ajuda a desenvolver o pensamento.
Aluno 3	Já tive, mas nunca consegui por conta da complexidade do desenho. Através do método, simplificou bastante.
Aluno 4	Sim. Desenvolvi a escola utilizando o método.

Questão 6 - Na sua opinião, a aplicação de SG para geração de implantação de conjuntos de HIS contribuiu na geração de diversidade espacial?

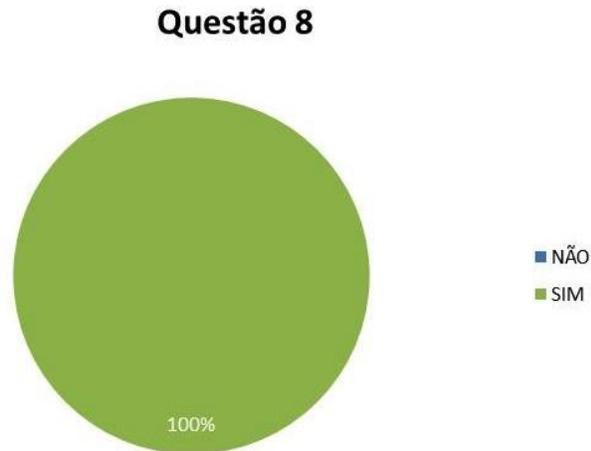
### Questão 6



Questão 7 - Na sua opinião, quais as vantagens do uso de SG no que se refere à geração de espaços livres/áreas comunitárias com maior complexidade?

Aluno 1	Eliminar alguns passos no projeto de espaços similares.
Aluno 2	A criação de “blocos” ajuda a criar mais espaços vazios.
Aluno 3	Cria espaços inusitados e se perde a monotonia.
Aluno 4	A composição fica mais interessante que o projeto pelos métodos tradicionais.

Questão 8 - Você considera que a escolha do estudo de caso (Jardim São Francisco) para ilustrar a utilização de SG para geração das unidades habitacionais contribuiu no desenvolvimento da implantação do conjunto habitacional?



Questão 9 - Quais outras aplicações de SG você sugeriria para a arquitetura?

Aluno 1	Fachadas, acabamentos no geral.
Aluno 2	Criação de projetos menores do tipo habitação unitária ou mesmo mais complexos.
Aluno 3	Para criações de habitações comuns, áreas escolares.
Aluno 4	Composição de espaço interno / distribuição de funções.

Questão 10 - Descreva o que você achou do *workshop* (pontos positivos e negativos), críticas e sugestões.

Aluno 1	A escala poderia ser a do lote, e o processo poderia ser repetido com variações.
Aluno 2	O <i>workshop</i> foi ótimo e somou muito a minha formação de arquiteta. Ajudou a desenvolver mais a minha forma de pensar e desenvolver o projeto.
Aluno 3	Sugestões: Impressão da quadra na escala para criação. <i>Workshop</i> para estudantes do início do curso para sentirem a importância do manuseio do material, do uso das ferramentas computacionais para o projeto arquitetônico.
Aluno 4	Interessante! Sugeriria que a mesma área fosse construída por métodos tradicionais de projeto e pelo SG para comparação da aplicação. E também trabalhar na escala da quadra, possibilitando detalhamento.